

Fluvial morfologi i Fortunselvi

Tiltak mot flomrelaterte utfordringer



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Hydro Aluminium AS, Hydro Energi Sogn AS
Tittel på rapport:	Fluvial morfologi i Fortunselvi
Oppdragsnavn:	Fortunselva Skagen til Eidsvatnet
Oppdragsnummer:	635040-01
Utarbeidet av:	Martin Solbakken Løvaas, Gerard Dam
Oppdragsleder:	Hilde Ruud
Tilgjengelighet:	Åpen

Sammendrag

Asplan Viak har på vegne av Hydro AS kartlagt morfologiske endringer i og langs Fortunselvi, Luster kommune, siden kraftutbyggingen på starten av 1960-tallet. Kartleggingen er basert på historiske flyfoto, flere terrengmodeller fra 2007-2022, befaring i 2022 og innspill fra Grunneierlaget. Området fra Skagen Kraftstasjon til Eidsvatnet er grundig analyser for å videre kunne foreslå tiltak som vil redusere flomrelaterte problemer.

Det er anbefalt å i størst mulig grad velge naturbaserte løsninger, som tillater elvas dynamiske natur og se på elva som en helhet. Masseuttak for økt kapasitet til flomvann, tilbaketrukket sikring med slitelag, kontrollert oversvømmelse av flomsletter, samt reduksjon av terskelen ved Lægane er noen av tiltakene som anbefales. Modellering for å forutsi effekten av tiltakene vil være nødvendig.

Terreng- og batymetridata fra 2022 muliggjør detaljert kartlegging over kommende tiår, og effekten av tiltakene kan dokumenteres med en oppdatert terrengmodell.

01	13. okt. 2022	Utkast	MSL, GD	GD, HR
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Forord

Asplan Viak er engasjert av Norsk Hydro ASA v/Knut Stokkenes for å utarbeide en rapport som objektivt beskriver endringer i og rundt Fortunselvi fra Skagen Kraftstasjon nedover til Eidsvatnet. Kartleggingen har som intensjon å beskrive et faktiske forhold, og peke på mulige tiltak for forvaltning av elva slik at interessene for både grunneiere og Hydro hensyntas.

Hilde Ruud (Leikanger) har vært oppdragsleder for Asplan Viak, Gerard Dam (Bergen) og Martin Solbakken Løvaas (Trondheim) har utarbeidet rapporten.

Trondheim, 13.10.2022

Hilde Ruud
Oppdragsleder

Gerard Dam
Kvalitetssikrer

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	5
1.1. Områdebeskrivelse	6
1.2. Berggrunn og løsmasser	8
1.3. Oppsett av rapporten	9
2. Teoretisk bakgrunn	10
2.1. Hydrologiske prosesser	10
2.2. Regulerte vassdrag	14
2.3. Kantvegetasjon	15
2.4. Sikringstiltak i vassdrag	15
3. Datagrunnlag og resultater	22
3.1. Vannføring i Fortunselvi	22
3.2. Tidligere inngrep i vassdraget	23
3.3. Befaring april 2022	24
3.4. Beskrivelse av fluvial morfologi i Fortunselvi over tid	24
3.5. Sentrale observasjoner	56
4. Tolkninger og diskusjon	58
4.1. Skagen - Bedehuset - Fortun Turiststasjon	58
4.2. Drægne - Lægane - Kalvøyane	58
4.3. Hagane - Sving Lustravegen	59
4.4. Bjørnsteinsøy - Vadøyane - Eidsvatnet	60
4.5. Effekten av regulering og landbruk	61
4.6. Klimaendringer og tilpasning	63
5. Mulige tiltak	64
5.1. Løsningsretning	64
5.2. Vurderte tiltak	64
5.3. Konkrete anbefaling for tiltak	69
6. Konklusjon	71

1. Innledning

Asplan Viak er engasjert av Hydro AS for å kartlegge utviklingen og eventuelle endringer i Fortunselvi. Denne rapporten belyser fluvial morfologi i Fortunselvi nedstrøms Skagen Kraftstasjon i et historisk perspektiv fra 1964 til 2022. Fluvial morfologi omhandler studier av elvas form og dynamikk og hvordan vannet er med på å forme landskapet i og rundt elveleiet. Vannet eroderer og legger igjen sedimenter i ulike deler av elveleier som over tid gir karakteristiske landformer.

Det er i hovedsak to problemstillinger som skal besvares

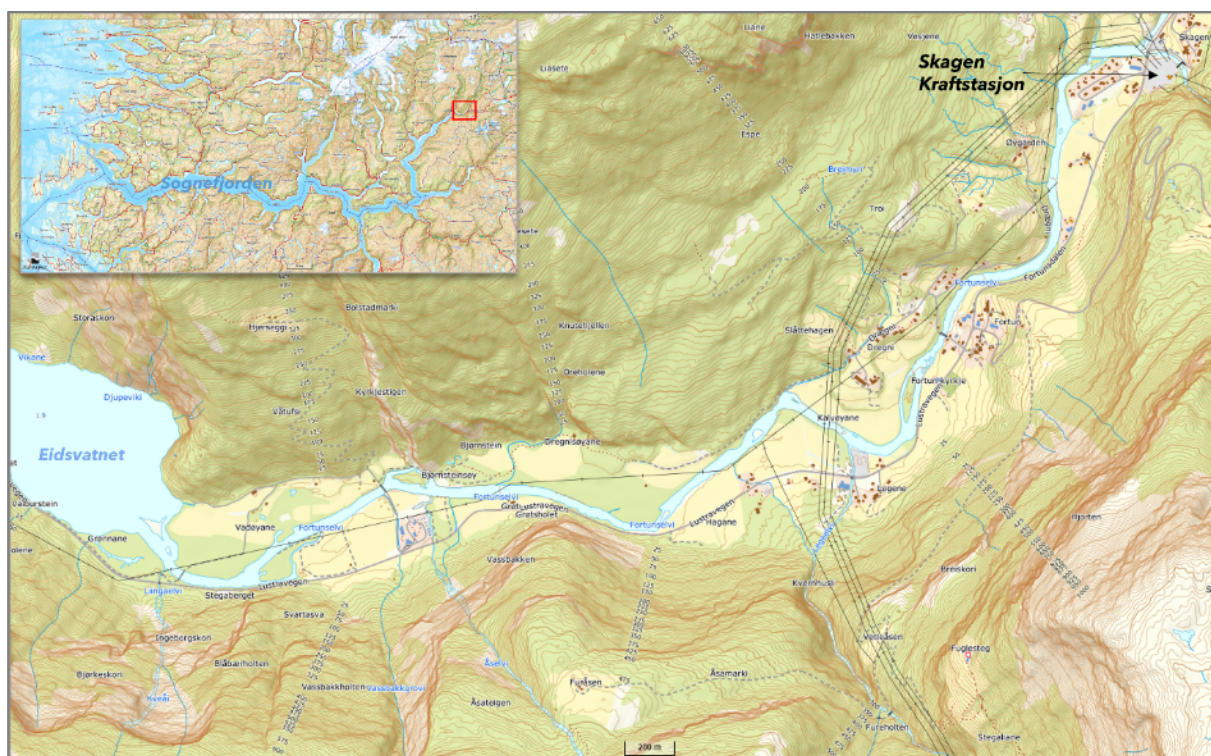
- Definere endringer av djupål, erosjon, sedimentasjon og kantvegetasjon, i og rundt elveløpet siden utbygging
- Basert på analysen av elva skal mulige tiltak belyses.

For å svare på overnevnte spørsmål skal det benyttes historiske flybilder, flere terrengmodeller, bildearkiver og lokalkunnskap. Det ble i tillegg gjennomført befarings i april 2022. Siden etableringa av kraftstasjonen i 1959 har infrastrukturen i Fortunsdalen gradvis blitt oppgradert og økt i omfang. Hvordan veger og sikringstiltak påvirker elva er også en del av vurderingen. Avslutningsvis vil nødvendigheten for, og mulige utforming for avbøtende tiltak, diskuteres.

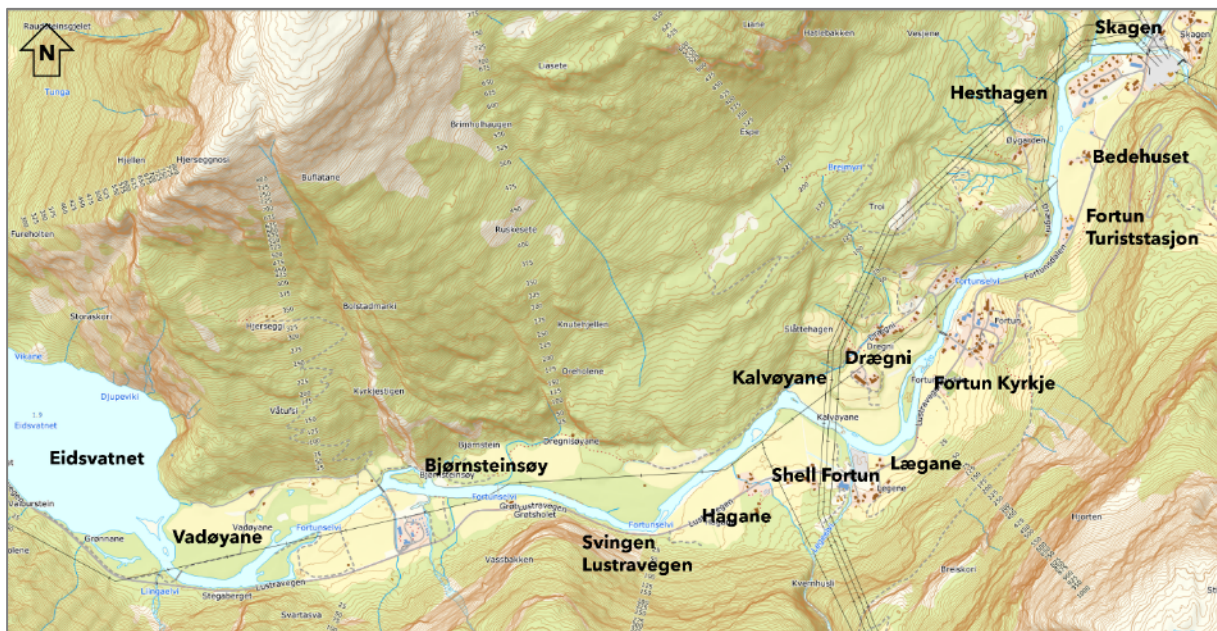
Grunneierlaget har ytret ønske om å definere et fast referansepunkt for elveprofilet, som dermed kan brukes som grunnlag for uttak av masser og vedlikehold langs elva i kommende år. Overnevnte problemstillinger vil bli diskutert opp mot hva som er en naturlig dynamisk elv basert på resultatet fra kartleggingen.

1.1. Områdebeskrivelse

Kartleggingsområdet er vassdraget Fortunselvi fra Skagen kraftstasjon til elvas utløp i Eidsvatnet, i Luster kommune, se Figur 1-1. Området ligger innerst i Sognefjorden, landskapet er preget av høye fjell og lange fjordarmer. Fortunsdalen kan beskrives som en U-dal formet av isbreer, og dalbunnen har flere elveterrasser, bratte bergnabber, og det er opparbeidet mye landbruksareal på flomslettene. I rapporten henvises det til en rekke stedsnavn i dalen, de mest sentrale er illustrert i Figur 1-2.

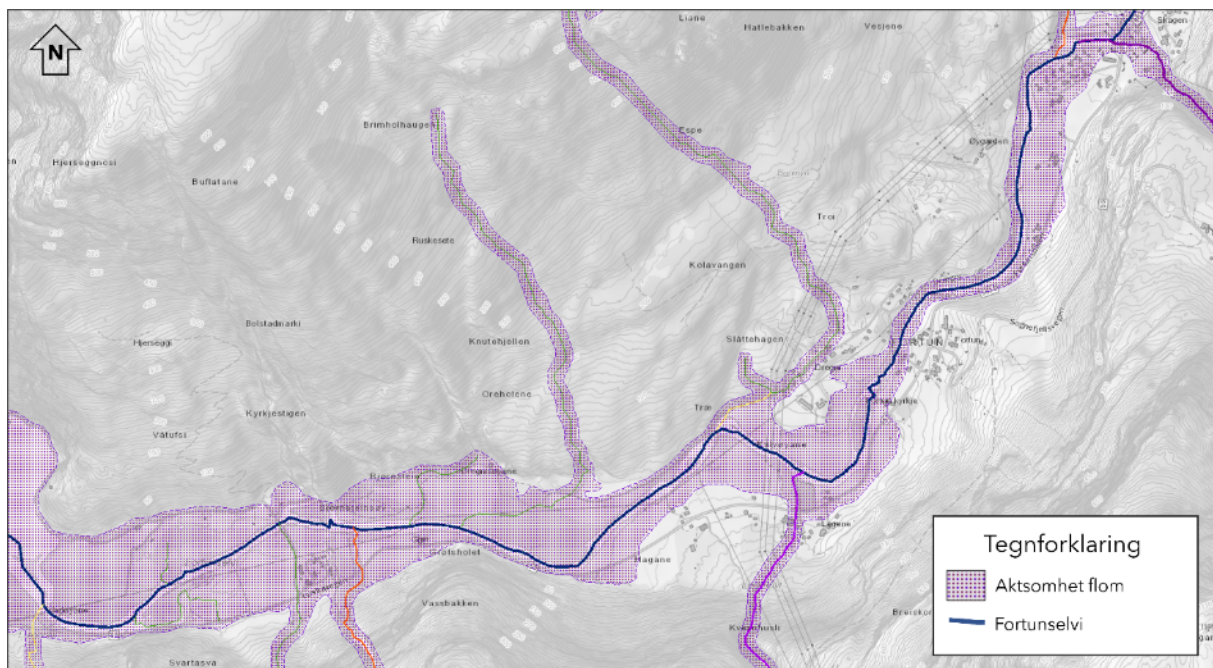


Figur 1-1: Oversikt over det aktuelle området som skal kartlegges, samt regional plassering innerst i Sognefjorden, Vestlandet.



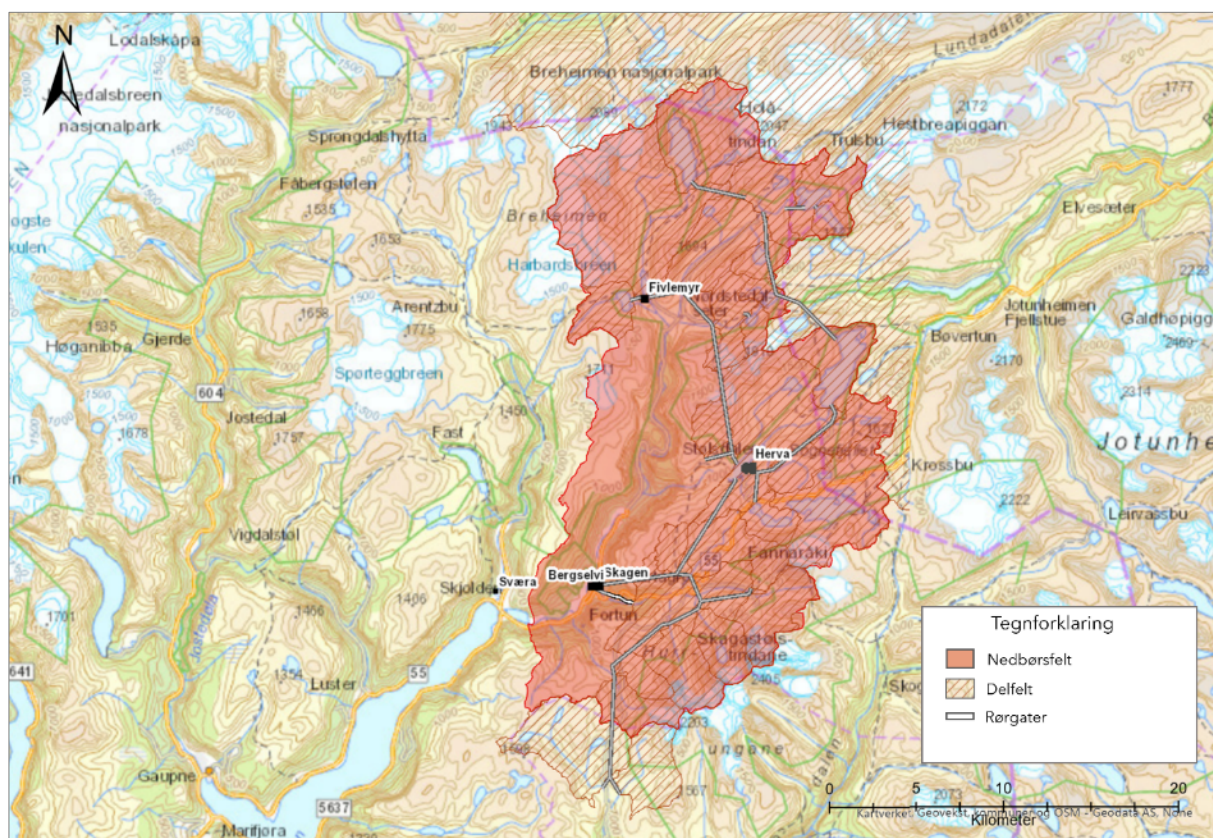
Figur 1-2: Annotert kart med de stedsnavnene som er mest sentrale gjennom rapporten.

Ifølge NVEs aktsomhetskart for flom (NVE 2022b), er stort sett hele dalbunnen flomutsatt ved store flomhendelser. Kartet gjengitt i Figur 1-3 har begrenset nøyaktighet, men gir en indikasjon og brukes typisk som første ledd i vurdering av flomfare.



Figur 1-3: NVEs aktsomhetskart for flom viser at stort sett hele dalbunnen i Fortunsdalen er innenfor aktsomhetsområdet (NVE 2022b).

Nedbørsfeltet til Fortunselvi er stort, 508 km², med isbreer og flere topper over 2000 moh., se Figur 1-4. Størrelsen og regulering tilsier en viss fordrøyning. Det er derimot bratte dalsider og høyt relieff, noe som tilsier mindre flomdemping sammenlignet med et flatere felt på tilsvarende størrelse. Helt sør i nedbørsfeltet strekkes overføringsrør utenfor det naturlige nedbørsfeltet, og tilfører 38 km².



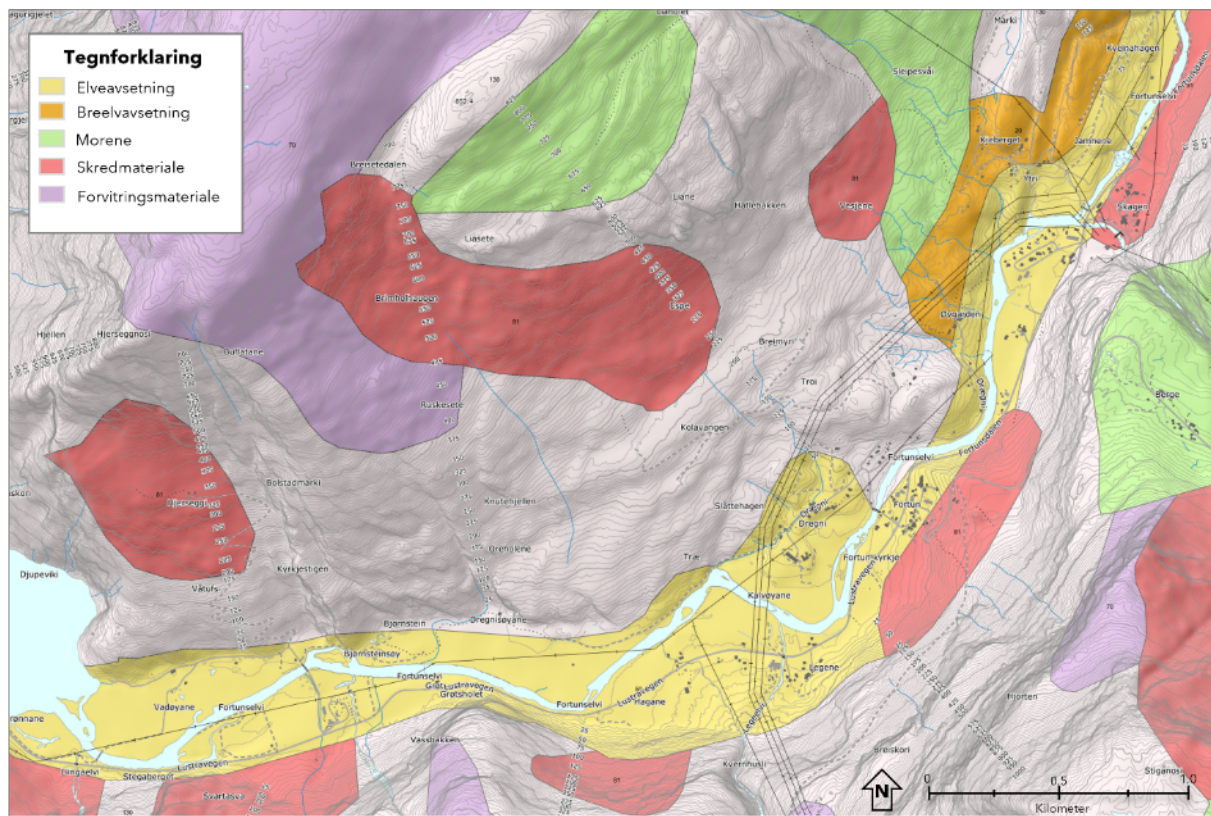
Figur 1-4: Nedbørsfeltet som dreneres gjennom Fortunselvi og til Eidsvatnet. Nettverk av rørgater og magasiner er hentet fra NVE Atlas – legg merke til delfelt med overføringer i sør som utvider det naturlige nedbørsfeltet.

1.2. Berggrunn og løsmasser

Fortunsdalen ligger ved foten av Hurrungane og Sognfjellet, og karakteriseres av høyfjell og bratte dalsider med mye skredmateriale. Berggrunnen består i hovedsak av gneis, fyllitt og noe kvartsitt og meta-arkose. Bergartene betegnes som harde og motstandsdyktige mot erosjon.

Dalbunnen preges av breelvavsetninger, skredmateriale og elveavsetninger. Løsmasser i området er illustrert i kartet i Figur 1-5, hentet fra NGUs karttjenester for løsmasser og kvartærgeologi og har relativt grov målestokk, noe som preger detaljnivået. Den store

andelen elveavsetninger tyder på at Fortunselvi er, og har vært masseførende. Sedimenttransport trekkes også frem av SWECO (2013).



Figur 1-5: Løsmasser og avsetninger i Fortunsdalen mellom Skagen kraftverk og Eidsvatnet. Hentet fra NGUs karttjeneste Løsmassekart (NGU, 2015)

1.3. Oppsett av rapporten

Rapporten er delt opp i tre hoveddeler, først teoretisk gjennomgang av hydrologiske prinsipper og mulige vassdragstiltak. Deretter følger en kronologisk gjennomgana av datagrunnlag og resultater. Tolkning av resultatene gir avslutningsvis grunnlag for å vurdere ulike tiltak som kan bøte mot flomrelaterte utfordringer i dalen.

2. Teoretisk bakgrunn

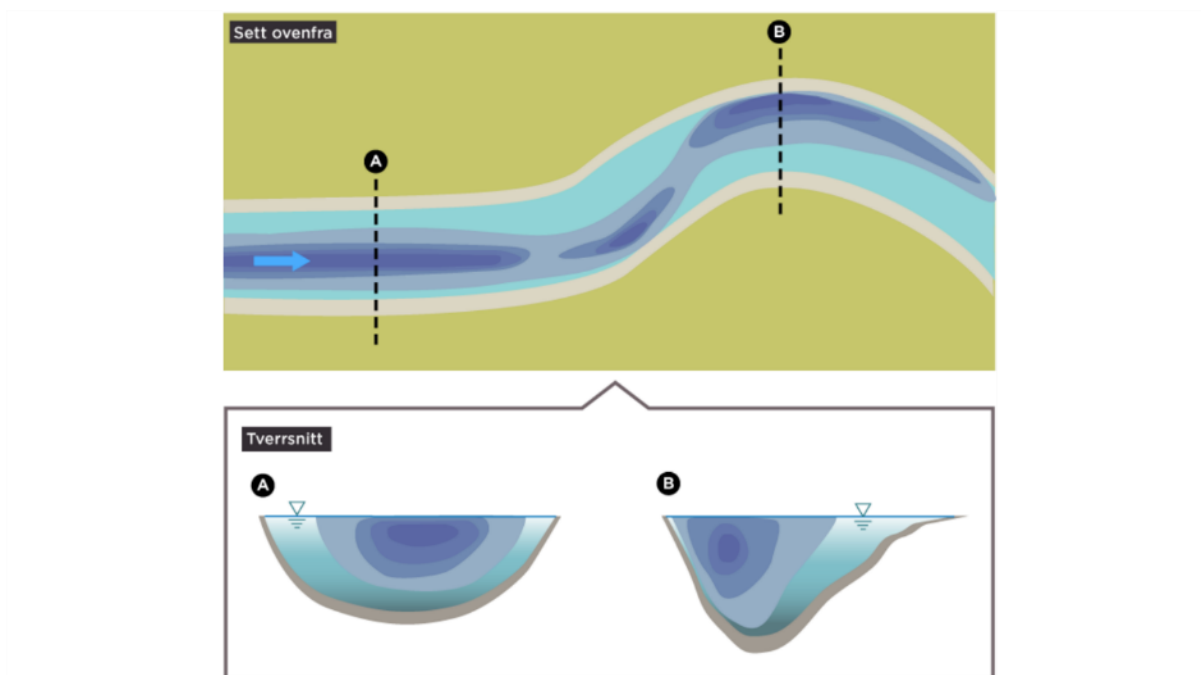
2.1. Hydrologiske prosesser

I kommende avsnitt presenteres en enkel gjennomgang av hydrologiske prosesser og vassdragsteknikk. For mer inngående beskrivelse henvises det til *Vassdragshåndboka* (Fergus. T., m.fl, 2010) og *Sikringshåndboka Moduler* (NVE, 2022a).

2.1.1. Dynamisk strømning

En elv vil i sin naturlige tilstand meandrere, altså svinge seg fra side til side og nedover mot et nullpunkt for erosjon, typisk havet. Meandreringen kommer av at vannmassene har ulik energi gjennom vannsøylen (se Figur 2-1, snitt A), og at terrenget ikke er konstant slik at strømningen varierer, dermed også kreftene i vannet.

Det betyr at det er økt potensiale for erosjon i ytersvinger der hastigheten er størst og sedimentasjon i innersvinger der hastigheten er relativt sett lavere (Figur 2-1, snitt B). Dette er en viktig forutsetning i Fortunselven, hvor disse prosessene også finnes.

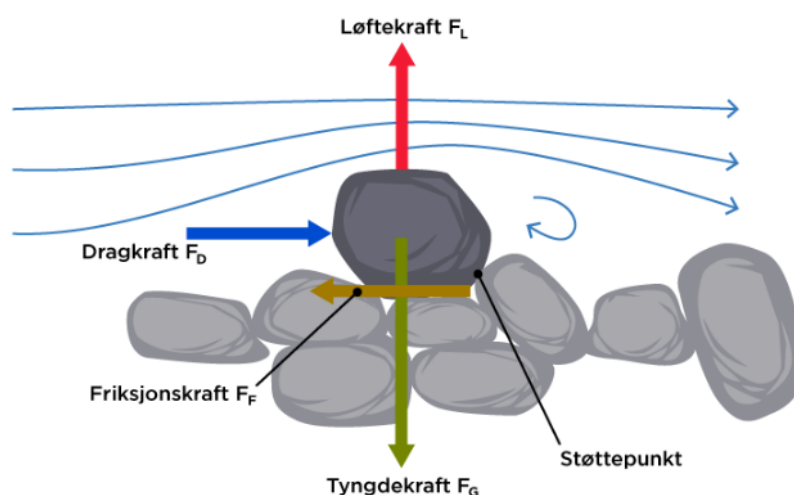


Figur 2-1: Elv i plan øverst og to profiler ved pkt. A og B nederst. Vannhastigheten er indikert med blåfargen (mørkest blåfarge viser størst hastighet). Hastigheten er størst i ytersvinger (NVE, 2022a)

2.1.2. Erosjon og sedimentasjon

Erosjon vil si at det er en netto reduksjon av masser langs bunn- og/eller sider. Sedimentasjon er det motsatte, der det avlagres mer materiale enn det fjernes. Krefter som virker på partikler på elvebunnen er illustrert i Figur 2-2. Strømningsmønster, helning i kanalen, vannhastighet og sedimentstørrelse er alle faktorer som påvirker de kreftene som presenteres i nevnte figur. Det vil si at forhold for erosjon og sedimentasjon endrer seg gjennom vassdraget, men også i tverrsnittet av kanalen, illustrert i Figur 2-1.

For sedimenttransport skilles det mellom bunntransport og suspendert materiale. Grus og stein som ruller bortover bunnen er bunntransport, mens finere sedimenter som sand, silt og leir kan holdes helt eller delvis flytende i vannmassene. Det groveste materialet avsettes først når erosjonskreftene avtar, mens finere partikler fraktes lengre helt til energien i vannet er for lav.



Figur 2-2: Krefter som virker på sedimenter i strømmende vann (Fergus, T., mfl. 2010).

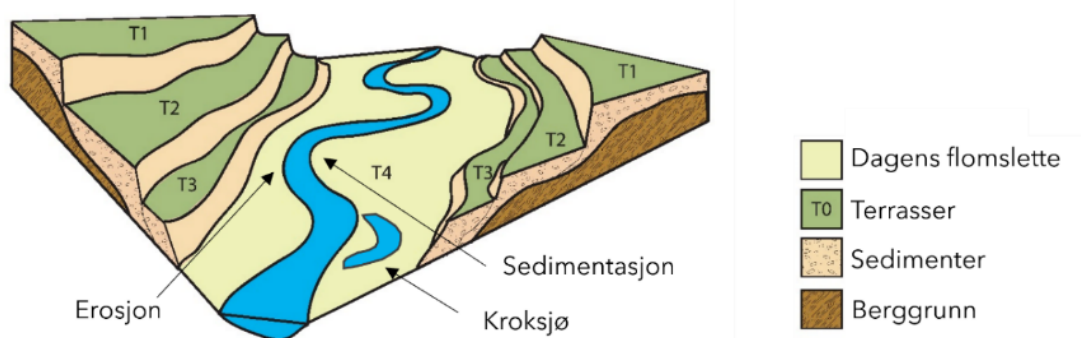
Selv om det ikke er reduksjon eller akkumulasjon av sedimenter, kan det fremdeles være betydelig sedimenttransport. Dersom tilgangen på sedimenter er tilstrekkelig kan det skape en situasjon der toppsjiktet av bunnsubstratet blir som et transportbelte som forflytter seg nedover elva, et såkalt dynamisk bunnsubstrat. Dersom sedimenttilførselen derimot avtar, men transportkapasiteten opprettholdes, vil elva erodere.

Dersom elva møter fast berg blir vannstrømmen presset i en ny retning da erosjonen av løsmasser opphører, og pga. turbulente strømmer skapes det typisk dype kulper ved punkt som er motstandsdyktig mot erosjon. Like nedstrøms slike dype kulper akkumuleres sedimenter når erosjonskreftene avtar. Slike dype kulper med grusbanker nedstrøms finnes ved flere lokasjoner i Fortunselvi.

2.1.3. Fluvial morfologi

Strømmende vann i elver og bekker er med på å forme landskapet på grunn av dynamisk strømming og erosjon eller sedimentasjon beskrevet i Kapittel 2.1.1.

I elveleier med relativt lav gradient vil elva typisk erodere i yttersving og avsette sedimenter i innersving, over tid vil dette utvikle seg til meandrerende svinger. Etter hvert som elva forsetter å flytte på sedimenter vil det kunne bli dannet kroksjøer, flomsletter og elveterraseer – typisk morfologi rundt en meandrerende elv er illustrert i Figur 2-3. Se Figur 2-4 for et eksempel i Mørkrisdalen.



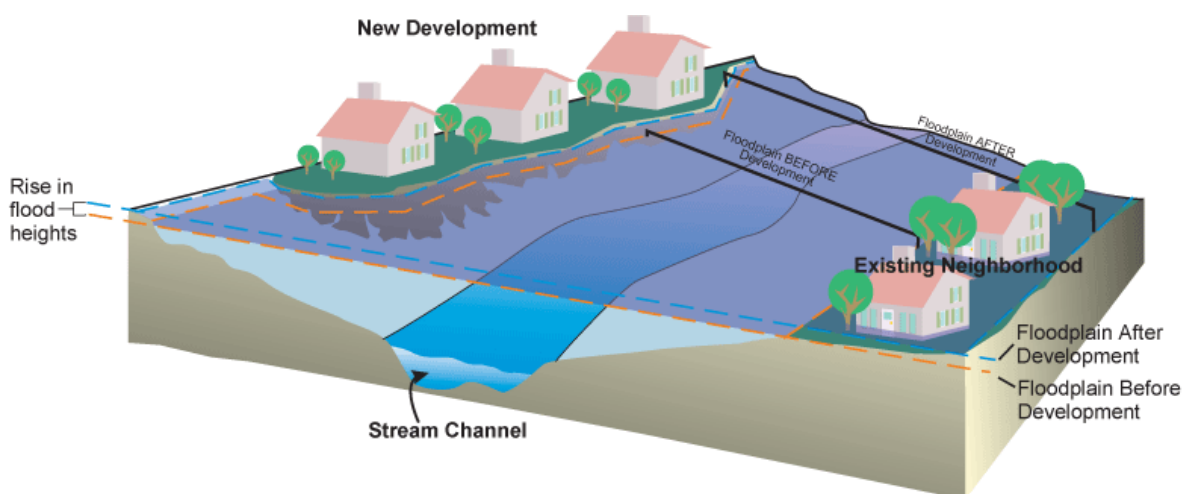
Figur 2-3: Skjematisk fremstilling av morfologisk utvikling rundt elvesystemer.



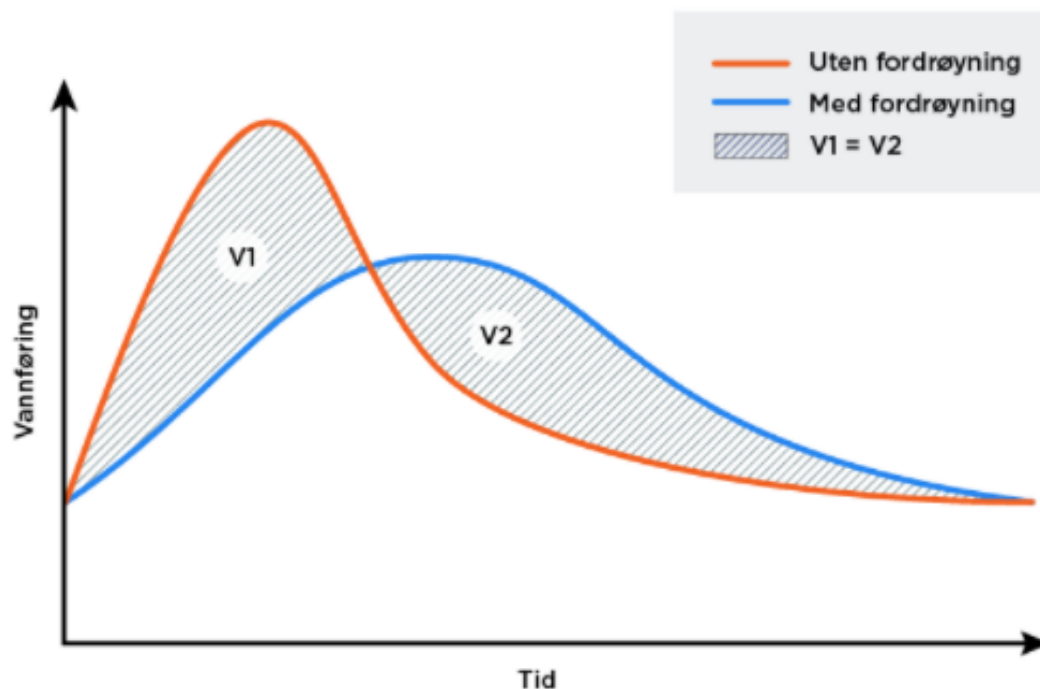
Figur 2-4: Eksempel meandrerende elv, og danning av kroksjøer, Sveidøla, Mørkrisdalen (nabodalen, vest for Fortunsdalen). Flyfoto fra Norge i Bilder.

Terrasser er tidligere flomsletter som har blitt tørrlagt etter hvert som elva graver seg dypere i dalbunnen. Flomslettene er viktige landbruksareal – og det gunstige jordsmonnet er skapt på grunn av at fint sediment er avsatt under flommer der vannhastigheten i elveprofilen er høy, men reduseres utover flomslettene.

Flomslettene har en viktig oppgave ved en flomhendelse der vannmasser kan midlertidig lagres utenfor elveløpet. Alt vannet dreneres fremdeles gjennom elva, men med fordrøyning tar dreneringen lenger tid, og flomtoppen reduseres. Prinsippet bak fordrøyning er illustrert i Figur 2-6. Når noe vann tar ut på flomsletter reduseres samtidig erosjonspotensialet i hovedløpet. Ifølge NVE (1999) kan sikringstiltak mot flom i og langs elveleiet påvirke flomforløpet (økt flomtopp) ved at fordrøyning reduseres. Ved å bygge og utfylle i flomsletter øker vannstander lokalt og videre oppstrøms under en flomhendelse (se illustrasjon i Figur 2-5).



Figur 2-5: Illustrasjon som viser effekten (økning) på flomvannstand ved å bygge i flomsletter. Heving av terrenget på den ene siden hindrer oversvømmelse, men gir økt vannstand og oversvømmelse på motsatt side.



Figur 2-6: Skjematisk fremstilling som viser hvordan fordrøyning påvirker flomtoppen og flomforløpet (NVE, 2022a)

2.2. Regulerte vassdrag

Regulerte vassdrag vil respondere på nedbør ulikt fra et uregulert felt, da magasinene og kraftproduksjon påvirker de naturlige prosessene for avrenningen. Magasinene bidrar til fordrøyning (midlertidig lagring av vann) og dermed flomdemping på samme måte som flomsletter eller naturlige innsjøer. Regulering i vassdrag bidrar normalt til å skape en mer konstant vannføring. Manøvreringsreglementet (Vassdragsreguleringsloven) legger føringer på hvordan magasiner kan tappes eller fylles – og slår fast at regulanten har et ansvar for å begrense skader ved en flom. Det vil ikke si at en regulant kan fjerne alle flommer, men regulering kan bidra til flomdemping og begrense skadeomfanget.

Norsk Klimaservicesenter har publisert klimaprofil for Sogn og Fjordane. På grunn av klimaendringer forventes det en generell økning i regn. Mer regn og økte vintertemperaturer fører til et redusert snølager og følgelig reduserte snøsmelteflommer. Regnflommer er generelt vanskeligere å forutse sammenlignet med snøsmelteflommer – derfor er regulantens rolle for flomdemping både svært viktig men også mer utfordrende.

2.3. Kantvegetasjon

Kantvegetasjon defineres som vegetasjon som vokser langs kanten av vassdrag eller innsjøer. Vegetasjonen er viktige leveområder for fisk og dyr, og røttene er med på å minske erosjonen på elvebredden.

Vannressursloven §11 (Lovdata, 2021) omhandler særskilt forvaltning av kantvegetasjon. Kantvegetasjon skal forvaltes slik at naturlig forekomster av arter og naturlige prosesser opprettholdes. Det skal opprettholdes kantvegetasjon der det ikke er til stort hinder – bredden fastsettes av kommunene.

Vegetasjon er også en viktig faktor for å begrense skadene som kan oppstå ved en flom. Kratt, busker og trær bremser flomvannet og bidrar til å beskytte bakenforliggende areal. Lavere vannhastighet reduserer samtidig erosjonspotensialet og røttene er med på å binde sedimentene og øker dermed kreftene for støttepunkt og friksjon (se Figur 2-2). Gress har lite betydning for erosjonssikring, det må være en viss størrelse på rotsystemet for at ønsket effekt skal oppnås. Vegetasjon er svært viktig som en buffersone mellom landbruk og vannveier, da røttene fra busker og trær hindrer uønsket avrenning fra landbruket.

Store trær i dårlig forfatning kan ha en negativ effekt dersom de skulle undergraves og velte (rotvelt) – dermed eksponere eroderbare masser. Vegetasjonen øker ruheten på overflaten og reduserer vannhastigheten, dermed kan det gi økt oppstuvning og mer oversvømt areal. Vegetasjon som dras med av vannmassene kan også gi problemer dersom drivgodset blir sittende fast under bruer eller i innsnevring. Forvaltning av kantvegetasjon er derfor viktig.

NVEs veileder, *Kantvegetasjon langs vassdrag*, (2019), oppsummerer ansvarsfordeling mellom involverte parter.

2.4. Sikringstiltak i vassdrag

2.4.1. Utfordringer ved flom

Det er flere aspekter ved en flom som kan være utfordrende for sikkerheten for bebyggelse og infrastruktur nærliggende et vassdrag. De ulike momentene er oppsummert i Figur 2-7. Middelflom er en flomstørrelse som statistisk sett inntreffer annethvert år – og gir ikke oversvømmelse utover elvebreddene. Forskjellig infrastruktur har ulike krav til flomsikring der desto større konsekvenser ved oversvømmelse – desto høyere er dimensjonerende flom. Sikkerhet mot flom for omtales i detalj i TEK 17 §7-2 og for infrastruktur henvises det til SVVs Håndbok N200 Vegbygging. Overnevnte kilder omhandler ikke landbruk og innmark, da det ikke innebærer en direkte fare for mennesker. Følgelig er det ikke føringer

for hvor store flommer en sikring skal dimensjoneres for. Norges Bondelag har utarbeidet en *Veileder for håndtering av flom og overvann i landbruket* (2017).

Infrastruktur som ligger nært og på samme høyde som vassdraget kan oversvømmes, vann på avveie kan trenge inn i kjellere og drivgods kan skape kapasitetsbegrensninger ved bruer. For landbruksareal skaper oversvømmelse problemer både pga. matjord som vaskes bort, og at nye masser sedimenteres. Naturbaserte løsninger med miljøtilpasning opprettholder den naturlige dynamikken i elva i større grad enn de harde løsningene som tvinger elva inn i et kunstig løp. Miljødirektoratet har utviklet en håndbok for god praksis ved miljøforberedende tiltak i elver og bekker (Miljødirektoratet, 2018).

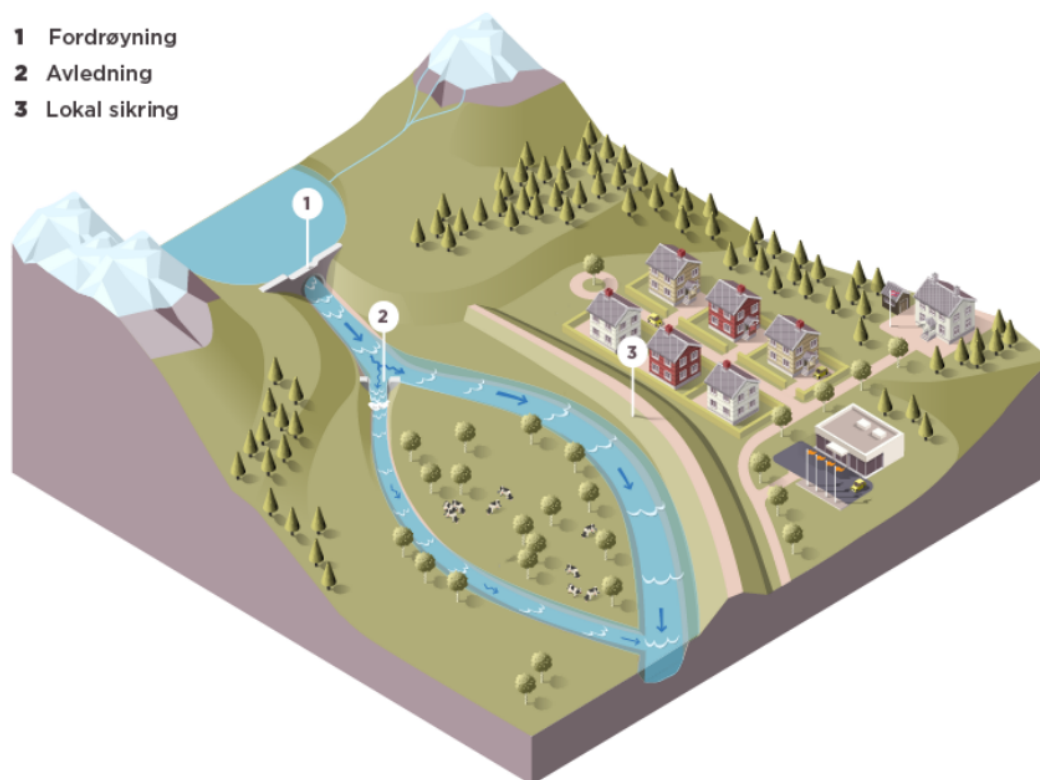


Figur 2-7: Illustrasjon over typiske problemer knyttet til oversvømmelse og flom (NVE, 2022a).

2.4.2. Kapasitet og fordrøyning

Ved økt vannføring i en elv eller bekk kan vannstanden stige til et nivå som overgår kapasiteten i elveløpet, og dermed oversvømme omkringliggende areal. For å forhindre oversvømmelse må kapasiteten til elveprofilet økes eller avlastes. Bunnsenkning, flomvoller og flomløp er tiltak som håndterer vannmengdene ved en flomhendelse. De førstnevnte sentrerer flomvannet mer eller mindre i elva, mens et flomløp gir avlastning for hovedløpet ved at vannet får en alternativ kanal når vannstanden øker.

Fordrøyning (flomsletter, innsjøer, eller kunstige magasiner) er med på å senke flomtoppen og kan begrense oversvømmelser ved at flommen strekkes over et lengre tidsrom (se Figur 2-6 i kapittel 2.1). En prinsippskisse for mulige tiltak for økt kapasitet og avlastning er gitt i Figur 2-8.

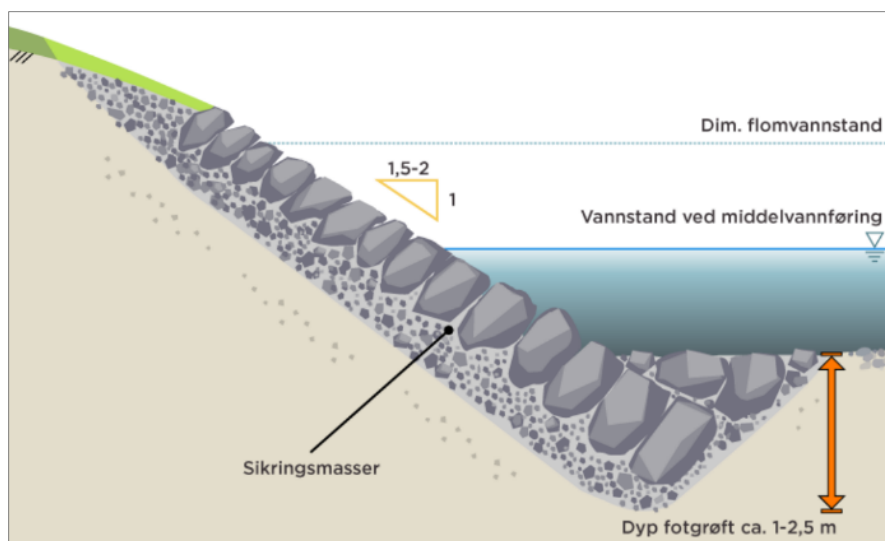


Figur 2-8: Prinsippskisse for fordrøyning og tiltak for å forhindre eller begrense skadene ved oversvømmelser (NVE, 2022a).

2.4.3. Erosjonssikring

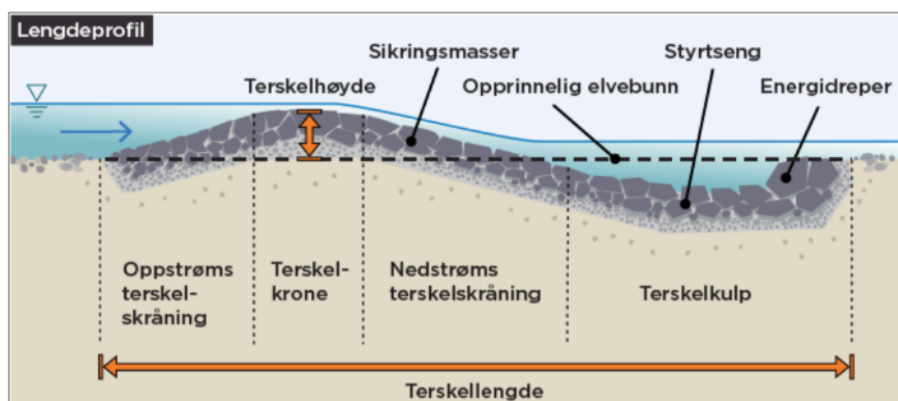
Det er flere måter å forhindre eller å begrense skadene fra erosjon. Sikringen må prosjekteres slik at den beskytter mot flom, samtidig som det naturlige miljø burde bevares i størst mulig grad. Plastring, stabile steiner som legges i flukt med god sammenkobling, skaper et glatt skjold som beskytter bakenforliggende sedimenter. Plastring krever presisjon i utførelsen slik at mellomrommene mellom steinene ikke blir for store, og kan brukes for å sikre både elvebunn og sider. En mulig ulempe med plastring er at det skaper økte vannhastigheter og forringer leveområder for fisk og dyr i elva. Alternativt kan det benyttes rauset sprengstein, tørrmur eller betong – med mange varianter og mulige tilpasninger.

Erosjonssikring av elvesider må gjøres på riktig måte slik at sikringen ikke undergraves og kollapser. Eksempel på hvordan foten av sikringen kan utformes er illustrert i Figur 2-9.



Figur 2-9: Eksempel på hvordan foten av erosjonssikring av elvesider kan utføres for å hindre undergraving og kollaps (NVE, 2022a).

Terskler er en konstruksjon på tvers av elveprofilen og kan utformes på flere ulike måter, i prinsippet er det en lav demning som stabiliserer elvebunnen. Oppstrøms terskelen reduseres vannhastigheten, dermed bremses erosjon og bunntransport. Prinsippskisse for utforming av en terskel bestående av løsmasser (uten betong, metall eller trevirke) er illustrert i Figur 2-10



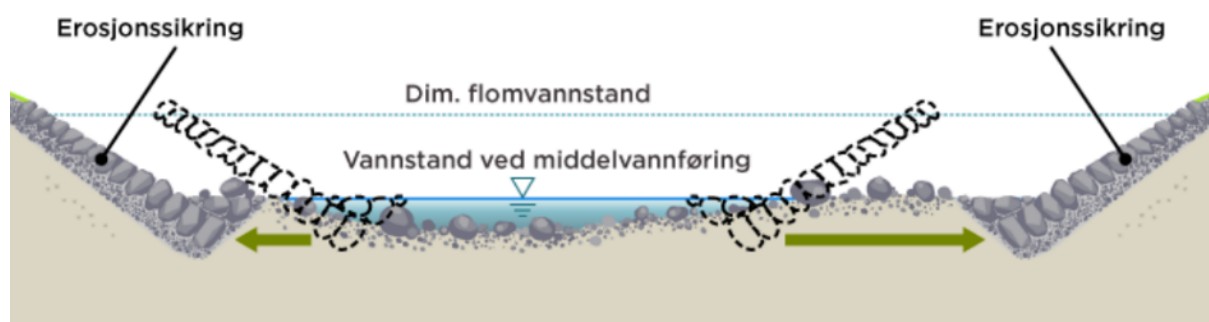
Figur 2-10: Prinsippskisse for utforming av en løsmasseterskel, (NVE, 2022a).

En annen metode for å erosjonssikre elvebunnen er å etablere steingrupper med stabile steiner. Steingruppene forankrer bunnssubstratet og skaper variasjon i vannstrømmen, samt bremser vannhastigheten. Steinene kan legges gruppevis i en cellestruktur eller enkeltvis. - denne metoden kan gi et naturlig uttrykk i elva.

Buner (også kalt strømvaviserer) er en metode der vannstrømmen ledes bort fra yttersving og områder utsatt for erosjon. Buner bygges typisk som en liten utstikker fra elvebredden, og flere buner langs elvebredden bryter opp strømningen og minsker kreftene som vannet

påfører elvebredden, men sentrerer strømmen mot midten av elva. Denne delen av elva er da utsatt for erosjon, siden strømhastighet øker.

Et viktig aspekt for erosjonssikring er å bevare et naturlig elveprofil og bunnforhold dersom det er mulig. Sikringen kan bygges på en slik måte at det bidrar til både sikkerhet mot erosjon og oversvømmelse. Tilbaketrukket sikring, illustrert i Figur 2-11, viser hvordan erosjonssikring av elvebredden kan utføres. Som Figur 2-11 viser, har den stabile kanalen tilstrekkelig kapasitet til å romme dimensjonerende flomvannstand i tillegg til å forhindre erosjon. Rauset stedige masser utenpå erosjonssikringen kan bidra til å opprettholde massebalanse i elva. Tilbaketrukket erosjonssikring kan også legges et stykke inn på flomslettene, dermed tillates det en viss erosjon av elvebredden, men gir mulighet for fortsatt dyrking.



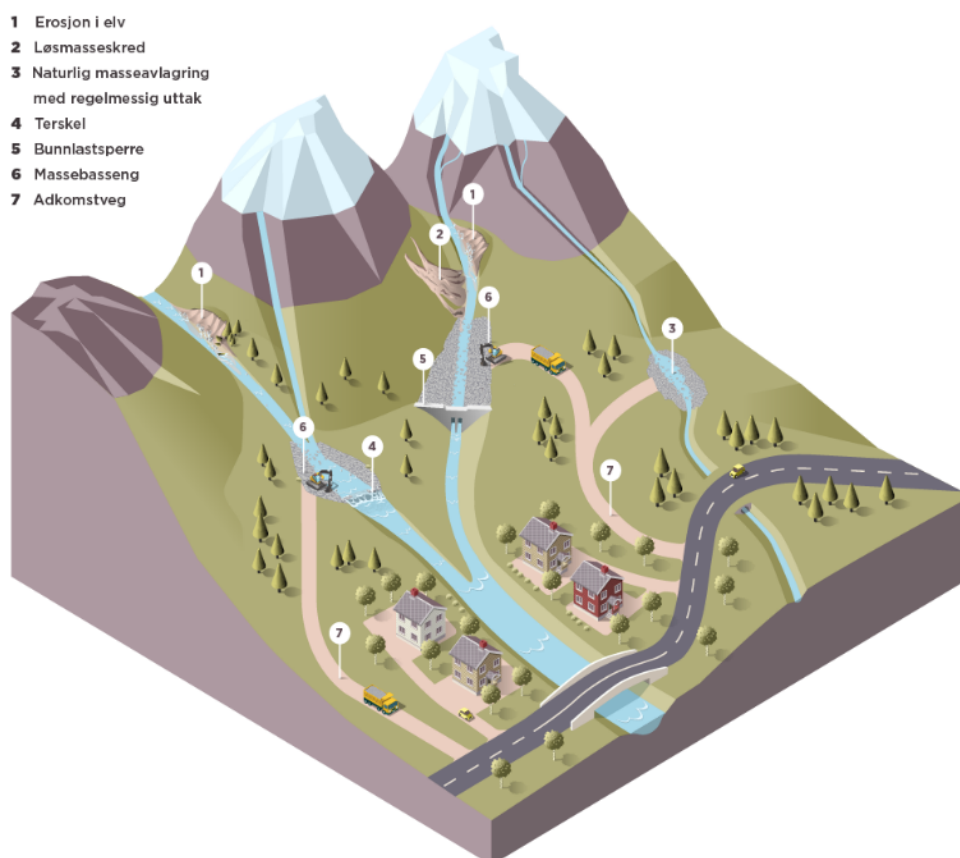
Figur 2-11: Prinsippskisse over tilbaketrukket erosjonssikring (NVE, 2022a).

Plastring og kanalisering (harde tiltak) av elveløpet har flere konsekvenser for morfologi og arter som lever tilknyttet vannet. Harde tiltak hindrer meandrering og naturlig migrering av elveløpet. Konsentrering av vannstrømmen gir større potensiale for erosjon – spesielt i yttersvinger, som på sikt kan skade sikringen. Der harde tiltak slutter er elva særlig utsatt for erosjon. Harde tiltak kan ha en indirekte effekt på strømning og morfologi utover tiltakets utstrekning.

2.4.4. Masseuttak

Masseuttak i elver kan gjøres på to måter, enten ved å utnytte steder der elva naturlig avlagrer masser, eller ved å etablere bassenger for sedimentasjon, se Figur 2-12. Kunstige massebasseng kan være en terskel (bunnlastsperre) eller en større demning som danner en kulp oppstrøms der vannhastigheten avtar betydelig og sediment avsettes. Kunstige massebasseng må forvaltes slik at kapasiteten opprettholdes, det må også prosjekteres nøye slik at konsekvenser blir kartlagt.

Masseuttak fra naturlige avlagrede masser må gjøres på en slik måte at ønsket kapasitet oppnås, samtidig som strømningsforholdene nedstrøms ikke forringes. Det kan være hensiktsmessig å ta et tynt lag over et større areal, dermed kan den naturlige sedimenttransporten fortsette ved neste flom. Dersom masseuttaket er for stort vil elva erodere seg enda dypere og gir problemer nedstrøms. Masseuttak må gjøres i samarbeid med fagkyndige for å ikke ødelegge bunnsubstrat som kan være viktige biotoper for fisk.

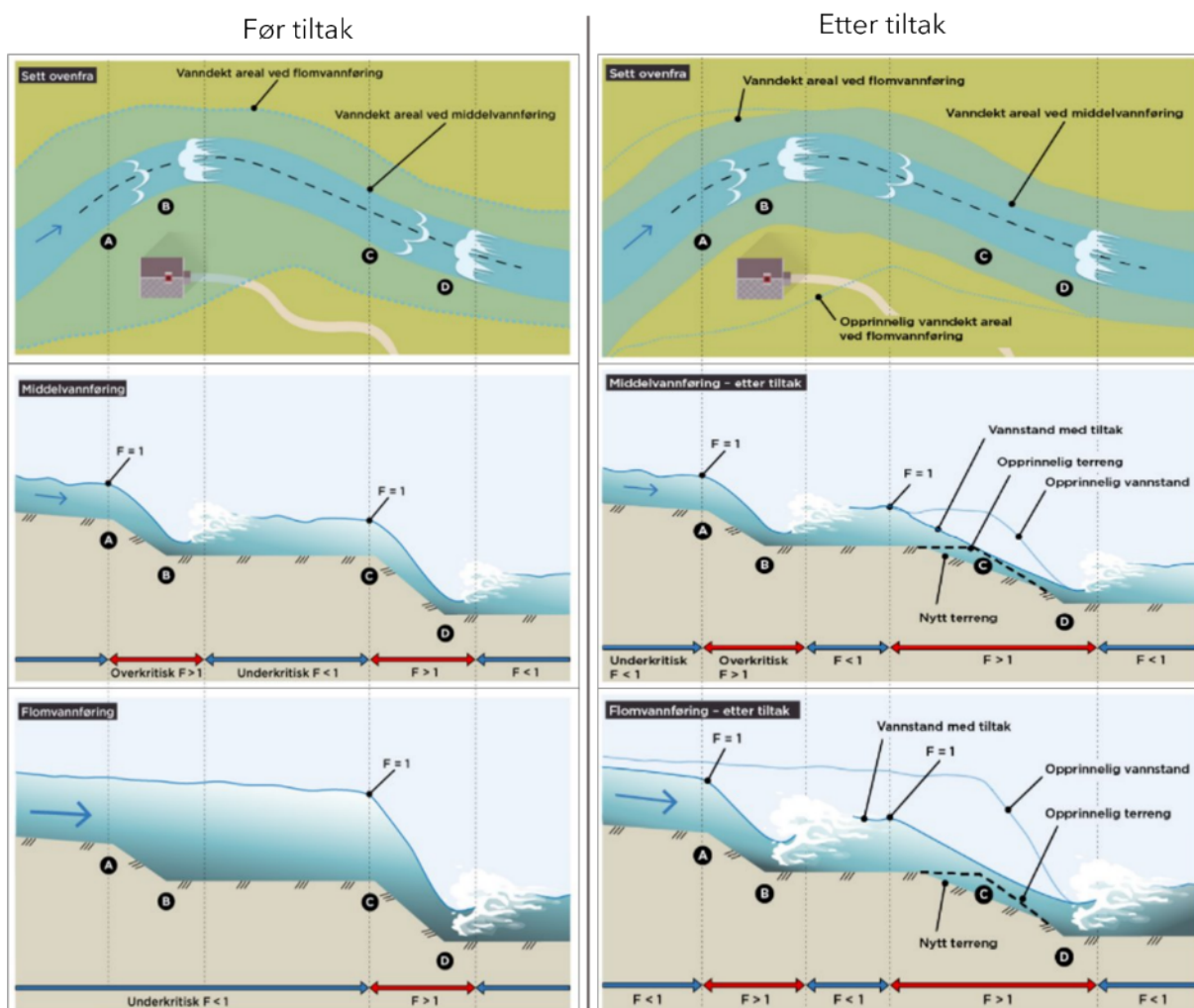


Figur 2-12: Prinsipiell fremstilling av ulike metoder for masseuttak i et elvesystem (NVE, 2022a).

2.4.5. Konsekvenser av tiltak i et vassdrag

Elvers dynamiske natur gjør at et tiltak på et sted kan få ringvirkninger oppstrøms og nedstrøms, utover det som var intensjonen for selve tiltaket. Det er derfor essensielt å se på et vassdrag som en helhet og redegjøre for indirekte konsekvenser av et tiltak. Figur 2-13 illustrerer effekten av et tiltak, i dette tilfellet effektiviseres strømmingen ved at bunnen senkes over et knekkpunkt (snitt C-D). Før tiltaket blir brekket over snitt A-B oversvømt fordi strømmingen videre er lite effektiv. Når bunnen senkes over snitt C-D, skapes det mer

overkritisk strømming (raskere). Dermed minsker oppstuvningen og oversvømt areal oppstrøms snitt C-D begrenses.

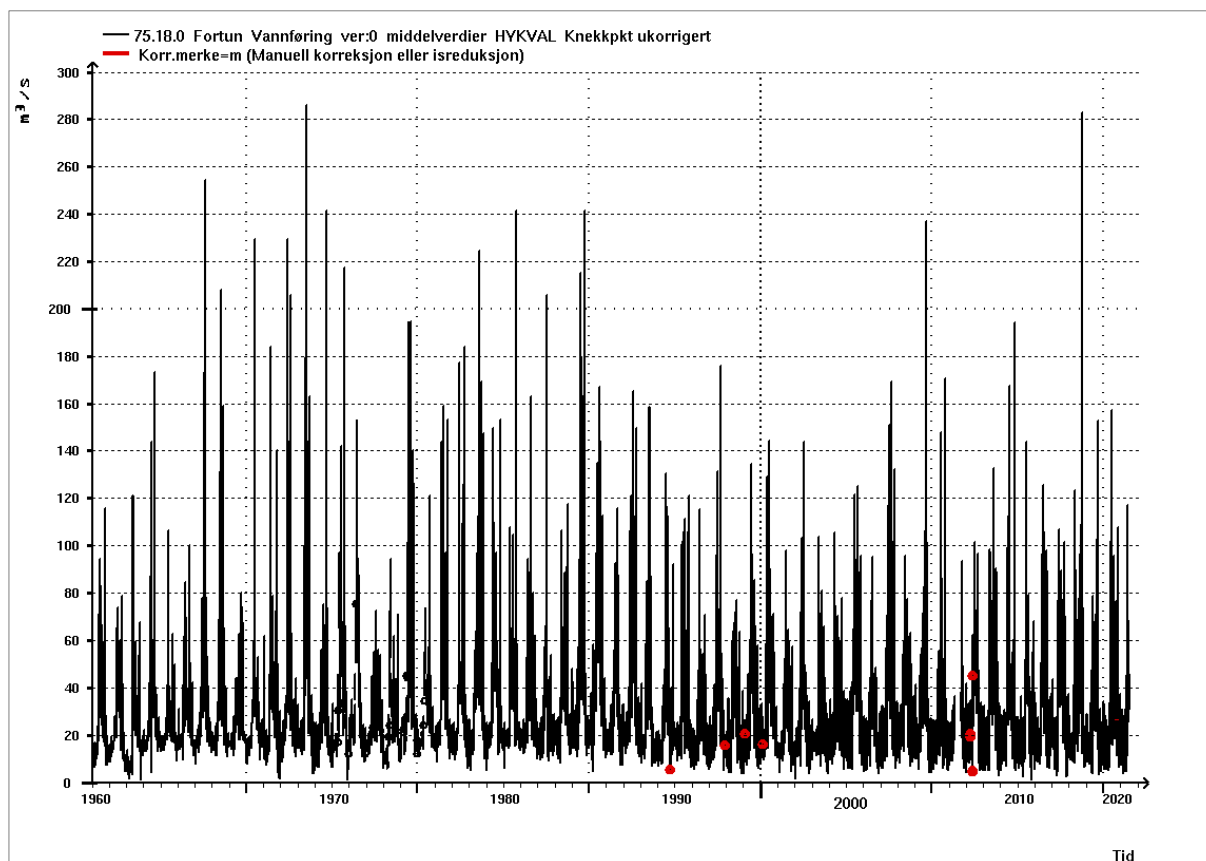


Figur 2-13: Prinsippskisser som viser en flomsituasjon før og etter et tiltak der bunnforholdene i elva er endret. Bunnsenkning nedstrøms (C-D) skaper mer effektiv strømming, slik at oppstuvningen reduseres (over A-B) og huset ikke lenger er flomutsatt. Dette illustrerer hvordan tiltak påvirker dynamikken i elva (NVE, 2022a).

3. Datagrunnlag og resultater

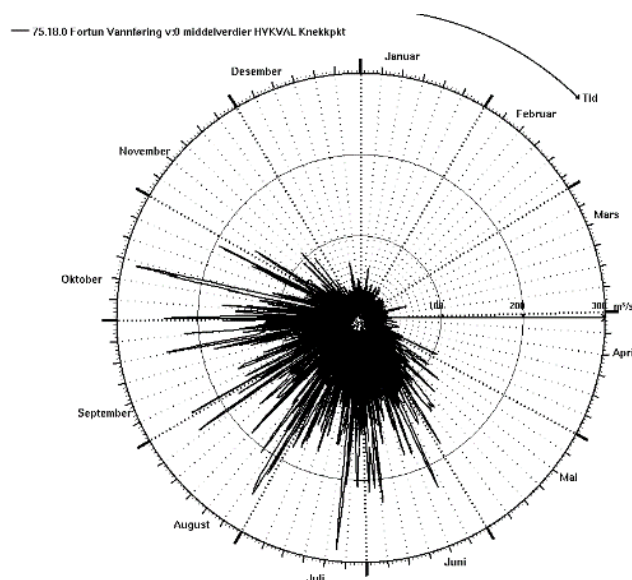
3.1. Vannføring i Fortunselvi

Hydrografen som presenteres i Figur 3-1 viser kulminasjonsverdier for vannføring i Fortunselvi siden oppstarten av målestasjonen tidlig på 1960-tallet. Grafen er generert basert på data fra NVE (Hydra II, 2022) og viser flere store flommer på over 280 m³/s, deriblant flommen i 2018. Uten reguleringen ville det vært høyere kulminasjonsverdier, men også sannsynligvis mer variasjon. Siden oppstarten på 1960-tallet har kraftutbyggingen gradvis blitt oppgradert og utvidet. SWECO (2013) viser til en tydelig reduksjon i flomtopper etter utbyggingen, riktignok for en målestasjon (75.2 Ytri bru) oppstrøms det aktuelle kartleggingsområdet. Skalert for hele nedbørsfeltet er det fremdeles en viss nedgang i årsmiddel.



Figur 3-1: Hydrograf fra målestasjon 75.18.0 Fortun som viser kulminasjonsverdier for vannføring i Fortunselvi fra målestart i 1962.

Polarplottet i Figur 3-2 viser tydelig at de største flommene i Fortunselvi skapes mellom juni og oktober. De tidligste flommene stammer fra rask snøsmelting, mens høstflommene stammer fra store nedbørsmengder, kanskje kombinert med noe snøsmelting. De to største flommene som er registrert er fra juli 1974 og oktober 2018.



Figur 3-2: Polarplott for når på året de største flommene inntreffer i Fortunselvi.

3.2. Tidligere inngrep i vassdraget

Det har vært omfattende arbeider i og langs elveløpet over hele perioden som omfattes av datagrunnlaget. Vassdraget er regulert, men her beskrives kun elveløpet fra Skagen kraftstasjon, ned til Eidsvatnet. Det er ifølge NVEs karttjeneste NVE Atlas gjort noen få tiltak i elva, men med bedre kjennskap til området er det tydelig at det har vært gjort utallige tiltak i elva både av NVE, Hydro og grunneiere. Det omfatter masseuttak, erosjonssikring, fjerning av kantvegetasjon, innsnevring av elveløpet og bygging av en terskel ved Lægane, tidligere inngrep beskrives mer inngående i Vedlegg 1 og senere i dette kapittel. Det er tre bruer som krysser elva i det aktuelle området, med veger som krysser flomsletter.

November 2017 ble det etablert en løsmasseterskel nedstrøms svingen ved Lægane (SWEKO 2013), nøyaktig utforming sammenlignet med prinsippskissen illustrert i Figur 2-10 er noe usikkert. Terskelkrona ligger på ca. 10.5 moh., med et fall på 1.5:20 og er 35 meter bred.

Det er i tillegg gjort omfattende inngrep i Fortunselvi oppstrøms Skagen kraftstasjon. Erosjonssikring og flomvoller er tiltak som hindrer lokal oversvømmelse og erosjonsskader, men kan i tillegg ha en viss betydning for flomsituasjonen nedstrøms i den aktuelle

elvestrekningen fra Skagen til Eidsvatnet, da flomvannet i mindre grad fordrøyes og flomforløpet spisses (se avsnitt 2.1.3 og Figur 2-8).

3.3. Befaring april 2022

For å få inngående kjennskap til elva og problemstillinger ved utvalgte lokasjoner ble det gjennomført befaring fra Skagen Kraftstasjon ned til Eidsvatnet. Befaringen omtales i et eget notat (Vedlegg 1) med bilder, notater, observasjoner fra hele den kartlagte strekningen.

3.4. Beskrivelse av fluvial morfologi i Fortunselvi over tid

3.4.1. Turkart Fortun 1900

I Kartverkets (2022b) database for historiske kart finnes det kart over Sogn og Fjordane og omegn fra sent 1800 og tidlig 1900-tallet. Kartgrunnlaget som er benyttet kan være enda eldre enn kartet som er gjengitt i Figur 3-3. Det er i midlertidig interessant å studere elveløpet rundt Bjørnsteinsøy, annotert i Figur 3-4. Det historiske elveløpet har flere svinger og øyer, samt en krappere sving rundt Vadøyane. Denne morfologien av elvebredden kan gjenkjennes i terrengdata fra 2022, og illustrerer elvas dynamiske utvikling. Sammenligningen tyder på at tidligere elveløp har utnyttet et større areal i dalbunnen og at dagens elveløp er mer kanalisert. Selv om turkartet fra 1900 er i målestokk 1:200 000 og relativt grovt, ser det ut at elven tidligere var bredere i nedre delen fra Lægane mot utløpet i Eidsvatnet. Holmen mellom Fortun Kyrkje og Drægne (detaljbilde nr. 2) er ikke tegnet inn på kartet. Nedstrøms Skagen er elveløpet mer rettlinjet, muligens fordi Hesthagen ikke var bygget ut på dette tidspunktet, utover dette virker elveløpet relativt likt som i dag.



Figur 3-3: Historisk kart over Fortun, datert 1900 med målestokk 1:200 000. Legg spesielt merke til svingene i elveløpet markert med nr. 1, og bredden på elveløpet markert med nr. 2 (Kartverket, 2022b).



Figur 3-4: Sammenligning av kartgrunnlag fra år 1900 med terreng og flyfoto fra 2022. Elveleiet rundt Bjørnsteinsøy gikk tidligere lenger nord i dalen, og den historiske elvebredden kan også kjønes igjen på terrengdata fra 2022.

3.4.2. Fortunselvi 1965

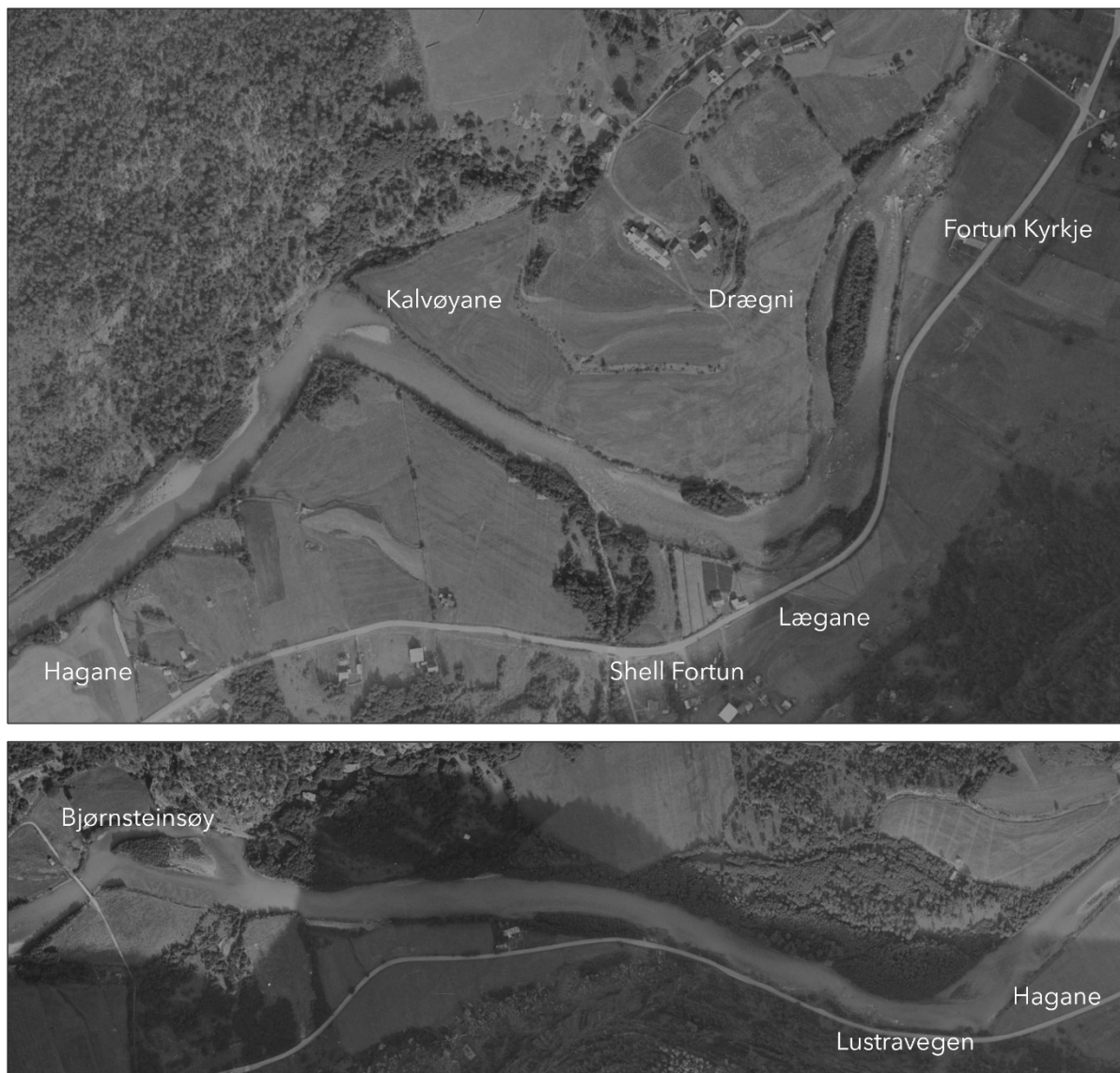
Svart-hvitt bilder fra 1964-65 er det tidligste datagrunnlaget og viser situasjonen i elva noen år etter kraftutbyggingen startet. Det finnes ikke terrengdata fra dette tidsrommet. Figur 3-5 viser øvre del av elva, fra Skagen mot Fortun Kyrkje. Holmen nord for Hesthagen har mye vegetasjon og et splittet elveløp. Oppstrøms Bedehuset ligger en stor grusbank som på dette tidspunktet er oversvømt, uten vegetasjon, og mest vannføring langs sidene. Mot vest på grusbanken kan en fiskefelle sees, og mot øst er landbruksareal opparbeidet, men med en del vegetasjon langs elvekanten. Det er generelt spredt kantvegetasjon.



Figur 3-5: Fortunselvi nedstrøms Skagen kraftstasjon i 1965, relativt tidlig etter utbygging av vannkraft (NorgeiBilder, 2022).

Fra Fortun Kyrkje og nedover mot Bjørnsteinsøy svinger elva seg nedover med grusbanker og kantvegetasjon, med landbruksareal på flomslettene rundt, se Figur 3-6. Det er få tegn

til erosjonssikring utover naturlig kantvegetasjon. Holmen mellom Fortun Kyrkje og Drægni er skogkledd, det samme gjelder innersvingen ved Lægane. Ved Kalvøyane er den ene grusbanken bar, mens banken nedstrøms svingen er delvis skogkledd. Elveleiet ved Hagane er relativt bredt, og innersvingen har lite buskas. Rundt Bjørnsteinsøy er vegetasjonen glissen.

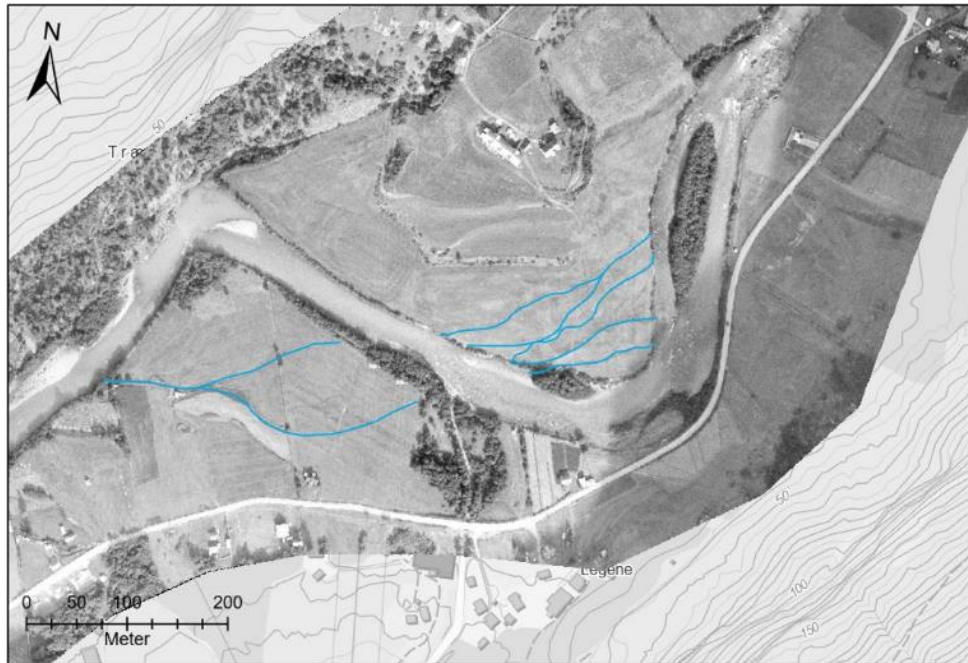


Figur 3-6: Midtre og nedre del av Fortunselvi, fra Fortun Kyrkje til Bjørnsteinsøy, flyfoto fra 1964-65 (NorgeiBilder, 2022).

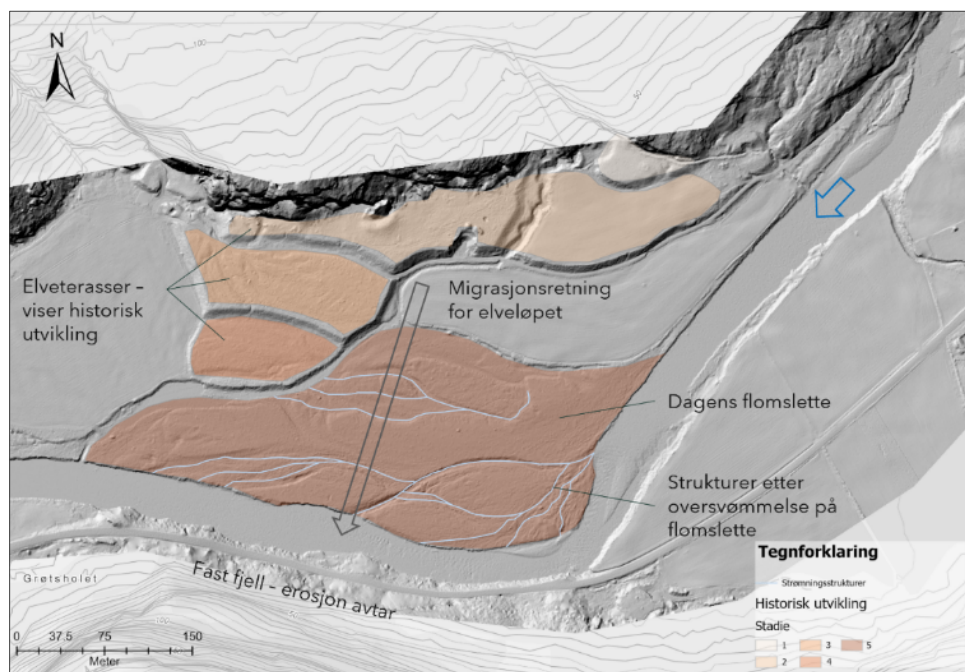
3.4.2.1 Morfologi 1965

Basert på historiske flyfoto kan tidligere strømningsstrukturer over flomslettene (landbruksareal) kartlegges, se Figur 3-7. Figur 3-8 viser gradvis migrering av elveløpet, der

elveterrasser illustrerer historiske flomsletter. På dagens flomslette kan strukturer fra oversvømmelser og flomløp sees.



Figur 3-7: Strømningsstrukturer over flomslettene ved Drægne og Kalvøyane er illustrert med blå streker.



Figur 3-8: Eksempel fra Fortunselvi (Hagane) der elveløpet har migrert og gradvis etterlatt fluviale terrasser ned mot dagens flomslette.

3.4.3. Fortunselvi 2007

Det første året med terrengdata er 2007, som muliggjør en mer objektiv vurdering enn bare tolkninger av flyfoto alene. Det er et langt tidsrom mellom 1965-2007 som ikke er mulig å kartlegge pga. manglende datagrunnlag.

3.4.3.1 Flyfoto 2007

Flyfoto fra 2007 har god oppløsning og er tatt under gunstige lysforhold i dalen. Vannstanden er imidlertid litt høy, slik at strukturer i selve elveløpet og djupålen er vanskeligere å fastsette.

I øvre del (Figur 3-9) mellom kraftstasjonen og Bedehuset kan det se ut som djupålen har migrert mot øst, og fiskefellen fra 1965 er ikke lengre synlig – det kan imidlertid ikke fastslås om det er på grunn av erosjon, sedimentasjon eller for høy vannstand. Det har også vokst trær på grusbanken i midten av løpet. Det kan ikke sees betydelig erosjonssikring av landbruksareal på østsiden. Yttersvingen nedstrøms Turiststasjonen har tett vegetasjon.

I midtre del (Figur 3-10), rundt Lægane og Kalvøyane er det noe skygge, men det er mulig å se en naturlig elveprofil uten omfattende erosjonssikring.

I nedre del mot Bjørnsteinsøy er det kantvegetasjon, men relativt åpne flomsletter. Vannstand i elva vanskeliggjør inngående beskrivelse av forholdene.



Figur 3-9: Flyfoto fra øvre del av kartleggingsområdet, fra kraftstasjonen ned til Fortun Kyrkje (NorgeiBilder, 2022).

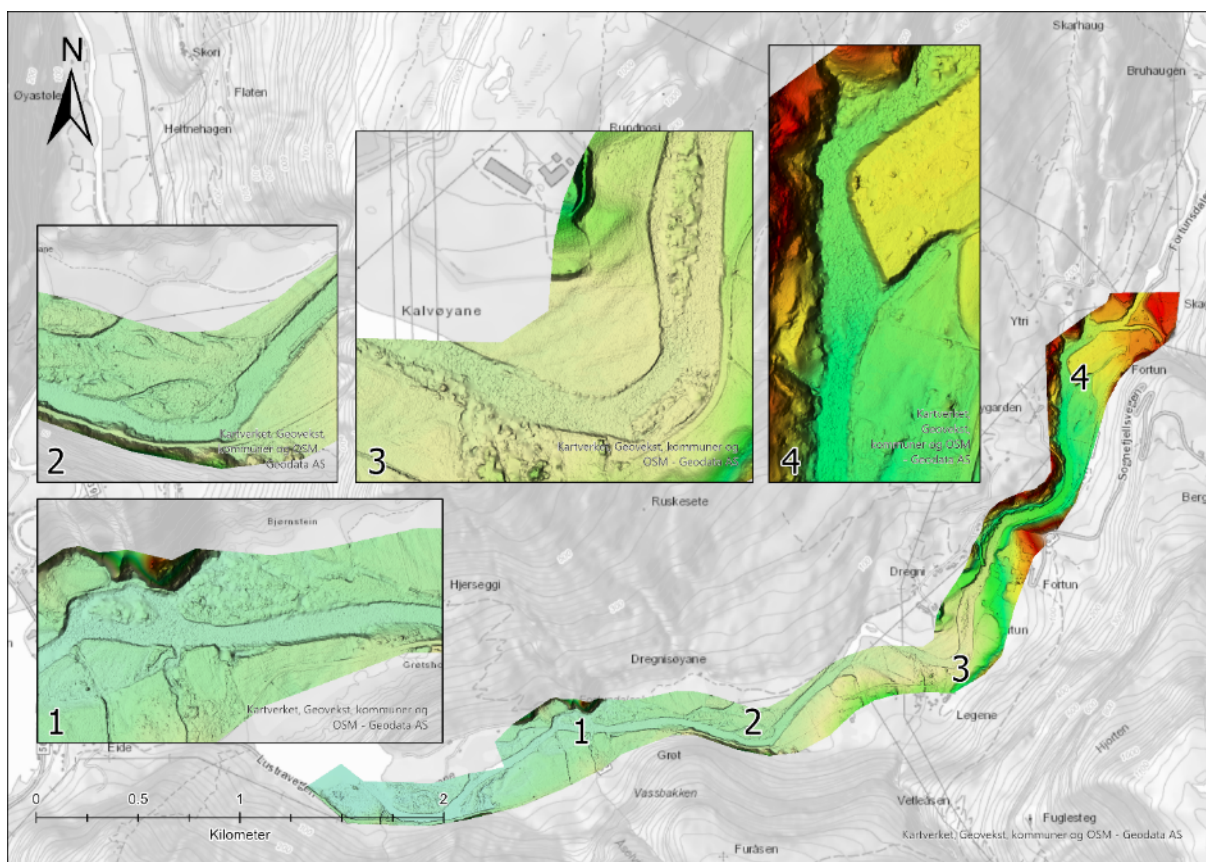


Figur 3-10: Flyfoto fra 2007 over midtre og nedre del av kartleggingsområdet mellom Fortun Kyrkje og Bjørnsteinsøy (NorgeiBilder, 2022).

3.4.3.2 Terrengdata 2007

Terrengdata over Fortunselvi er tilgjengelig fra 2007, og har 0,5 meter oppløsning. Datasettet er skannet med luftbåren laser og er lastet ned fra Kartverkets nettverktøy, Høydedata (Kartverket 2022a). Skanningen inkluderte ikke batymetri i elven (bunnforhold), da den aktuelle laseren ble hindret av vannspeilet. Vannstanden på tidspunktet er derfor begrensende for detaljnivået og kartlegging av bunnforhold. Terrengtet fra 2007 er presentert i Figur 3-11 gjennom et oversiktskart, samt detaljebilder. Terrengdata muliggjør en mer inngående kartlegging av strukturer langs elva. Spesielt strømningsstrukturer og

flomløp over flomsletten i innersvingen Lustervegen og Hagane (nr. 2 i Figur 3-11) kommer bedre frem på terrengdata sammenlignet med flyfoto.



Figur 3-11: Terrengdata fra 2007, manipulert for å tydeliggjøre strukturer og høydeforskjeller (Kartverket 2022a).

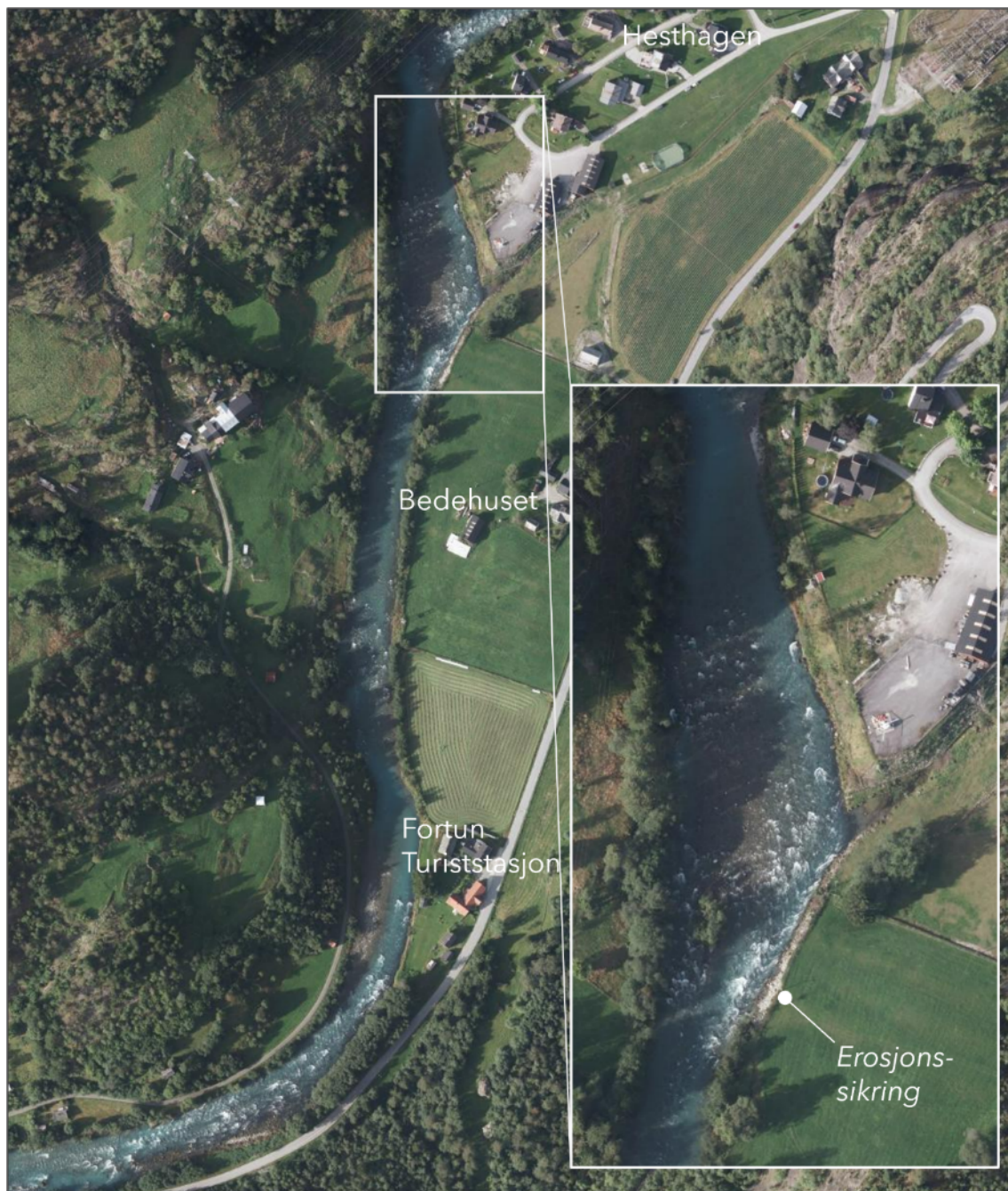
3.4.4. Fortunselvi 2012

Fortunselvi i 2012 er dokumentert med både svært gode flyfoto uten for mye skygge og gode terrengdata som dekker hele området.

3.4.4.1 Flyfoto 2012

Flyfoto fra 2012 har gode lysforhold, og det som anses som moderat vannføring med lav sedimenttransport – det er derfor mulig å vurdere bunnforhold i elva. Oppstrøms Bedehuset er det etablert erosjonssikring for å beskytte landbruksarealet, se Figur 3-12. I 2012 har går vannføring i hovedsak på østsiden av grusbanken, og det vestlige løpet har lav vannføring. Fiskefellen (fra 1965) på vestsiden er ikke lenger synlig. Elveprofilen virker stabilt med vegetasjon langs elvekanten. Nedstrøms Turiststasjonen er yttersvingen begrodd og elveprofilen har flere steingrupper som skaper variert strømning.

Ved Drægne (Figur 3-13) er det vestlige løpet rundt holmen rensset, og massene er lagt opp som en voll for sikring av landbruksarealet på flomsletten. I yttersvingen ved Lægane virker elveprofilen stabilt, men det er også tegn til mer opparbeidet landbruksareal med redusert vegetasjon. Djupålen ligger mot innersvingen ved inngangen i svingen, før den møter yttersvingen like nedstrøms.



Figur 3-12: Flyfoto fra 2012 som viser området mellom Kraftstasjonen og Bedehuset, med spesielt fokus på erosjonssikring av landbruksareal på østsiden (NorgeiBilder, 2022).

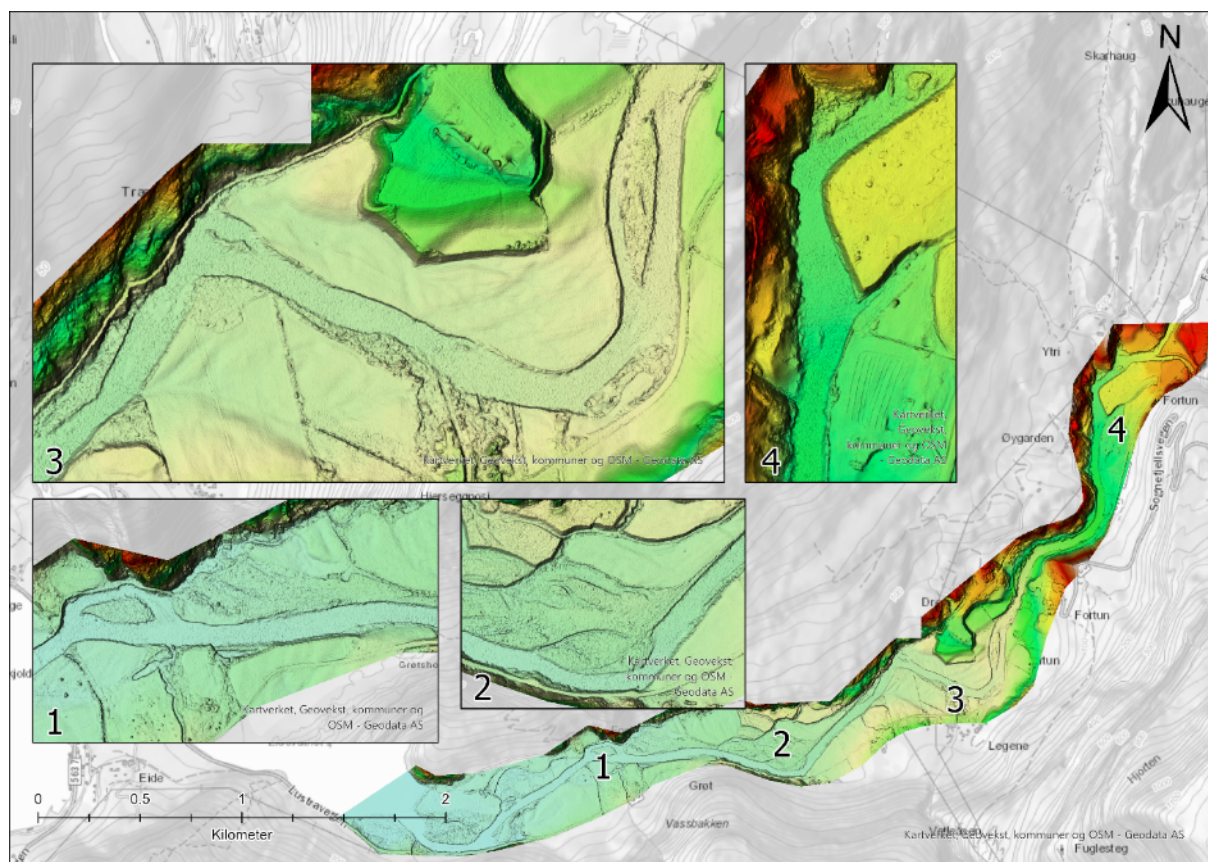


Figur 3-13: Flyfoto fra 2012. Midtre og nedre del av analyseområdet fra Fortun Kyrkje til Bjørnsteinsøy (NorgeiBilder, 2022).

3.4.4.2 Terreng 2012

Terrengdata fra 2012 er målt inn med luftbårenlaser og har 0,5 meter oppløsning (Kartverket, 2022a). Terrengdata fra 2012 gir et viktig referansegrunnlag for det som skal vise seg å bli to betydelige flommer i 2014 og 2018. Terrengdataene anses som gode, men i områder med mye vegetasjon er det noe større usikkerhet. Terrengmodellen inkluderer

ikke batymetri (bunnforhold i elva) men gir et godt bilde av elvebredden på tidspunktet for skanningen. Terrengmodellen er illustrert i Figur 3-14.



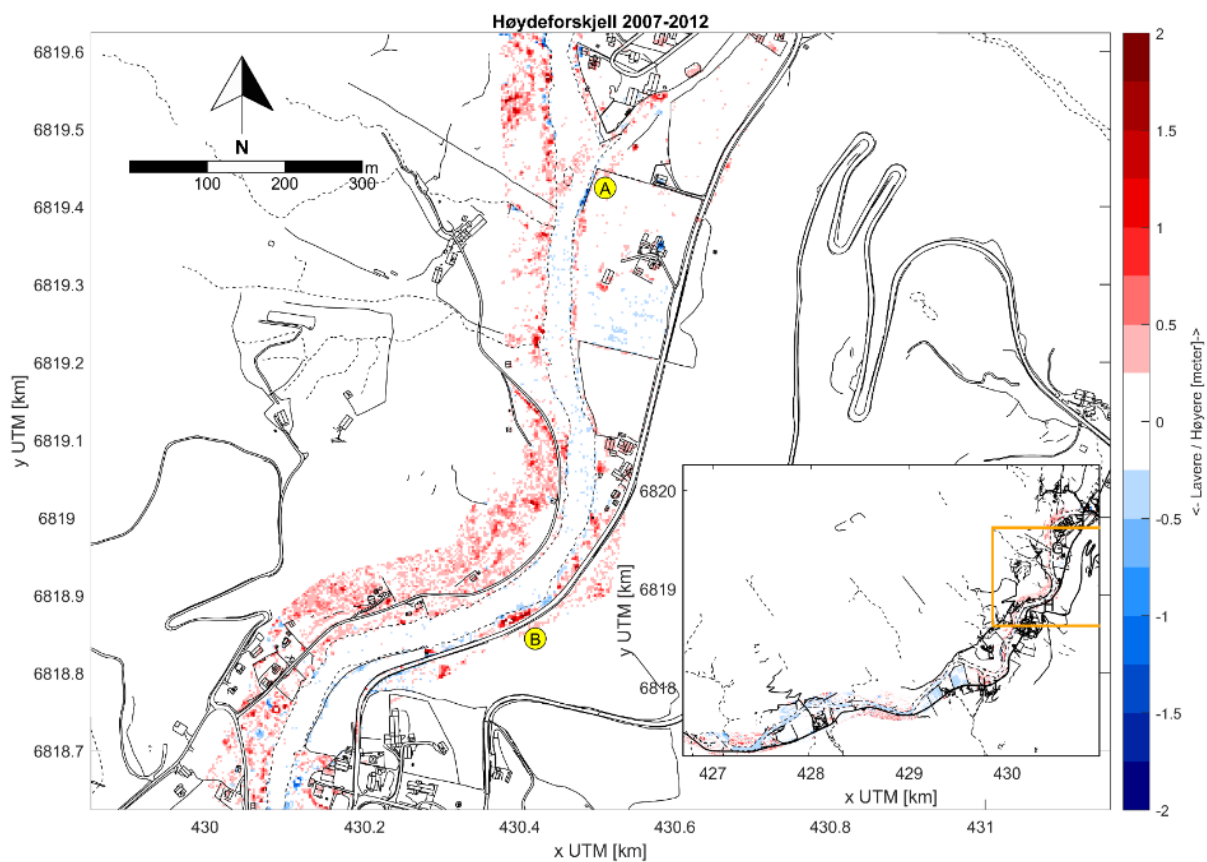
Figur 3-14: Terrengdata fra 2012, med 0,5 meter oppløsning og fargesatt for å fremheve relieffet og strukturer.

3.4.4.3 Høydeforskjell 2007 - 2012

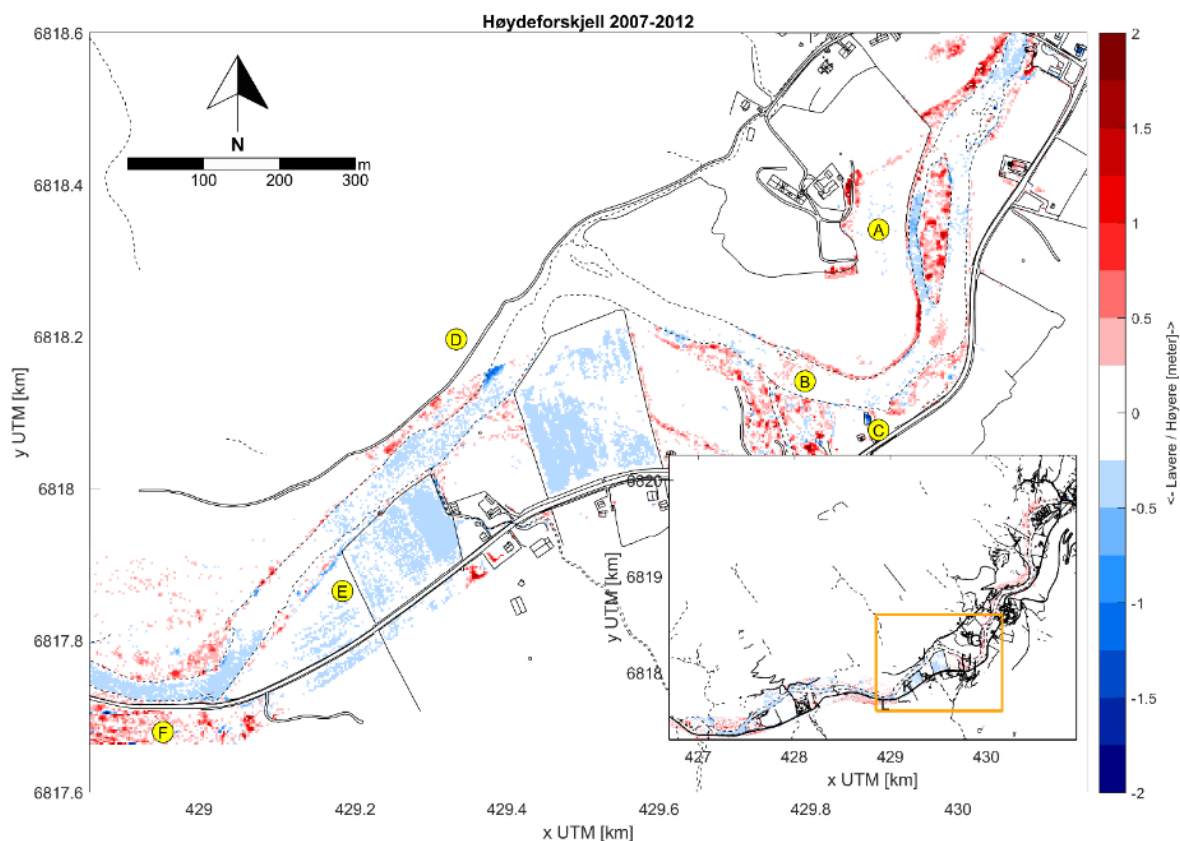
Figur 3-15 viser høydeforskjeller mellom laserdata fra 2007 og 2012 mellom Hesthaugen ned til Fortun Kyrkje. Laserskanningen i 2007 og 2012 er begrenset til vannoverflaten, så forskjell i elveløpet er primært ulike vannstander. Endringer utenfor elveleiet kan være på grunn av forskjellig vegetasjon og grad av etterarbeid av laserdata.

Laserdata mellom 2007-2012 (Figur 3-15) viser en erosjon i yttersvingen oppstrøms Bedehuset (A), til tross for at det i samme periode har blitt etablert erosjonssikring. Yttersvingen nedstrøms Turiststasjonen (B) har ikke tydelige endring langs elvebredden.

Figur 3-16 viser høydeforskjeller for stekningen mellom Drægne og Hagane. Strekingen har ingen markante endringer i denne perioden. Det ser ut til at vannstand i elven er lavere i 2012 enn 2007, derav gir analysen inntrykk av bunnsenkning (blått) uten at dette kan bekreftes.



Figur 3-15: Høydeforskjell 2007-2012, basert på laserdata fra Kartverket (2022a). Øvre del av analyseområdet fra Hesthagen ned til Fortun Kyrkje.



Figur 3-16: Høydeforskjell 2007-2012, basert på laserdata for stekningen mellom Drægne og Hagane (Kartverket 2022a).

3.4.5. Fortunselvi 2018

I oktober 2018 inntraff en storflom i området som et resultat av snøsmelting i fjellet og store mengder regn. I Fortunselvi ble det registrert vannføringer over 280 m³/s, den største flommen siden 1970-tallet. Vannmassene førte til oversvømmelser og erosjon langs elva, evakuering av boliger og akuttberging av husdyr. Hydro erfarte at måleutstyret for vannføringen ikke hang med under flommen, og de anslår vannføringen til å ha oversteget 300 m³/s og tilsvarte en 200-årsflom.

Kort tid etter flommen gjennomførte NVE laserskanninger og tok flybilder over de områdene som var berørt av flommen. Hvordan flomforløpet ville vært uten regulering er usikkert, men i det uregulerte nabovassdraget, Mørkriselvi med utløp i Skjolden, var også skadene betydelig.

3.4.5.1 Flyfoto 2018

Bildene er tatt i ettertid av høstflommen, og illustrer hvordan vannet har erodert og avsatt masser. Oppstrøms Bedehuset (Figur 3-17) er det tegn til erosjon på grusbanken og inn mot erosjossikringen på østsiden. Nedstrøms Turiststasjonen er det betydelig erosjon i yttersvingen, både av masser og vegetasjon.

For midtre del av kartleggingsområdet (mellom Drægne og Hagane) er tydlige spor etter flommen, se Figur 3-18. På vestsiden ved Drægne tok vannet veien over landbruksareal og eroderte kraftig i elvebredden. Yttersvingen ved Lægane ble erodert og oversvømt, her er det også fjernet en del vegetasjon, i hovedsak for å opparbeide byggetomt. Det er tegn til erosjon langs elvebreddene mellom Lægane og Kalvøyane. Ved Kalvøyane eroderte flomvannet videre langs berget og vasket bort mye vegetasjon både langs berget og på holmene. Nedstrøms svingen migrerte grusbanken nedstrøms og betydelige mengder sediment ble avsatt.

Videre nedstrøms mot Hagane og svingen ved Lustravegen (Figur 3-18) la vannet igjen mye drivgods i innersving, eroderte kraftig i yttersving og truet vegen. Innersvingen (flomsletta) har tett vegetasjon, men det kan sees enkelte spor etter strømminger. Nedover mot Bjørnsteinsøy er det mindre oversvømmelse, med tegn til erosjon og skader på kantvegetasjon med mye rotvelt. Sideløpet rundt Bjørnsteinsøy ble fylt med sediment, og landbruksarealet på sørsiden ble oversvømt slik at sedimenter ble avsatt. En del vegetasjon på Bjørnsteinsøy og langs elvebreddene er vasket bort. Landbruksareal ved Vadøyane ble oversvømt og sedimenter avsatt, samtidig som buskas ble erodert.



Figur 3-17: Flyfoto fra 2018 som viser øvre del av kartleggingsområdet mellom Hesthagen og Fortun Turiststasjon, tatt rett etter storflommen samme høst (NorgeiBilder, 2022).



Figur 3-18: Flyfoto fra midtre og nedre del av analyseområdet, Fortun Kyrkje – Hagane og Hagane-Eidsvatnet. Bildet er tatt i etterkant av flommen i 2018 (NorgeiBilder, 2022).

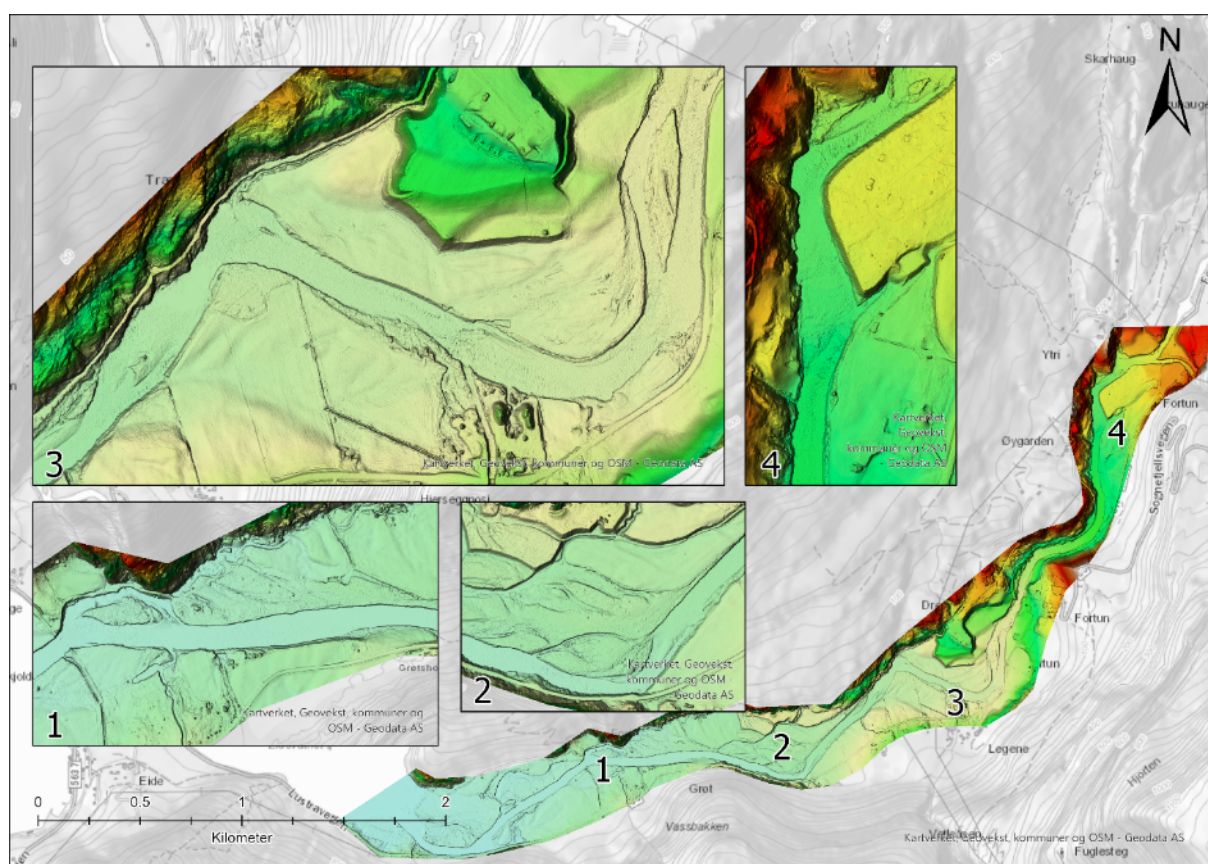
3.4.5.2 Terreng 2018

Terrengdata fra 2018 har 0.25 meter oppløsning, og laserskanningen ble gjennomført i etterkant av storflommen samme år. Vannstanden ved skanningen var relativt lav og vegetasjonen fri for blader, slik at kvaliteten på terrengmodellen anses som god. Erosjonskanter, avlagrede masser og strømningsstrukturer kan kartlegges i detalj.

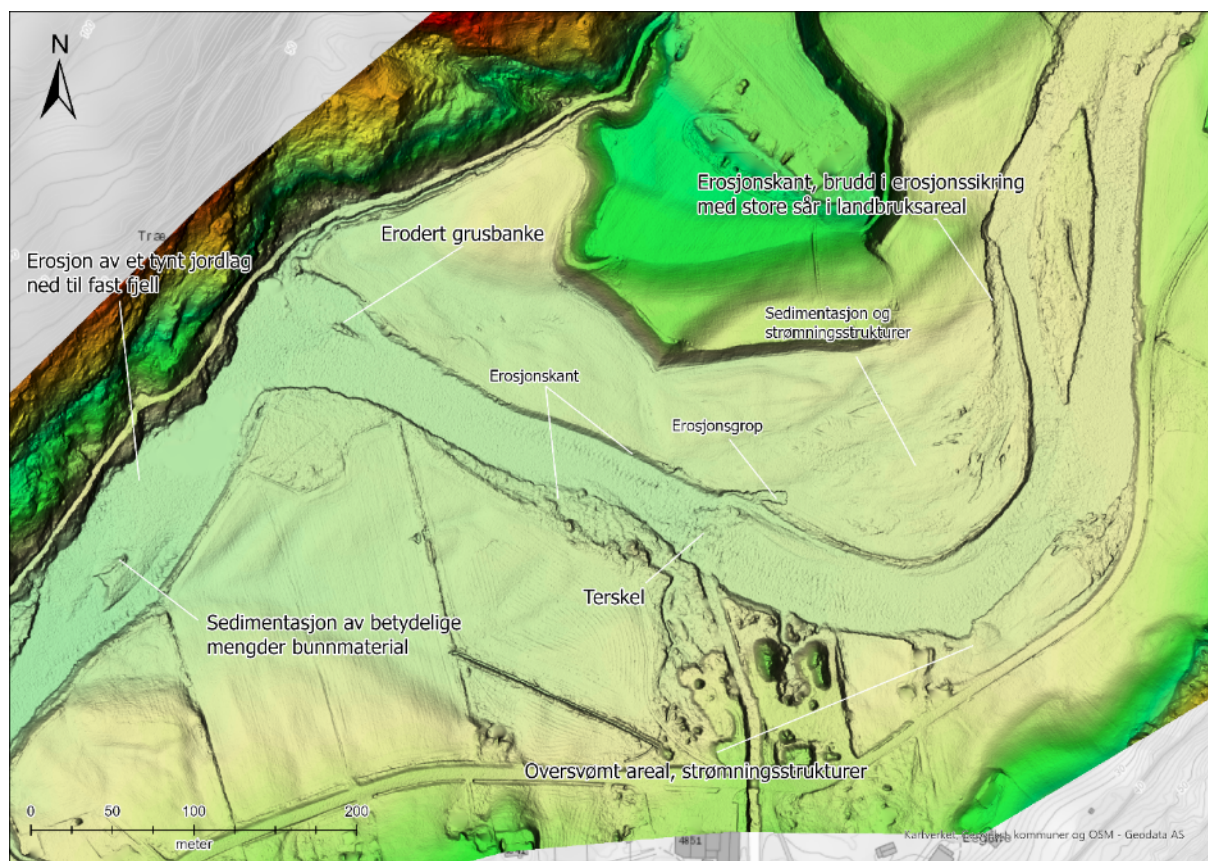
I området rundt Shell Fortun, Lægane og Kalvøyane, markert med nr. 3 i Figur 3-19, har flomslettene (landbruksarealet) betydelige skader og tegn til oversvømmelse. Erosjossikringen ble ødelagt, slik at flomvannet eroderte videre innover i elvebredden og sedimenter ble avsatt på flomslettene. I svingen ved Kalvøyane, står vannet mot fast berg og grusbanken migrerte nedstrøms.

I nedre del mot Bjørnsteinsøy (nr. 1 Figur 3-19) er det erosjonskanter langs elvebreddene, sedimentasjon i sideløpet rundt øya over strømningsstrukturer over flomslettene.

Terrengdata fra område rundt Lægane og Kalvøyane med strukturer etter strømninger er presentert og annotert i Figur 3-20.



Figur 3-19: Terrengdata fra 2018, like etter en storflom. Oppløsning 0.25 meter, fargesatt og redigert for å fremheve strukturer i landskapet.



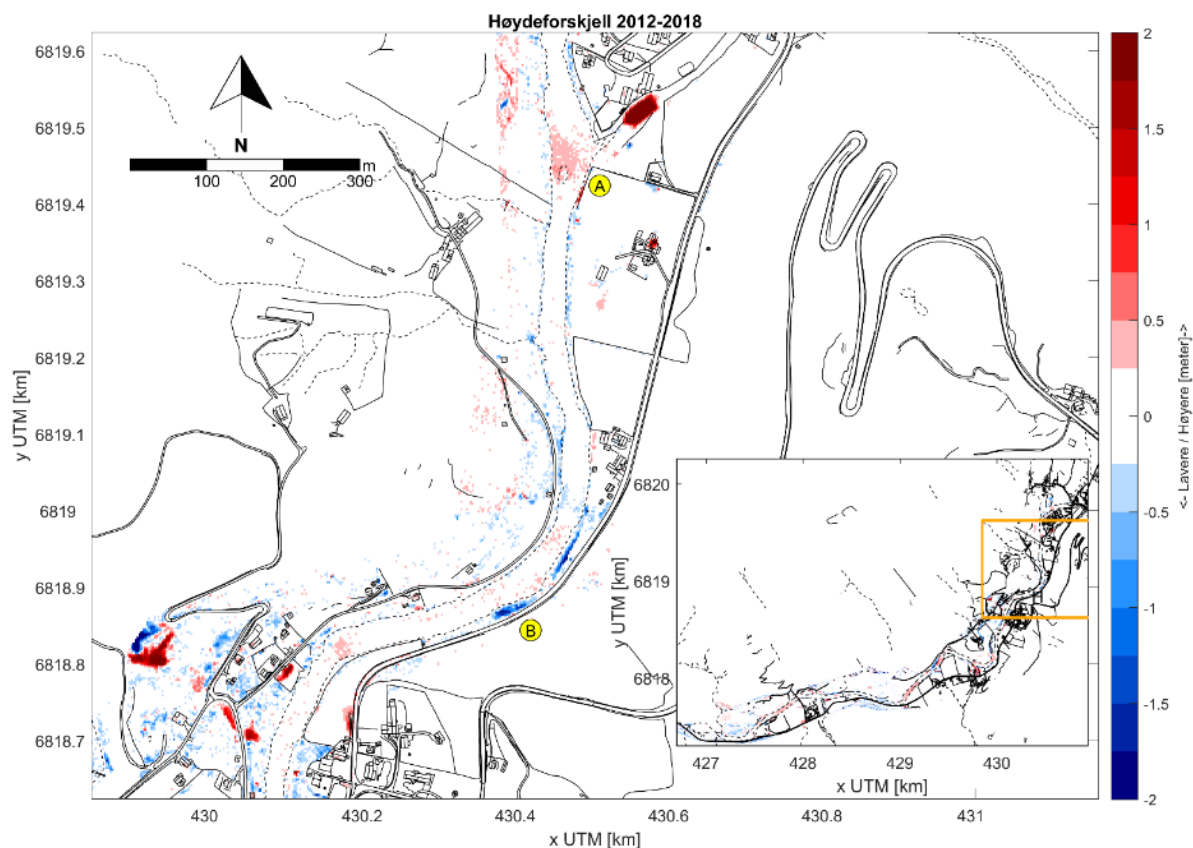
Figur 3-20: Annotert detaljbilde fra området rundt Shell Fortun. To krappe svinger skaper krevende hydrauliske forhold. Terrengdata fra 2018.

3.4.5.3 Høydeforskjell 2012 - 2018

Figur 3-21 viser endringer i terrenget mellom 2012 og 2018 for området Skagen-Fortun Turiststasjon. Forskjellen i elveleiet er begrenset av vannspeilet, men det virker som vannstanden var tilnærmet lik på de to skanningene, slik at de endringer som fremkommer i Figur 3-21 viser økt vannstand som følge av bunnheving.

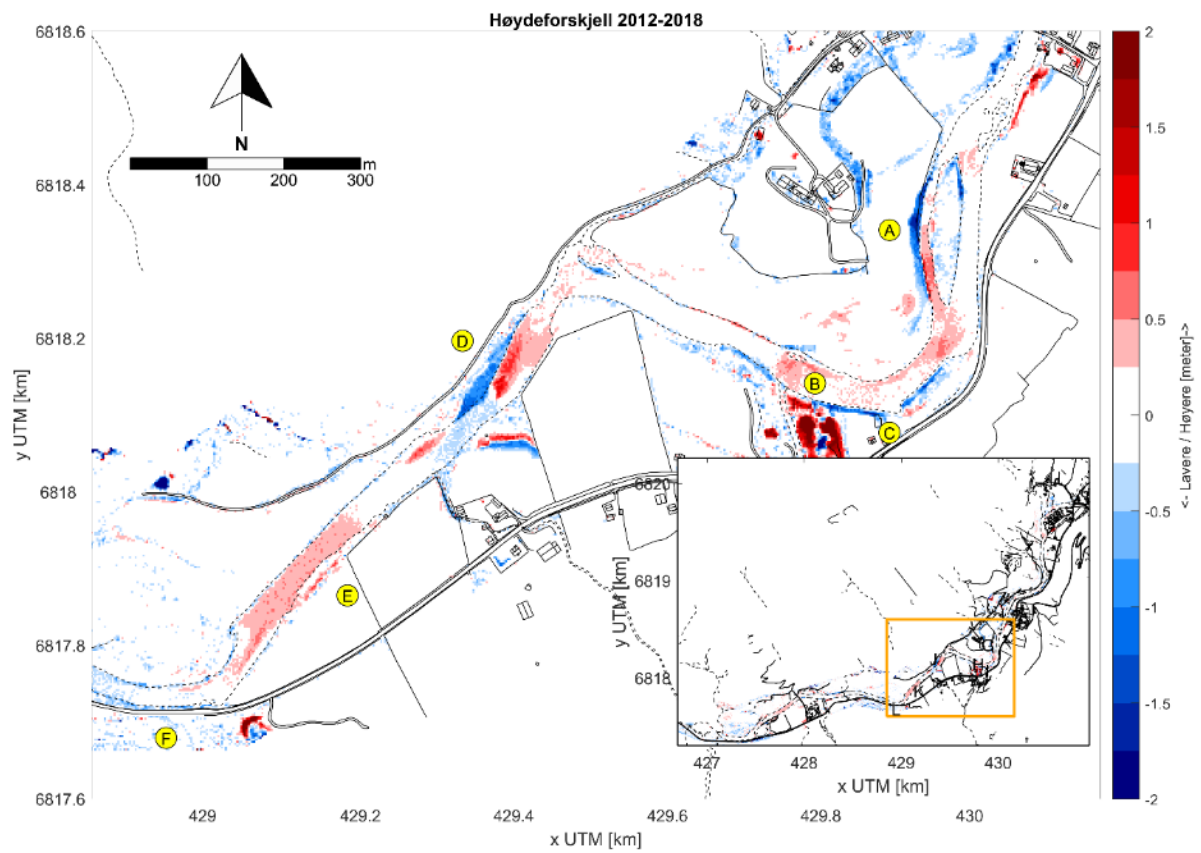
Det vises at elvebredden har blitt høyere oppstrøms Bedehuset (Figur 3-21 A), imens det tidligere har vært erosjon (Figur 3-15). En nærmere kikk på flybilde vises at dette er antakelig på grunn av bygging av en erosjonssikring mellom 2012-2018. Det er også en bunnheving rundt grusbanken i elveløpet, markert med rødt i Figur 3-21A, tegn på sedimentasjon i løpet av perioden.

I yttersvingen rundt Turiststasjoner (B) er det tydelig erosjon (blått, redusert høyde). Dette kan forklares med at flommen i 2018 eroderte i svingen og en del vegetasjon ble vasket vekk.



Figur 3-21: Høydeforskjell 2012-2018, basert på laserdata fra Kartverket (2022a). Øvre del fra Hesthagen ned til Fortun Kyrkje.

Mellom Fortun Kyrkje og Kalvøyane (Figur 3-22) er det tegn til at storflommen i 2018 har erodert elvebredden ved A (Drægne) og yttersvingen ved C (Lægane). Rød skalering i elveløpet kan tyde på sedimentering og dermed bunnheving. De røde fargene og (mulig) sedimentasjon ved B, D og E, samsvarer med Grunneierlagets inntrykk om bunnheving (*Personlig kommunikasjon, se Vedlegg 1*). Sedimentasjon rundt B kan sees i sammenheng med terskelen som ble bygget i 2017. Nedstrøms Kalvøyane (D) vises videre en stor erosjon på vestlige elvebredden. Flommen har her skapt en ny kanal og erodert vegetasjon og masser. I svingen ved Hagane (F) har elva erodert masser i yttersvingen inn mot fylkesvegen.



Figur 3-22: Høydeforskjell 2012-2018, basert på laserdata (Kartverket 2022a) for stekningen mellom Drægne og Hagane.

3.4.6. Fortunselvi 2019

Sommeren 2019 ble det igjen tatt flybilder. Tegnene fra storflommen er fremdeles tydelige. Det finnes ikke terrengdata fra 2019.

3.4.6.1 Flyfoto 2019

Flyfoto for øvre del av kartleggingsområdet er vist Figur 3-23. Oppstrøms Bedehuset ligger djupålen tett inn mot erosjonssikringen langs østsiden, som også har blitt utbedret sammenlignet med tidligere år. Grusbanken i midten av elva har fremdeles noe vegetasjon og er tørrlagt på midten. Yttersvingen nedstrøms Turiststasjonen er tydelig erodert, og vegetasjonen er undergravd med rotvelt.

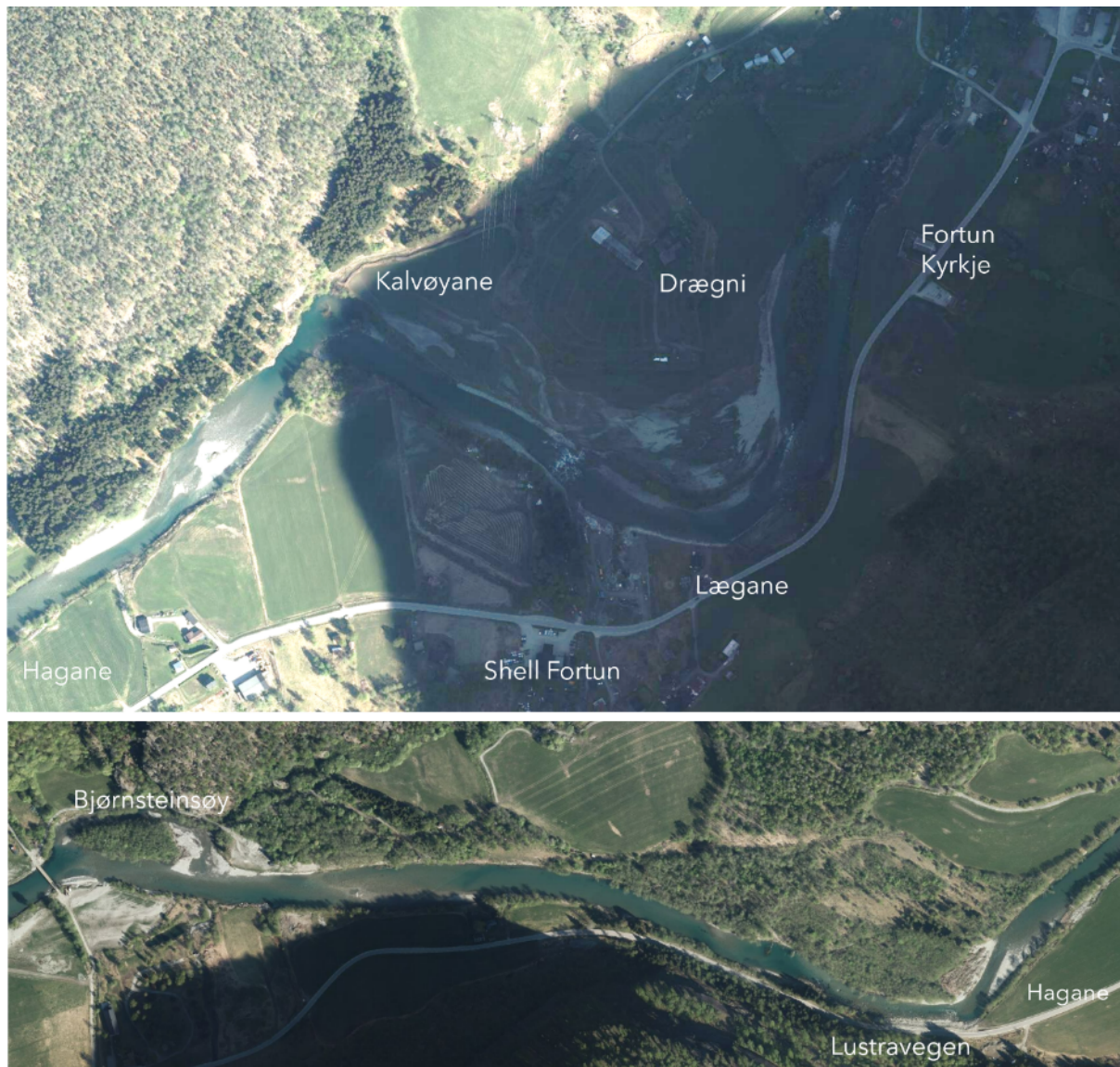
Midtre og nedre del av kartleggingsområdet, fra Drægne til utløpet i Eidsvatnet, er illustrert i Figur 3-24. Skadene etter flommen i 2018 kan gjenkjennes da sedimentene avsatt på flomslettene lyser opp i kontrast til landbruksarealet.

Elveløpet på vestsiden av holmen ved Drægne har blitt rensket og masser fra elva er flyttet opp mot sidene, som i tillegg er erosjonssikret med en liten voll av større stein. Denne forebyggingen går helt ned til elva svinger vestover ved Lægane. Yttersvingen ved Lægane har blitt erosjonssikret med plastring i regi av NVE. Inngangen på yttersvingen har blitt gradvis avskoget, og en liten bakevje midt i svingen er blitt borte etter sikringen.

I svingen mot Lustravegen (Hagane) kan drivgodset etter flommen i 2018 fremdeles synlig. Yttersvingen har blitt plastret av NVE og elva er presset bort fra fylkesveien, dermed er elveleiet snevret inn. Rundt Bjørnsteinsøy har masser fra elveløpet blitt gravd ut og lagret i hauger mot sidene. Vegetasjonen viser tegn til erosjonsskader, med flere rotvelter som henger ut i elveleiet.



Figur 3-23: Flyfoto fra 2019, øvre del av kartleggingsområdet, fra Skagen til Fortun Turiststasjon (NorgeiBilder, 2022).



Figur 3-24: Flyfoto fra 2019, midtre og nedre del av analyseområdet. Sediment avsatt etter flomvannet lyser opp flomslettene (landbruksareal) og synliggjør skadene etter flommen året før (NorgeiBilder, 2022).

3.4.7. Fortunselvi 2020

Det foreligger ikke terrengdata som dekker Fortunselvi i 2020, men det er satellittbilder tilgjengelig i Google Earth, datert *02.08.2019 eller nyere*, er det mest oppdaterte bildene tilgjengelig. Satellittbildene har ikke samme oppløsning som flyfoto fra NorgeiBilder, men de gir et inntrykk av det arbeidet som ble gjort i dalen for å rydde opp og sikre landbruksareal mot en ny flom.

3.4.7.1 Satellittbilder 2019 eller nyere

Det er generelt få endringer siden forrige flyfoto utover det arbeidet som er gjort for å reetablere landbruket. Figur 3-25 viser øvre del av analyseområdet. Bildene viser en viss forgreining rundt grusbanken, men der hovedløpet ligger mot øst, og står rett mot erosjonssikringen. Et lite parti på grusbanken har vegetasjon, men med tegn til rotvelt og skader. Skader fra erosjon og undergraving av vegetasjon i yttersvingen nedstrøms Turiststasjonen er også fremdeles synlig.

Landbruksarealet rundt Drægni, Lægane og Kalvøyane har blitt gjenopprettet etter flommen i 2018. Bildene (Figur 3-26) viser at det er gjort arbeid langs hele elvebredden for å reparere skader på vegetasjon, jordbruket og elvebredden.



Figur 3-25: Øvre del av analyseområdet, spesielt fokus på grusbanken oppstrøms Bedehuset, satellittbilder datert august 2019 eller senere (Google Earth, 2019).



Figur 3-26: Nedre del av analyseområdet, satellittbilder datert august 2019 eller senere (Google Earth, 2019).

3.4.8. Fortunselvi 2022

Datagrunnlaget fra 2022 består av detaljert terrengdata som inkluderer batymetri (bunnforhold), i tillegg til observasjoner fra befaring i april. Det foreligger ikke flyfoto fra samme tidspunkt som laserskanningen.

3.4.8.1 Terreng 2022

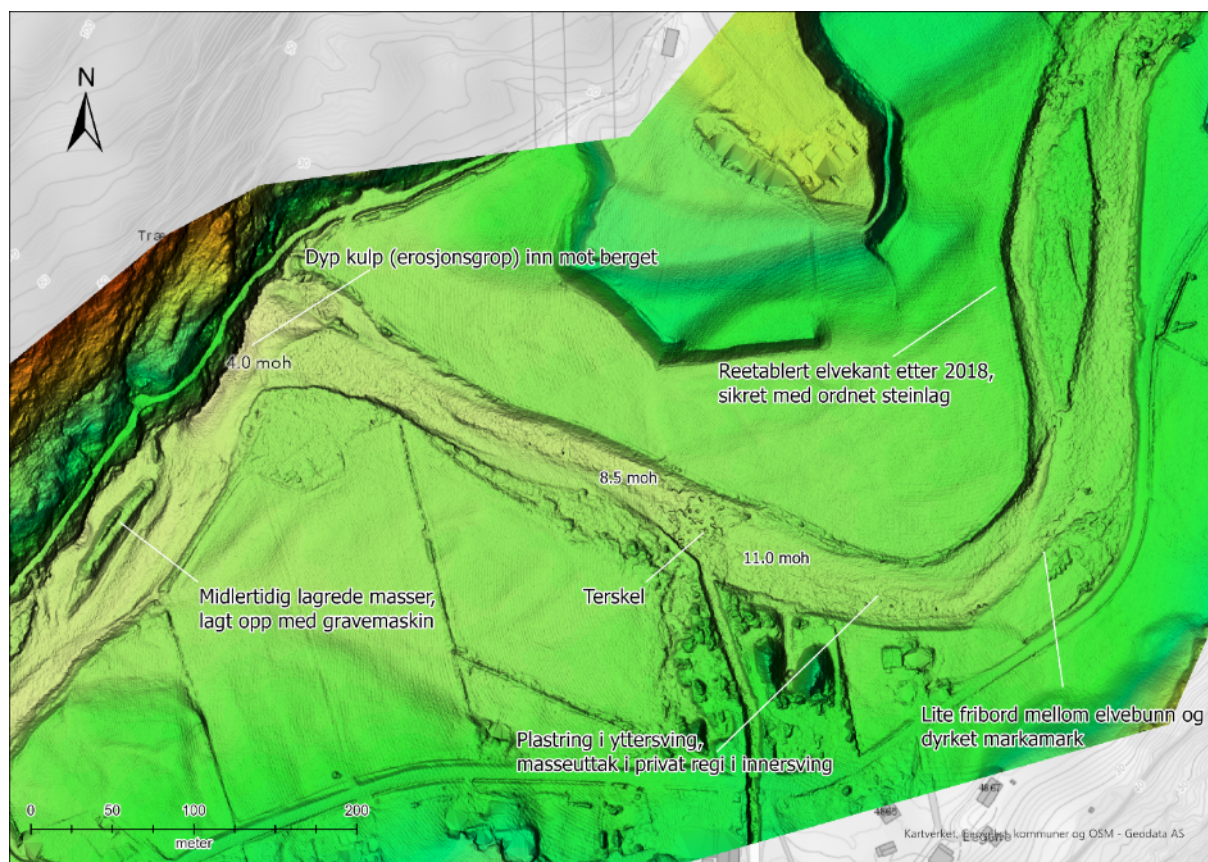
I april 2022 gjennomførte Terratec AS laserskanning over Fortunselvi, der det ble benyttet en teknikk slik at også batymetrien i elven (under vannoverflaten) ble inkludert. Det gir en detaljert modell over bunnforhold og et godt referansegrunnlag for videre kartlegging av utvikling i elva i kommende år. Figur 3-27 er et oversiktskart, med detaljbilder fra viktige

Batymetrien viser tydelig at det er en dyp forsenkning langs berget ved Hesthagen og en grusbanke nedstrøms, nr. 5 i Figur 3-27. Inn mot erosjonssikringen oppstrøms Bedehuset, er bunnen lavere og det dannes en kulp langs med sikringen.

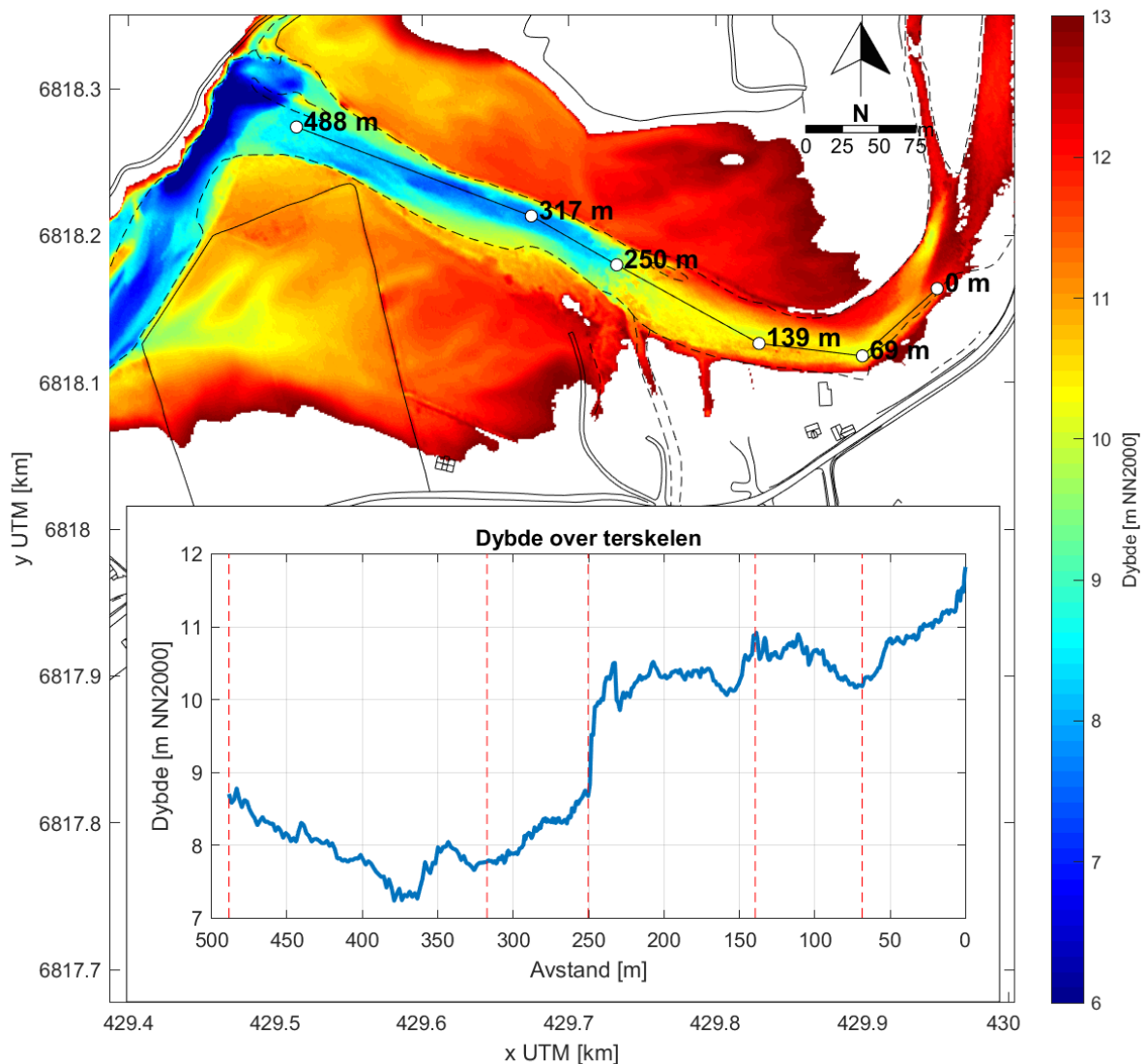
51

Området rundt Fortun Kyrkje og Kalvøyane fikk store skader i 2018, og er et parti med særlig mye inngrep. Figur 3-28 viser et annotert utsnitt fra terrengmodellen fra området. Figuren viser erosjonssikringen og reetablert elveløp ved Drægni, vest for holmen. I samløpet nedstrøms holmen er det en liten erosjonsgrop som forsetter som antatt djupål mot yttersvingen ved Lægane. Ved utgangen av svingen ligger bunnsubstratet 11,0 moh., oppstrøms terskelen, men det rett nedstrøms terskelen ligger 2,5 m lavere, på 8,5 moh. Figur 3-29 viser en dybdeprofil over terskelen som viser dette spranget i dybden rundt terskelen. Det kommer også inn et sideløp fra sør, rett ved terskelen. Inn mot berget i neste sving ved Kalvøyane, øker dybden betraktelig, fra 9,0 moh. ned til 4,0 moh., utløpet av kulpen der elva forsetter mot sørvest ligger på 7,5 – 8,0 moh. Se også Figur 3-30 og Figur 3-31 i neste avsnitt for en inngående terrenganalyse.

Grunneier har i henhold til Vannressurslovens §12 rett til å tilbakeføre elveløpet til den tilstanden det var i før en flom innenfor et gitt tidsrom. Nedstrøms svingen ved Kalvøyane igangsatte Grunneierlaget opprensning, der om lag 3000 m³ løsmasser ble lagt opp i en haug før arbeidet ble stoppet av SNO med hensyn til fisk (*personlig kommunikasjon, se Vedlegg 1*).



Figur 3-28: Annotert utsnitt fra terrengmodellen generert etter laserskanning i 2022. Legg merke til høydeforskjellen fra oppstrøms til nedstrøms terskelen. Fargeskaleringen representerer høyde over havet.

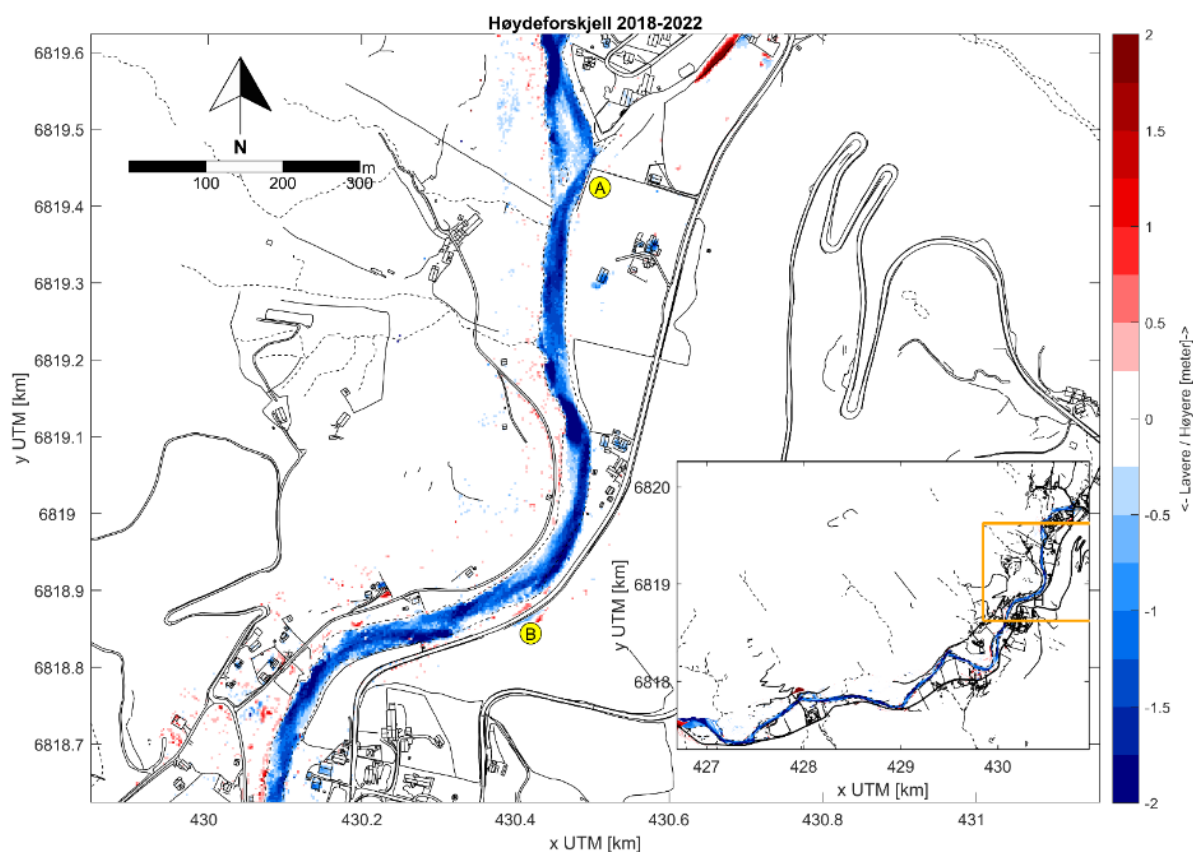


Figur 3-29: Dybdeprofil i elven over terskelen basert på batymetri fra 2022. Profilet viser fra oppstrøms til nedstrøms.

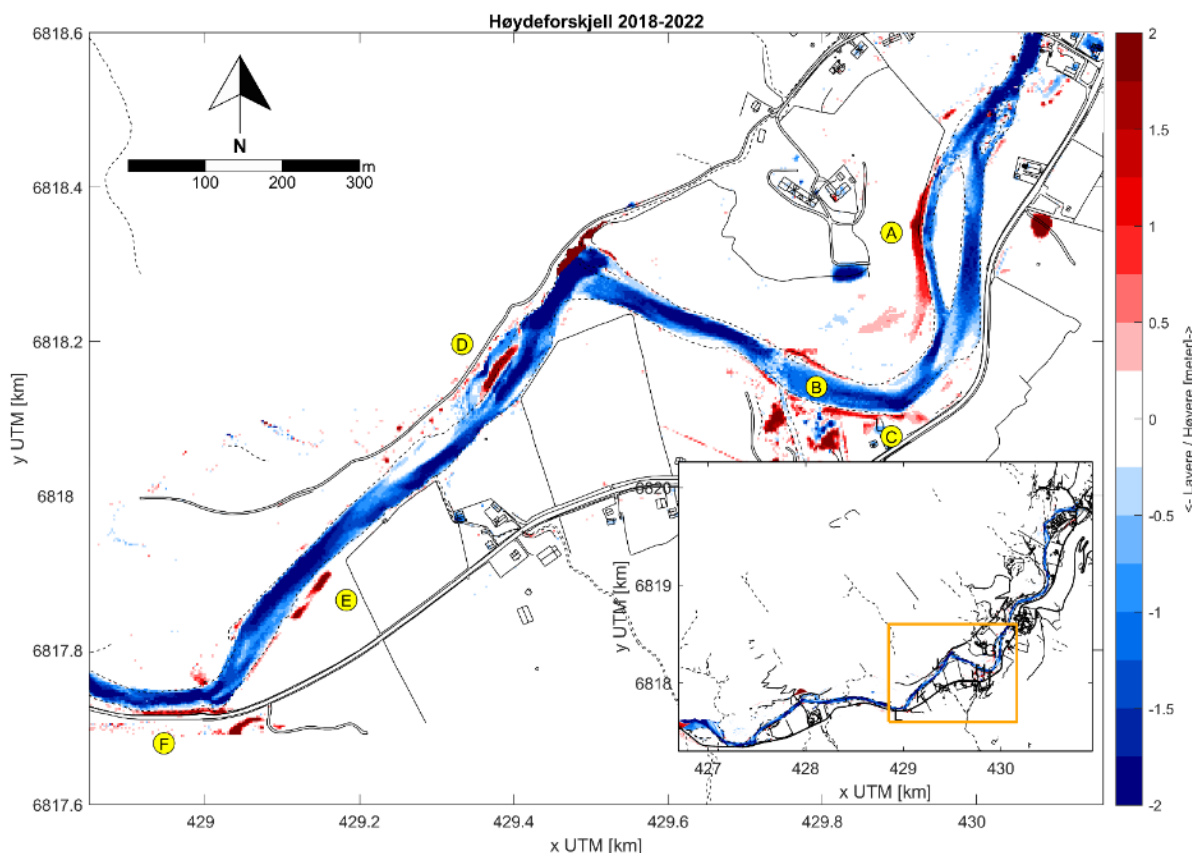
Figur 3-30 viser høydeforskjell mellom 2018 og 2022 for øvre delstrekning, Skagen til Drægri. I og med at bare skanningen fra 2022 inkluderer batymetri blir beregning av høydeforskjell i selve elveløpet misvisende, da terrengdata fra 2018 er begrenset til vannoverflaten. Høydeforskjeller i elveløpet kan derfor ikke benyttes til en analyse, men det gir imidlertid et inntrykk av hvor det er kulper og dypere partier i elva. Det avdekkes videre

ingen markant forskjell for strekningen mellom Bedehuset (A) og Fortun Turiststasjon (B). Det ble ikke gjort endringer på erosjonssikringen oppstrøms Bedehuset i denne perioden.

I Figur 3-31 vises særlig tiltak som ble gjennomført i perioden 2018-2022 som reetablering av erodert landbruksareal (økning i høyde), markert med rødt. Tiltakene (A-F) består av utbedring av erosjonssikring, flytting av masser og bygging av voller.



Figur 3-30: Høydeforskjell 2018-2022, basert på laserdata (Kartverket 2022a), øvre del fra Hesthagen ned til Fortun Kyrkje. Laserskanning i 2022 utført av Terratec AS i regi av Asplan Viak. Forskjell i elva (blå) er artfisiell; data i 2018 måler vannstand i elva, imens batymetri (eldebunnen) er inkludert i 2022.



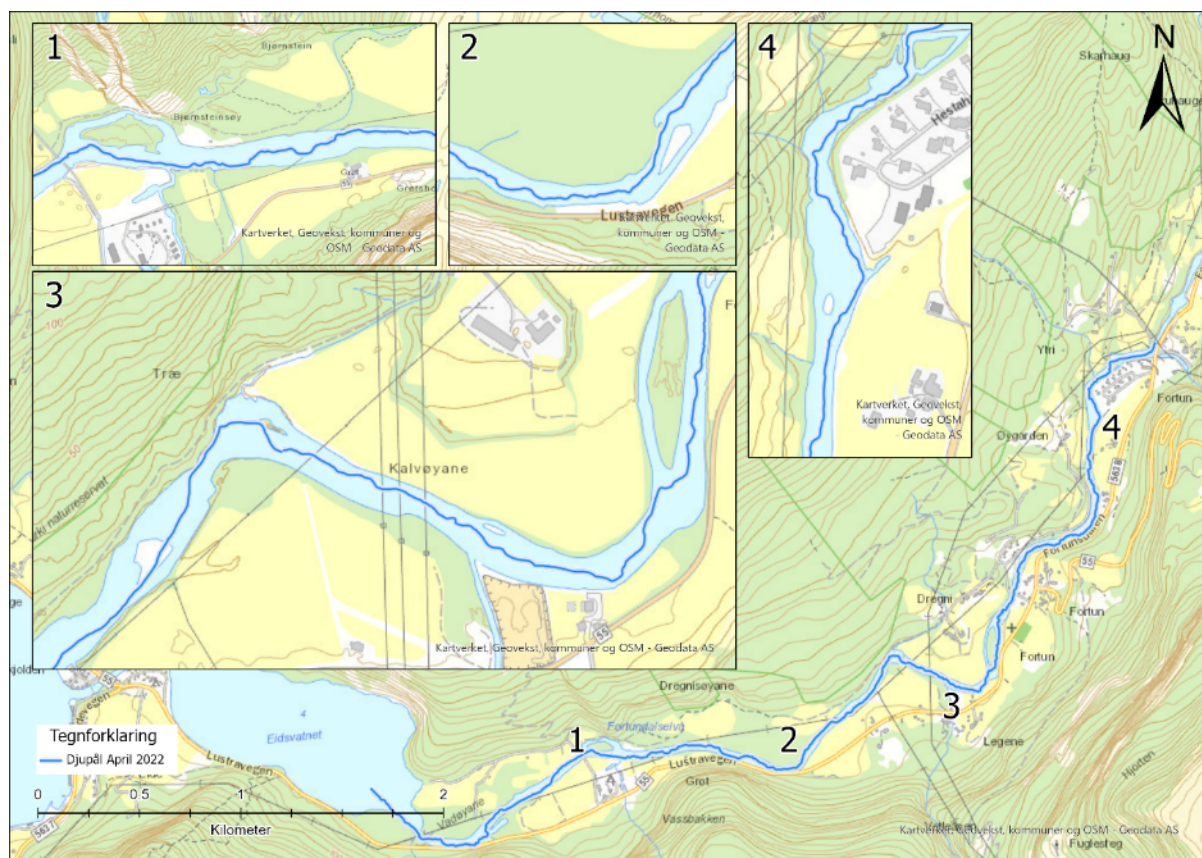
Figur 3-31: Høydeforskjell 2018-2022, basert på laserdata (Kartverket 2022a) for stekningen mellom Drægni og Hagane. Laserskanning i 2022 utført av Terratec AS i regi av Asplan Viak. Forskjell i elva (blå) er artifiell; data i 2018 måler vannstand i elva, imens batymetri (eluebunnen) er inkludert i 2022

3.4.8.2 Djupål 2022

Batymetridata (eluebunnen) fra 2022 muliggjør kartlegging av djupålen i Fortunselvi mellom Skagen og utløpet Eidsvatnet. Kartleggingen er vist i Figur 3-32.

Mot Bjørnsteinsøy (nr. 1 i Figur 3-32) svinger djupålen mellom elvebreddene, men ligger helt inntil det nordlige brukaret nedstrøms øya. Her ble det også kartlagt en erosjonsgrop med bunnen lavere enn havnivå.

I svingen ved Lustravegen og Hagane (nr. 2) ligger djupålen mer eller mindre midt i elva. Denne svingen ble plastret etter flommen i 2018, og det antas å ha flyttet djupålen noe nordover. Oppstrøms svingen ligger djupålen inn mot innersvingen på nordsiden, i dette området har det blitt lagt opp masser fra eluebunnen i en slags flomvoll, og djupålen ligger inn mot denne.



Figur 3-32: Djupålen i Fortunselvi kartlagt basert på laserskanning av elvebunnen fra april 2022.

I svingen ved Kalvøyane (detaljebilde nr. 3) ligger djupålen helt inn under berget, og det har utviklet seg en betydelig kulp inn mot berget i denne svingen. Videre oppstrøms mot terskelen ligger djupålen mer eller mindre midt i elva. Ved inngangen til svingen ved Lægane ligger djupålen i innersvingen nedstrøms øya, før den flytter seg mot yttersvingen. Også i dette området er det etablert omfattende plastring i yttersvingene og masseuttak oppstrøms terskelen – faktorer som angivelig påvirker og tiltrekker djupålen (*personlig kommunikasjon, se Vedlegg 1*).

Videre oppstrøms er elva hurtigflytende med relativt grovt bunnsubstrat, og djupålen følger elvas kurvatur. Oppstrøms Bedehuset (nr. 4) ligger djupålen tett på erosjonssikringen på østsiden. I svingen ved Hesthagen møter elva berg, også her ligger djupålen helt inntil fjellet, og det ble kartlagt en betydelig kulp.

3.5. Sentrale observasjoner

- Gjengroing i elvebredden frem til storflommen i 2018, da mye buskas ble resket bort.
- Gradvis innsnevring av elveløpet og redusert kapasitet, en konsekvens av massetransport, menneskelige inngrep og gjengroing.

- Det er en betydelig høydeforskjell oppstrøms (11,0 moh.) og nedstrøms (8,5 moh.) terskelen med Lægane. Videre nedstrøms Kalvøyane har det akkumulert sediment.
- Morfologien i nedstrøms Hagane er betydelig forandret fra 1900 til 2022.
- Tiltak langs elvebredden hindrer naturlig fordrøyning og utnyttelse av flomsletter.

4. Tolkninger og diskusjon

4.1. Skagen - Bedehuset - Fortun Turiststasjon

Elveleiet rett nedenfor Skagen og Kraftstasjonen virker stabilt, men med noe økende vegetasjon på en liten holme samt en viss sentrering av hovedløpet. Djupålen ligger helt inn under berget der elva svinger sørover, og det er rimelig å anta en økende dybde i kulpen.

Ved Hesthagen ligger også djupålen tett mot berget, og det er en betydelig kulp med stor dybde. Nedstrøms kulpen ligger det en stor grusbanke som tilbake i 1965 splittet elva i to løp. Det er tegn til at det vestlige løpet har blitt mindre og mindre vannførende, da djupålen følger den østlige bredden, og vegetasjonen har økt på spesielt den vestlige siden av grusbanken. Terrenganalyser peker på at det har vært en generell sedimentasjon og bunnheving for den nevnte grusbanken. Oppstrøms Bedehuset, har erosjonssikringen langs den østlige bredden angivelig forverret situasjonen med ugunstig strømning og erosjon. I likhet med plasser der elva møter berg dannes det kulper da sideveis erosjon hindres. I og med at denne erosjonssikringen sannsynlig ikke har tilstrekkelig fotstøtte er faren stor for videre undergraving og til slutt kollaps av sikringen kan føre til økte skader for landbruksareal.

Mellom Bedehuset og Turiststasjonen virker elveleiet relativt stabilt, men tørrmuren på østsiden har fått noen skader og vil kreve oppfølging. Vegetasjonen har blitt tynnet ut enkelte steder og det er lite tegn til ugunstig gjengroing. Strekket nedstrøms Turiststasjonen har noe gjengroing og økning i vegetasjon frem til flommen i 2018, der spesielt yttersvingen nedstrøms Turiststasjonen er tydelig erodert, både vegetasjon og sedimenter.

4.2. Drægne - Lægane - Kalvøyane

Erosjonssikring og kanalisering av elveleiet langs vestsiden ved Drægne tvinger vannet utenom flomsletten, og alt vann ledes nedover mot Lægane i den krappe svingen vestover. I 2018 tok flomvannet tilbake gamle flomveier på flomslettene – altså rett over landbruksarealet, vasket bort matjord og avsatte gradert materiale. Reetablering av elvebredden og erosjonssikringen antas å forverre situasjonen nedstrøms.

Yttersvingen ved Lægane er erosjonssikret etter flommen i 2018, men det er et marginalt fribord mellom vannspeil og elvebanken oppstrøms. Det var tidligere både kantvegetasjon og en bakevje, ting som bidro til å bremse vannet slik at erosjon avtok. Batymetridata viser

at det er en betydelig høydeforskjell opp- og nedstrøms terskelen. Grunneierlagets oppfatning er at sedimentasjon gir bunnheving, som igjen reduserer kapasiteten og gir mer oversvømmelse av jordbruksareal (flomslettene). Bunnheving og redusert kapasitet ser ut til å stemme for området oppstrøms terskelen, da terrengeanalysene viser en høydeforskjell rundt terskelen (Figur 3-29) til tross for at det har vært gjort noe masseuttak i området. I og med det ikke finnes historiske batymetridata kan det ikke fastslås hva som er årsaken til høydeforskjellen, og hvor mye det er snakk om. Det virker rimelig at terskelen har begrenset bunntransporten, der bunnmaterial har akkumulert oppstrøms terskelen.

Transportkapasiteten er tilnærmet uendret, slik at det oppstår erosjon nedstrøms terskelen. Det virker rimelig at den store akkumulasjon av masser nedstrøms svingen ved Kalvøyane kan stamme fra strekket nedstrøms terskelen. Nedstrøms kulpen ved Kalvøyane har den markante grusbanken på vestsiden migrert nedstrøms siden 1965, med gjengroing frem til flommen i 2018. Store masser ligger unaturlig lagret i en stor haug etter at opprensingen ble stoppet med hensyn til fisk.

Overnevnte tolkning viser også hvordan tiltak i et vassdrag påvirker forholdene opp- og nedstrøms. Den komplekse og langvarige kampen mellom flomvann og menneskelig utnyttelse av ressursene i dalbunnen gjør forklaringen sammensatt. Det er vanskelig å peke på en enkelt faktor som forklarer alt. Sammenlignet med det grove kartet fra 1900, ser det ut som en generell kanalisering og innsnevring av elveløpet over denne strekningen.

Det har vært en økning i vegetasjon på de holmene som er på strekningen, helt frem til flommen i 2018, da en del ble rensket opp og flere rotvelter ble etterlatt. Kantvegetasjon har blitt fjernet til fordel for bygninger og landbruk enkelte strekker.

Strekningen mellom Fortun Kyrkje og ned mot Hagane har komplekse hydrauliske forhold der elva brått svinger mellom begge dalsidene, med mye flomutsatt areal i innersvingene. Utviklingen siden 1965 har vært innsnevring på grunn av erosjonssikringen og minsket kapasitet for håndtering av flomvann innad elvebredden. Basert på tolkningen av endringene over tid, vil det være gunstig med tiltak som kan gi elva mer spillerom for massetransport og naturlig regulering av vannstand.

4.3. Hagane – Sving Lustravegen

Nedstrøms Kalvøyane og mot Hagane har elveløpet vært relativt stabilt, der noe kantvegetasjon er fjernet, mens spesielt innersvingen ved Lustravegen viser økt vegetasjon og gjengroing, og etter flommen i 2018 ble store, mengder drivgods og avsatt ved inngangen til svingen. Sammenlignet med bildene fra 1965, så har elveløpet blitt

innsnevret, Det skyldes uheldig gjengroing, men også fordi yttersvingen ble skadet under flommen i 2018 og en relativt stor erosjonssikring ble bygget for å sikre vegen.

Like oppstrøms og ved inngangen til svingen har det vært tatt ut masser fra midten og flyttet mot elvebreddene, i et forsøk på å sentrere djupålen og minske sannsynligheten for oversvømmelse av landbruksarealet. I realiteten har massene blitt lagt opp som en uheldig flomvoll, som vil sentrere neste flom mot svingen, da naturlig flomdemping på flomsletten i innersvingen er forhindret. Denne flomsletten ligger nederst av flere nivå med terrasser, som illustrerer hvordan elva en gang i tiden lå på helt motsatt side av dalen, men på grunn av naturlig erosjon har elveløpet migrert. Det er tydelige strømningsstrukturer over denne flomsletten, og siden den ikke er kultivert, er potensiale stort for å utnytte området til flomdemping.

Nedstrøms svingen ved Lustravegen ligger djupålen relativt stabilt, men svinger litt fra side til side. Sammenlignet med kartet fra 1900 har elveløpet også her blitt snevret inn og migrert sørover. Langs elvebreddene nedover er det tegn til erosjon og rotvelt. Det har vært en generell gjengroing på nordsiden av elva over kartleggingsperioden.

4.4. Bjørnsteinsøy – Vadøyane – Eidsvatnet

Sammenlignes dagens kart med det historiske kartet fra 1900, har det vært betydelige endringer i elveløpet rundt Bjørnsteinsøy over de 100 årene (eller mer) som de to kartene representerer. Elveløpet var bredt og svingete, der det i dag er mer kanalisert og med færre svinger og holmer. Det tidligere elveløpet kan sees i dagens terreng. Nøyaktigheten på det historiske kartet er noe usikkert, men at det har vært endringer er det lite tvil om.

Basert på datagrunnlaget fra 1965 og frem til i dag kan den aktuelle strekningen beskrives som relativt stabil, men elveløpet har migrert noen meter nordover nedstrøms svingen ved Lustravegen. Kantvegetasjonen på nordsiden nedover mot Bjørnsteinsøy har generelt økt, men med avskoging rett oppstrøms sideløpet rundt øya. Selve øya ble gjengrodd frem mot 2018, da den store høstflommen eroderte en del buskas, la igjen løsmasser i sideløpet og en del drivgods på støtsiden av øya. Det er tegn til erosjon langs elvebredden med flere rotvelter.

Flomslettene på sørsiden av Bjørnsteinsøy og ved Vadøyane er opparbeidet til landbruksareal, deler av dette antas å ha vært en del av elveløpet fra kartet i 1900. Flommen i 2018 oversvømte flomslettene på begge sider, sannsynligvis tok vannet delvis veien over tidligere elveløp. Videre nedstrøms på sørsiden ligger et delvis gjengrodd sideløp, som også mest sannsynlig ble oversvømt i 2018. Gjengrodde sideløp har potensiale for å åpnes

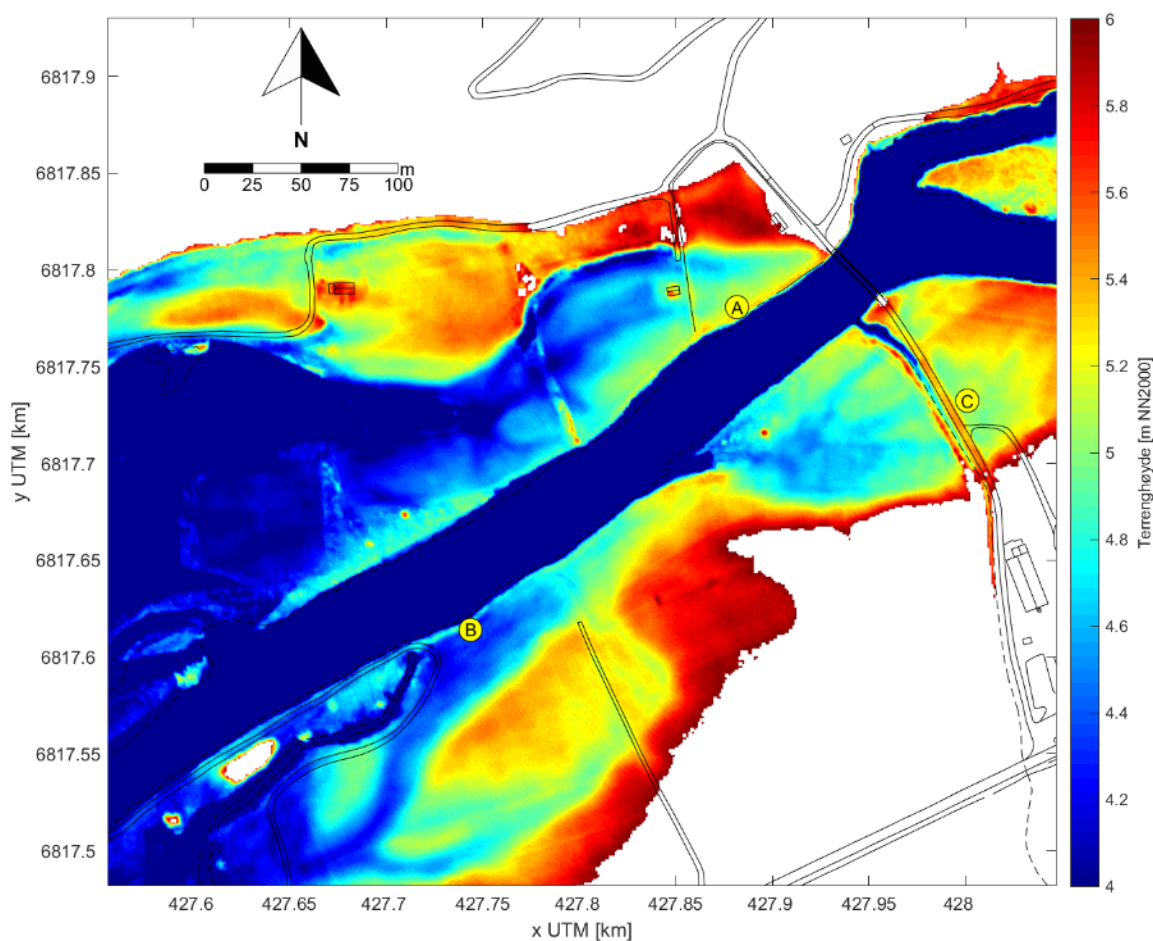
opp, og dermed øke kapasiteten for elva samtidig som det minsker muligheten for fremtidig oversvømmelse av jordene og oppstuvning rundt Bjørnsteinsøy.

Innersvingen ved Vadøyane har blitt gradvis gjengrodd som har skapt et noe smalere elveløp. Også her ble det lagt igjen mye drivgods i 2018, og kroksjøer (spor etter elveleiet fra 1900) ble oversvømt sammen med landbruksarealet. I likhet med det gjengrodde sideløpet på sørsiden, har det skogkledde området i innersvingen og landbruksarealet ved Vadøyane potensiale for avlastende tiltak.

4.5. Effekten av regulering og landbruk

Basert på gamle kart (Figur 3-4) og flyfoto virker det som nedre del av elva, fra Hagane forbi Bjørnsteinsøy og mot Vadøyane, var bredere før. Menneskelig aktivitet har muligens ført til en mer konsentrert og innsnevret løp, der flomslettene med kroksjøer og flomløp gradvis har blitt opparbeidet til landbruksareal. Flere steder langs elva er det en forhøyning mellom jordene og elva, gjerne også med kantvegetasjon. Angivelig et resultat av naturlige elvevoller samt at bonden stadig har kultivert arealet innenfor. Forhøyningen utgjør en liten flomvoll, som bidrar til kanalisering og innsnevring av elveløpet, se f.eks. Figur 4-1. De siste tiårene har det blitt bygget større erosjonssikringer som ytterligere bidrar til denne trenden. Overnevnte er eksempler på hvordan landbruket er med på å styre den morfologiske utviklingen i elva. Ønsket om å definere et referansepunkt for hva som er et naturlig elveløp er problematisk da elva er i stadig utvikling. Det burde være mulig å finne en balanse mellom ei naturlig og dynamisk elv, samtidig som interesser for utnyttelse av øvrig areal opprettholdes.

Kanalisering av elva gir økt vannhastighet, og muligens kan det skape endringer i grunnvannivået. Landbruket av avhengig av vann, og ved tørkeperioder er bakevjer, kroksjøer og andre områder med fordrøyning med på å stabilisere grunnvannsnivået. Det er ikke gjennomført undersøkelser an grunnvannsnivå i dalen, men under befarung i april 2022, ble det lagt fram påstander om økt grunnvannsnivå ved Turiststasjonen. Uten videre undersøkelser kan det ikke bekreftes eller avkreftes, men det kan være et resultat av mer regn, eller av en bunnheving med høyere vannstand i elva, som igjen gir heving av grunnvannsspeilet.



Figur 4-1: Terrenghøyde mellom Bjørnsteinsøy - Vadøyane (Skanning april 2022) og eksempler på voller (A, B) og en forhøyd veg (C) gjennom flomsletten.

Etter at elven ble regulert har vannføringen vært jevnere, hvor særlig vårflommene har vært redusert da magasinene bidrar til fordrøying. Det er imidlertid fremdeles betydelige høstflommer i elven, senest med storflommen i 2018. Overnevnte observasjoner kan også sees i sammenheng med klimatiske endringer som varmere vintre og mer regn. Det er sannsynlig at en jevnere vannføring har bidratt til gjengroing, da flommene som vanligvis rensker elveløpet for vegetasjon er redusert. Muligens har en jevnere vannføring bidratt til redusert transportkapasitet og resultert masseavsetning (bunnheving) generelt. Det imidlertid vanskelig å konkludere rundt endringer i transportkapasitet, særlig da vannføringsdata viser at høstflommene fremdeles inntreffer. Det er imidlertid tydelig at storflommen i 2018 har bidratt med endringer i elveløpet. SWECO (2013) argumenterer for at sedimenttilførselene er uendret, men at transportkapasiteten er redusert som følge av

regulering. Det kan imidlertid tenkes at gjengroing av elveleiet er med på å binde opp sedimentene, slik at det må mer kraft til får å sette sedimentene i bevegelse.

4.6. Klimaendringer og tilpasning

Klimaprofilen for Sogn og Fjordane er basert på rapporten "Klima i Norge 2100" (Hanssen-bauer, l. m.fl. 2015), der klimaframskrivninger for 2071-2100 sammenlignes med referanseperioden 1971-2000. For Sogn og Fjordane slår Norsk Klimaservicesenter (2021) fast at det vil være en vesentlig økning i kraftig nedbør, både når det gjelder hyppighet og intensitet. Flomvannføringen i elver og bekker vil øke som følge av flere og større regnflommer. Som en følge av varmere vintertemperatur og mer regn, vil snøsmelteflommer inntreffe tidligere og minske i omfang. Flere av disse endringene kan allerede observeres i værhistorikken.

Betydningen av klimaendringer i Fortunselvi vil altså være økt flomvannføring, men reguleringen vil bidra til å dempe flomtoppene. Men med større svingninger i været er fyllingsgraden i magasinene usikkert, dette viser situasjonen sommeren 2022, da fyllingsgraden generelt er lav, men med store regionale forskjeller. Styrregn gir direkteavrenning, og det er mye areal i nedbørsfeltet som ikke fordrøyes via magasinene, altså er det begrenset hva regulanten kan gjøre, da styrtregne er vanskeligere å forutse sammenlignet med snøsmelting.

Klimaprofilen viser også til lengre perioder med tørke, til tross for en generell økning i regn. Varmere sommertemperatur gir mer fordamping og reduksjon i vannføring, som igjen påvirker grunnvannsspeilet. Tilstrekkelig grunnvann er viktig for landbruket, og fordrøyning av vannet i elva kan bidra til en mer stabil vanntilførsel.

Økning i regnflommer tilsier at landbruk og infrastruktur i dalen må tilpasses for fremtiden. Når tiltak prosjekteres legges det til sikkerhetsmarginer i beregningene - basert på analysen av området vil det i tillegg være gunstig å utforme tiltak som i størst mulig grad gir rom for selvregulering i elva, innenfor gitte rammer som beskyttet øvrig areal. På den måten vil området være rustet for dagens og morgendagens vær.

5. Mulige tiltak

5.1. Løsningsretning

Under flommen i 2018 ble store deler av dalen oversvømt. Vannet kan ikke holde seg innenfor elveløpet, men bruker også flomslettene til å lagre vann (se også Figur 1-3). Disse flomslettene er en vesentlig del av elven og har en viktig flomdempende funksjon under en flomhendelse. I en naturlig elv med et meanderende og relativt bredt elveløp med flomsletter stiger vannstand relativt langsam og er strømhastighetene relativt lavt. En flom i en kanalisert, innsnevret elv uten flomsletter har generelt mindre flomdempning og høyere vannstander. Strømhastigheter øker også og dermed øker erosjons- og skadepotensial.

Tiltak som kan fikse problemet lokalt, som flomvoll, erosjonssikring eller buner, kan potensielt forverre situasjonen i resten av elven. Løsningen er derfor å gi plass til elven og restaurere den naturlige flomdempning, og dermed redusere skadepotensialet. Hensikten er redusere selve årsaken til flomproblemet, istedenfor lokale tiltak som potensielt bare flytter problemet videre. Det er essensielt å vurdere den helhetlige effekten.

Generelt kaller man overnevnte løsninger som ivaretar dynamikken i hele elveløpet, for *naturbaserte løsninger* (se Miljødirektoratet M-830, 2017, for videre beskrivelse). Naturbaserte løsninger er særlig gunstig når det skal settes inn tiltak som også skal håndtere fremtidens klima. Det vil være gunstig å sette opp en hydraulisk modell slik at positive og negative konsekvenser av eventuelt nye tiltak kan belyses. Det vil være nødvendig med en detaljprosjektering for hvert tiltak.

5.2. Vurderte tiltak

Tabell 5-1 oppsummerer de tiltakene som har vært vurdert samt hvorvidt de er anbefalt eller ikke. Utdypende gjennomgang av de enkelte tiltakene følger i kommende avsnitt etter tabellen. Det er ikke aktuelt å legge hele strekningen i et fast løp på grunn av at det skaper en unaturlig elv, med dårlige forhold for dyreliv og miljøet i dalen. De aktuelle tiltakene må vurderes basert på effekten på vassdraget som en helhet. Generelt er det anbefalt å finne løsninger som gir elva mer plass og kapasitet for flomvann fremfor innsnevring, kanalisering og omfattende erosjonssikring. Overvåking og forvaltning av elva må videreføres for at ønsket effekt skal oppnås over tid. Tiltakene er stedfestet på kart i Figur 5-1, Figur 5-2, og Figur 5-3 som følger etter en gjennomgang av tiltakene.

Tabell 5-1: Oppsummering av tiltak som er vurdert, med effekter og anbefalinger.

Tiltak	Effekt	Anbefaling
Etablering av buner (strømvledere)	Kanalisering og styring av strømminger. Erosjon sentreres i hovedløpet, massene avsettes nedstrøms tiltaket og kan gi bunnheving (reduert kapasitet).	Ikke anbefalt
Redusere eller fjerne terskelen	Hindre oppstuvning og bunnheving oppstrøms og begrense erosjon nedstrøms. Over tid vil elvebunnen jevnes ut.	Sterkt anbefalt
Masseuttak/kapasitetsøkning	Masseuttak øker kapasitet for flomvann i elveløpet og gir mer plass for sedimentasjon ved en flom (må ta hensyn til aquakultur).	Anbefalt
Flom- og avlastningsløp	Økt kapasitet ved flomhendelser, stabil vannstand i hovedløpet ellers. Krever areal fra flomsletter (som i dag er delvis benyttet til landbruk).	Sterkt anbefalt
Tilbaketrukket sikring med slitelag	Øker kapasiteten i elveløpet og tillater en dynamisk elv innenfor gitte grenser. Slitelaget kan legges med sediment fra masseuttak. Vil kreve areal fra flomslettene (landbruksareal) og elvebredden.	Sterkt anbefalt
Flomvoller	Kanaliserer vannet (økt vannhastighet) og hindrer oversvømmelse av bakenforliggende areal. Økt vannstand og mulige problemer oppstrøms og/eller nedstrøms.	Ikke anbefalt
Forvalte kantvegetasjon	Gir biologisk mangfold. Rotsystem begrenser erosjon og hindrer ugunstig avrenning fra landbruk. For mye vegetasjon eller for store trær kan gi problemer med redusert kapasitet og økt oppstuvning og rotvelt.	Anbefalt
Tillate oversvømming av flomsletter (landbruksareal)	Utnytter flomslettene naturlige potensiale for fordrøyning og flomdemping. Dermed kan skadeomfanget begrenses.	Sterkt anbefalt

Spyling (kontrollert slipp av en flom med relativt lavt gjentaksintervall)	Flommer gir en naturlig gradering i bunnssubstratet og elveprofilen, bidrar til opprensning, forhindrer uheldig gjengroing og gir naturlig morfologisk utvikling i elva.	Anbefalt (eksperimentelt)
--	--	---------------------------

Buner (Strømvledere)

Et mulig tiltak mot erosjon av elvekanter og spesielt yttersvinger er å etablere buner. Dette tiltaket kunne vært aktuelt i områder der elva svinger og på strekker der djupålen vil styres mot midten av elveprofilen. Bunere er et relativt lite inngrep sammenlignet med plastring eller terskler. Det er derimot en viss fare for at det vil oppstå lokal erosjon rundt bunene, og akkumulering av sediment oppstrøms. Det kan gi redusert kapasitet for elva og økt erosjonspotensiale i djupålen da mer vann presses gjennom et smalere løp. I og med det vurderes som mest gunstig med kapasitetsøkende tiltak i Fortunselvi, er bunere ikke anbefalt, men kan potensielt være et supplerende tiltak.

Redusere eller fjerne terskel

Kartleggingen av elvebunnen i 2022 (Figur 3-29) viser at det sannsynlig akkumuleres sediment oppstrøms terskelen, og dermed reduseres kapasiteten i elveleiet i denne delstrekning. Det anbefales å senke terskelkrona eller å fjerne terskelen helt, og på den måten begrense mengden masser som akkumuleres oppstrøms, samt tillate at sediment som eroderes oppstrøms fra terskelen sedimenteres nedstrøms terskelen. Elven går da tilbake til sin tilstand før terskelen med en mer jevn bunn. Området oppstrøms terskelen kan være egnet for masseuttak – et tiltak vil ha positiv effekt på eiendommene på begge sider av elva.

Masseuttak og kapasitetsøkning

Masseuttak i elveløpet vil gi økt kapasitet til å holde på flomvannet – men selve uttaket må gjøres på en slik måte at det ikke skaper uheldige strømninger og problemer nedstrøms. Uttaket burde gjøres der elva naturlig vil legge fra seg masser, og oppstrøms nevnte terskel. Ta heller ut et tynt lag over et større areal, enn å grave dype grøfter. Uttaket må også ta hensyn til fisk og bunndyr. Kapasitetsøkende tiltak er sterkt anbefalt.

Flom- og avlastningsløp

Under store flommer vil kapasiteten i elveleiet overstiges, og tilstøtende flomsletter oversvømmes (som er delvis opparbeidet til landbruksareal). Sekundære flomløp bidrar til å avlaste hovedløpet når vannstanden stiger over et gitt nivå, se Figur 2-8. Dette tiltaket anbefales sterkt, men det vil være behov for prosjektering. Ved Hagane er innsvingen en skogkledd flomslette, et ideelt sted for å legge til rette for flomløp. Ved Vadøyane er det

også et historisk løp i ytterkant av jordene som kan utnyttes for å avlaste hovedløpet. Det finnes gode erfaringer fra utlandet på etablering av slike avlastende flomløp.

For å begrense skadene på landbruksarealet kan det være et alternativ å etablere flomløp over jordene slik at ikke hele landbruksareal oversvømmes. Det må undersøkes muligheter for å lage forsenkninger som fungerer som flomløp, men som også kan dyrkes utenom store flomhendelser.

Tilbaketrukket sikring med slitelag

Tilbaketrukket sikring (se Figur 2-11) med slitelag gir et bredere elveleie og vil øke kapasiteten, samtidig vil et dynamisk bunnsstrat opprettholdes ved at slitelaget får påfyll ved behov. Dette tiltaket krever noe mer areal langs elvebredden, men vil opprettholde naturlig dynamikk i vassdraget da elva kan bevege seg fritt innenfor gitte rammer, definert av en tilbaketrukket sikring. Tiltaket er sterkt anbefalt, men krever oppfølging over tid for å fungere.

Slitelaget kan legges utenpå erosjonssikringen og massene hentes fra masseuttak andre steder i elva. Kapasiteten økes dermed i flere områder, og siden det tilføres masser vil ikke erosjonen skape djupåler som kan undergrave sikringen på sikt. Dette tiltaket er sterkt anbefalt, men krever oppfølging over lang tid for å fungere. Der flomslettene er utnyttet til landbruksareal kan sikringen legges et stykke inn fra elvebredden, og dyrkamark på lo-siden utgjør slitelaget, arealet på le-siden forblir urørt. Denne utformingen vil være særlig gunstig vest for holmen ved Drægne.

Flomvoller

Det er gjort gjentatte forsøk på å beskytte landbruksareal langs elva. Noen steder er erosjonssikringen bygget såpas stor at det også fungerer som en flomvoll. Andre steder er masseuttaket gjort slik at bunnmaterialet ligger som flomvoller langs sidene. Disse flomvollene er ugunstige i og med at elva kanaliseres og den naturlige flomdempingen på flomslettene forhindres. Økte vannmengder i elveleiet gir økt erosjonspotensiale og kan gi nye problemer nedstrøms. Det er derfor anbefalt å unngå flomvoller til fordel for kapasitetsøkende tiltak.

Forvalte kantvegetasjon

Det er kartlagt en kombinasjon av ugunstig gjengroing og fjerning av kantvegetasjon. Mye kantvegetasjon i elveløpet reduserer flomkapasiteten og gir mer oppstuvning da strømmingen blir mindre effektiv. Samtidig er kantvegetasjon på elvebredden med på å hindre erosjon lokalt og bremse flomvannet ut over flomslettene. Det er anbefalt å forvalte kantvegetasjonen i henhold til Vannressursloven §11, slik at områder med uheldig

gjengroing tynnes ut, samtidig som mellomstore trær og busker bevares. Store trær som er utsatt for undergraving burde felles for å unngå rotvelt.

Kantvegetasjon kan være et alternativ til flomvoller, slik at flomslettene kan benyttes til fordrøyning, men at erosjonen begrenses da vannhastigheten reduseres. Tiltaket krever oppfølging.

Tillate oversvømming av flomsletter

Ved å tillate flomvann ut over flomslettene vil det bidra til å midlertidig holde igjen noe av vannet (fordrøyning) og dermed redusere flomtoppen. Dette er den naturlige prosessen i (meanderende) vassdrag. Ved å bygge flomvoller blir vannet presset inn i elveløpet og strømhastigheter øker. Dersom vannet har for stor fart, vil det føre til mer erosjon og skader på elvebredder som ikke er beskyttet. Derfor er en kombinasjon med kapasitetsøkende tiltak viktig slik at mest mulig vann holdes i elveløpet, og vannet på flomslettene har lav hastighet. Kantvegetasjon kan bidra til å redusere vannhastigheten og dermed redusere erosjonspotensialet på landbruksareal. Det anbefales å tillate begrenset oversvømmelse av landbruksareal samt mer tilrettelegging for utnyttelse av flomsletter som ikke er dyrket.

Spyling og kontrollerte flomhendelser

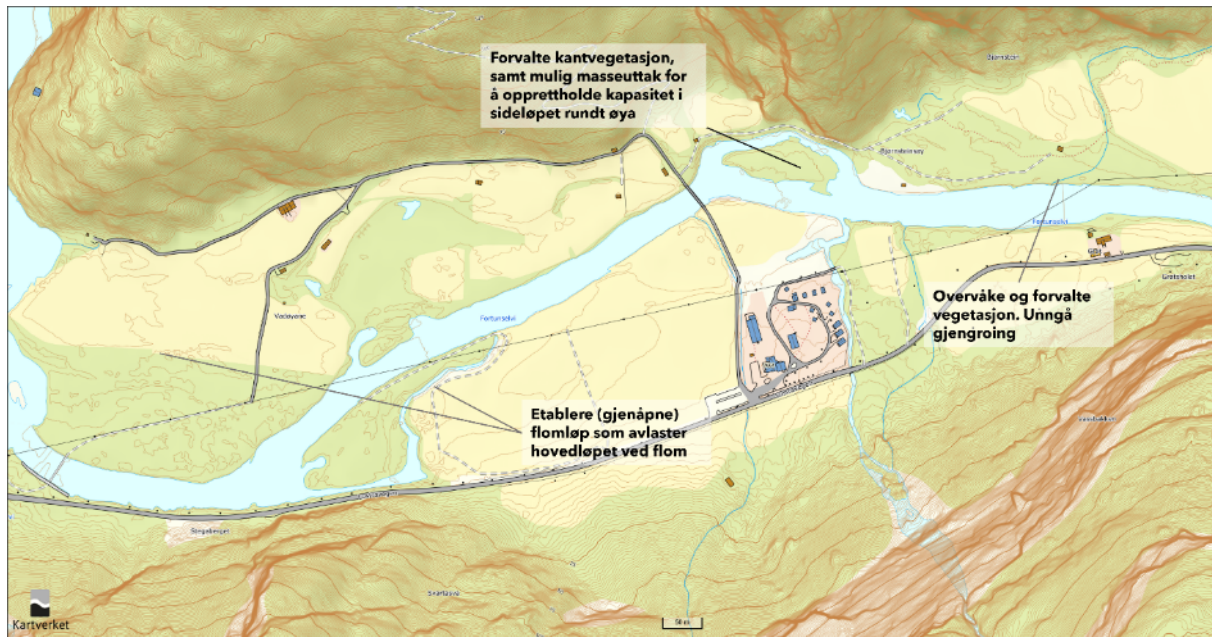
En konsekvens av reguleringen er at masseavsetning i elveløpet har mest sannsynlig økt på grunn av reduserte flomtopper og strømhastighet. Gjengroing langs elvebredden kan være et tegn på for lav vannføring over tid.

Flomhendelser er med på å renske elvebredder og erosjon av elvebredden opprettholder kapasitet og gradering i bunnsubstratet. Det er derfor sett på muligheter for å slippe kontrollerte flommer med større vannføring. Flomhendelsene må ikke være så store at de forårsaker skade. Tiltaket kan være utfordrende å gjennomføre med tanke på kraftproduksjon, der regulanten har et særskilt krav til å bidra til å minske flomtopper innenfor et strengt regelverk.

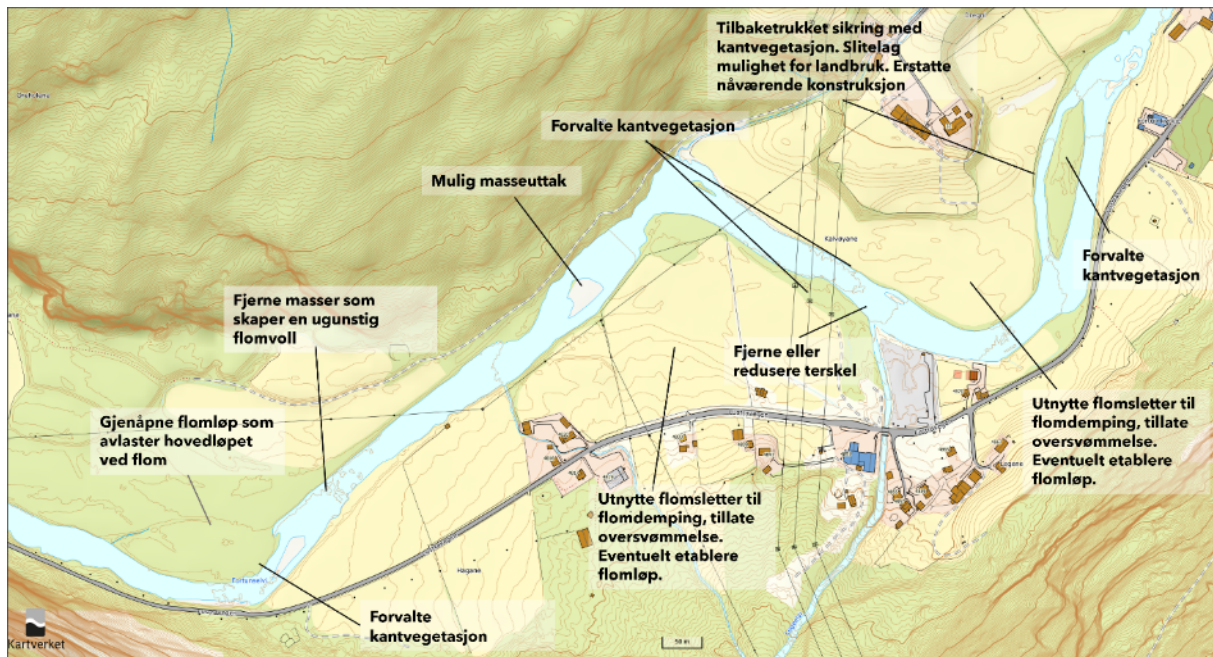
På dette stadiet er dette tiltaket eksperimentelt, men et interessant alternativ. Det er også usikkert om det med nåværende tappeluker og magasiner lar seg gjøre å kontrollere tilstrekkelig vannføring.

5.3. Konkrete anbefalinger

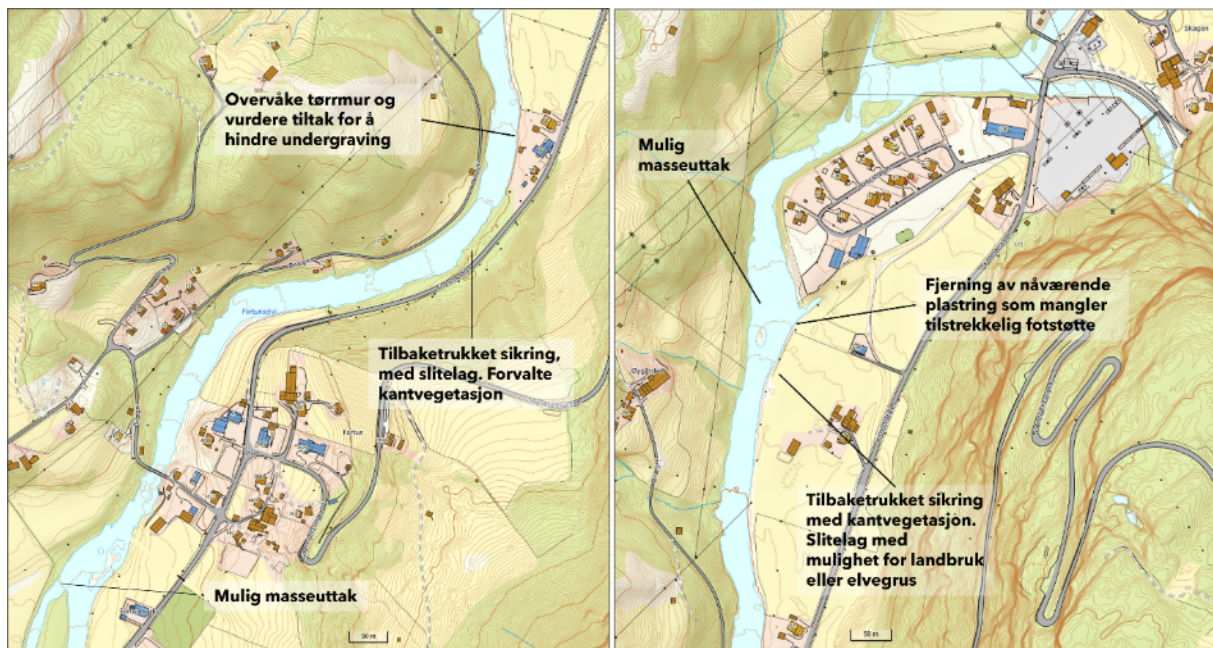
I Figur 5-1 til Figur 5-3 oppsummeres anbefalte tiltak med plassering i dalen. Tiltakene er basert på konklusjonene i avsnitt 5.2 hvor mest mulig naturbaserte løsninger ble valgt. Detaljprosjektering og modellering av konsekvenser i elva generelt er viktig for å oppnå ønsket effekt.



Figur 5-1: Anbefalte tiltak i nedre del av Fortunselvi, fra utløpet i Eidsvatnet til Hagane.



Figur 5-2: Anbefalte tiltak i midtre del av Fortunselvi, mellom Hagane og Fortun Kyrkje.



Figur 5-3: Anbefalte tiltak i øvre del av Fortunselvi, fra Fortun Kyrkje til Skagen.

6. Konklusjon

Det har siden kraftutbyggingen vært gjort en rekke tiltak i elva med mer eller mindre heldig utfall. Det er utfordrende å skille mellom hva som skyldes naturlige prosesser og hva som er en konsekvens av inngrep. Det virker som det ikke har vært godt nok belyst hvordan de enkelte tiltakene har påvirket vassdraget opp- og nedstrøms. Harde inngrep er erosjonssikring av svinger, masseuttak, terskel og mindre flomvoller. Det har vært en **gradvis innsnevring og reduksjon i elvas kapasitet**. Reduksjonen skyldes en kombinasjon av harde menneskelige inngrep og gjengroing. Noe av gjengroingen kan forklares med at vassdragsreguleringen demper flomtoppene og elvebreddene får være tilstrekkelig uforstyrret slik av vegetasjon etableres. **Harde tiltak har indirekte forverret flomrelaterte problemer.**

Landbruksareal omtales ikke direkte i gjeldene veiledere for sikkerhet mot flom – det vil være hensiktsmessig å definere et dimensjonerende gjentakintervall med utgangspunkt i den laveste sikkerhetsklassen. Fullstendig flom- og erosjonssikring mot en tilsvarende flom som i 2018 vil kreve urimelig ressursforbruk. Forespeilede løsninger vil kreve areal fra tilstøtende områder, valgt sikkerhetsgrad vil påvirke omfanget av sikringen.

Det anbefales generelt å i størst mulig grad **unngå harde tiltak** som tvinger elva i et konsentrert løp. **Naturbaserte løsninger** som gir elva mulighet for dynamisk bevegelse innenfor gitte rammer anbefales. Flomslettene som i dag er opparbeidet for landbruket må sees på som en del av elva, da de har en viktig rolle i å fordrøye flomvann. Flomsletter som ikke er dyrket har stort potensial for å **gjenåpne avlastende flomløp**.

Fjerne eller **redusere terskel** ved Lægane vil hindre videre akkumulasjon av sediment oppstrøms. Uten terskel skapes en jevnere elvebunn og kapasiteten i elveleiet i svingen oppstrøms økes.

Ved å etablere **tilbaketrukket sikring med slitelag** vil kapasiteten i elveløpet økes, men det vil kreve areal. Tilbaketrukket sikring kan bygges med slitelag av stedige masser, og dyrkbart areal kan delvis gjenopprettes. **Masseuttak kan være aktuelt** steder der elva naturlig legger igjen masser, men dette må samkjøres med fagkyndige slik at det tas hensyn til miljø og fisk. **Forvaltning av kantvegetasjon** er et lavterskeltiltak som kan gi god effekt.

Tiltakene som gjøres i elveløpet har konsekvenser for strømning, vannstand og bunnforhold ikke bare lokalt, men også indirekte på øvrige strekninger. Modellering av tiltak muliggjør konsekvensutredning. Det er nødvendig å se elven i sin helhet, fremfor å bare fikse problemer lokalt.

Kilder

Litteratur:

- **Hanssen-bauer, I. m.fl. (red.)** (2015). *Klima i Norge 2100 – kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning*. NCCS report no. 2/2015.
- **SWECO** (2013). *Tiltaksplan for Fortunselva*.
- **Norsk Klimaservicesenter** (2021). *Klimaprofil Sogn og Fjordane*.
- **NVE** (2022a). *Sikringshåndboka, Moduler*. Hentet fra [Moduler - NVE](#) 18.08.2022
- **NVE** (2019). *Kantvegetasjon langs vassdrag*. Veileder 02/2019.
- **NVE** (1999). *Effekter av flomsikringstiltak på flomforløpet. Hydra – et forskningsprogram om flom*. Berg, H., Engen I. K., Haddeland, Ø.H., Traae, E., Skoglund, M.
- **Norges Bondelag** (2017). *Veileder for håndtering av flom og overvann i landbruket*.
- **Fergus, T. m.fl.** (2010). *Vassdragshåndboka: Håndbok i vassdragsteknikk. 2. utg.* Trondheim tapir Akademisk Forlag.
- **Miljødirektoratet** (2017). *Naturbaserte løsninger for klimatilpasning*. Menon Economics, NINA og SWECO. Miljødirektoratet rapport M-830/2017.
- **Miljødirektoratet** (2018). *Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker*. Rapport nr. 296. Norwegian Research Centre (NORCE), Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI). Miljødirektoratet M-1051.
-
- **Lovdata** (2021). Lov om vassdrag og grunnvann (Vannressursloven). Lest august 2022, hentet fra [Lov om vassdrag og grunnvann \(vannressursloven\) - Lovdata](#).

Datagrunnlag:

- **Google Earth** (2019). *Satellittbilder Fortunsdalen*, datert 02.08.2019 eller nyere. Lastet ned august 2022.
- **NGU** (2015). *Kvartærgeologiske kart (Løsmassekart)*. Lastet ned august 2022, tilgjengelig fra [Kartkatalog \(ngu.no\)](#).
- **NVE** (2022b). NVE – Atlas. Karttjenester, hentet fra [NVE Atlas](#), august 2022.
- **Norge i Bilder** (2022). Historiske flyfoto, 1964-65 – 2007 – 2012 – 2018 – 2019. Hentet fra [Norge i bilder](#), august 2022.

- **HYDRA II** (2022). *Vannføringsdata Fortun 75.5*. NVEs portal for hydrologiske målestasjoner. Hentet juni 2022.
- **Kartverket** (2022a). Høydedata Laserinnsyn. Digitale høydemodeller 2007-2012-2018, hentet fra [Høydedata \(hoydedata.no\)](https://hoydedata.kartverket.no/), august 2022.
- **Kartverket** (2022b). *Jostedalsbræen med tilgrænsende strøk*, Turkart Sogn og Fjordane, år 1900. [Mitt kart | Kartverket.no](https://mitt.kart.kartverket.no/)

Vedlegg:

- Vedlegg 1. Notat – Befaring Fortunselvi.



Oppdragsgiver: Hydro Aluminium AS, Hydro Energi Sogn AS
Oppdragsnavn: Fortunselva Skagen til Eidsvatnet
Oppdragsnummer: 635040-01
Utarbeidet av: Martin Solbakken Løvaas
Oppdragsleder: Hilde Ruud
Dato: 25.08.2022
Tilgjengelighet: Åpent

Notat - Befaring Fortunselvi april 2022

Innhold

1. Befaring.....	2
1.1. Kraftstasjonen	4
1.2. Bedehuset	4
1.3. Fortun Turiststasjon.....	5
1.4. Fortun Kyrkje.....	6
1.5. Shell Fortun	7
1.6. Kalvøyane	8
1.7. Sving Lustravegen.....	10
1.8. Bjørnsteinsøy	11
2. Konklusjon.....	12

Versjonslogg:

01	25.08.22	Nytt dokument	MSL	HR/GD
VER.	DATO	BESKRIVELSE	AV	KS

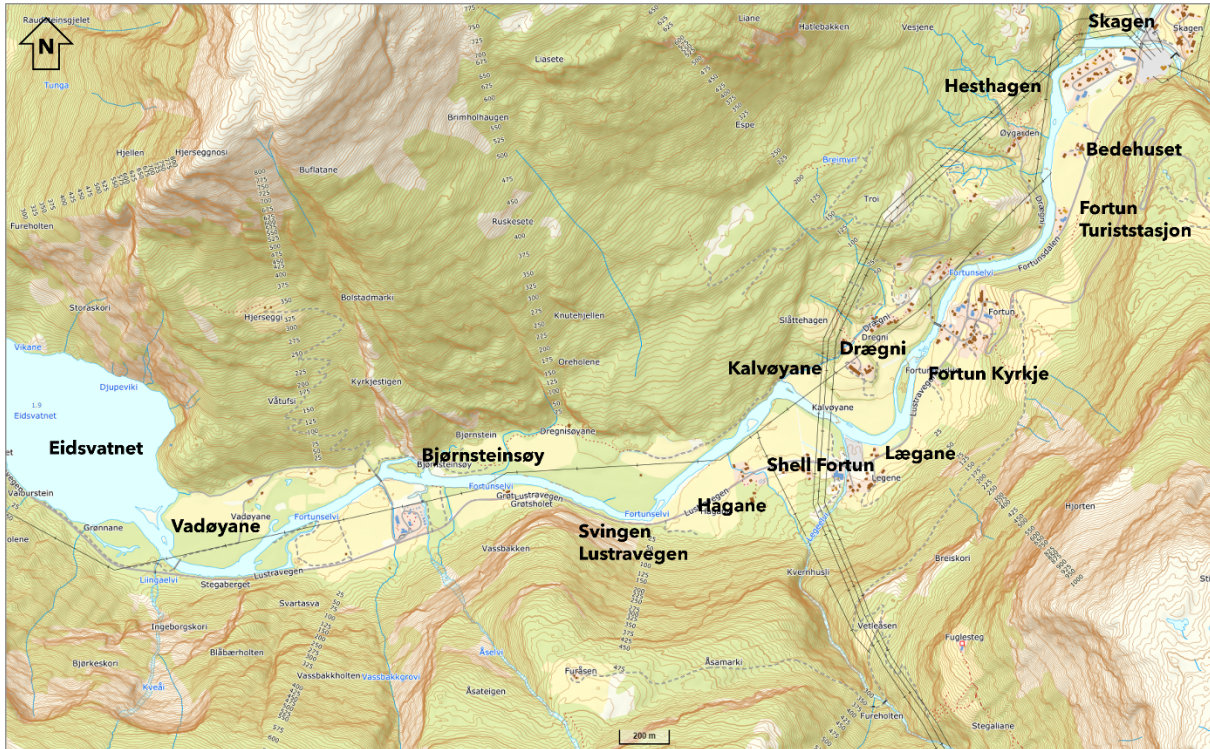
Sammendrag

I forbindelse med kartlegging av morfologiske endringer i og rundt Fortunselvi, ble det gjennomført befaring av analyseområdet fra Skagen Kraftstasjon, til utløpet i Eidsvatnet. Hele elvestrekningen ble inspisert i to omganger, først sammen med Hydro v/Knut Stokkenes, deretter med styret i Grunneierlaget. Dette notatet oppsummerer observasjoner, innspill og erfaringer innhentet underveis i befaringen, og utgjør et vedlegg til den fullstendige rapporten for oppdraget med hydrologisk og morfologisk vurdering av Fortunselvi.

Befaringen tydeliggjør omfanget av betydelige inngrep og gradvise endringer i og rundt elveløpet. Det har vært utført vesentlige flere tiltak enn det som fremkommer i NVE Atlas og hva som kan kartlegges via fjernanalyse. Befaringen var vellykket og gir verdifull informasjon, samt kjennskap til dalen for videre arbeider med kartlegging.

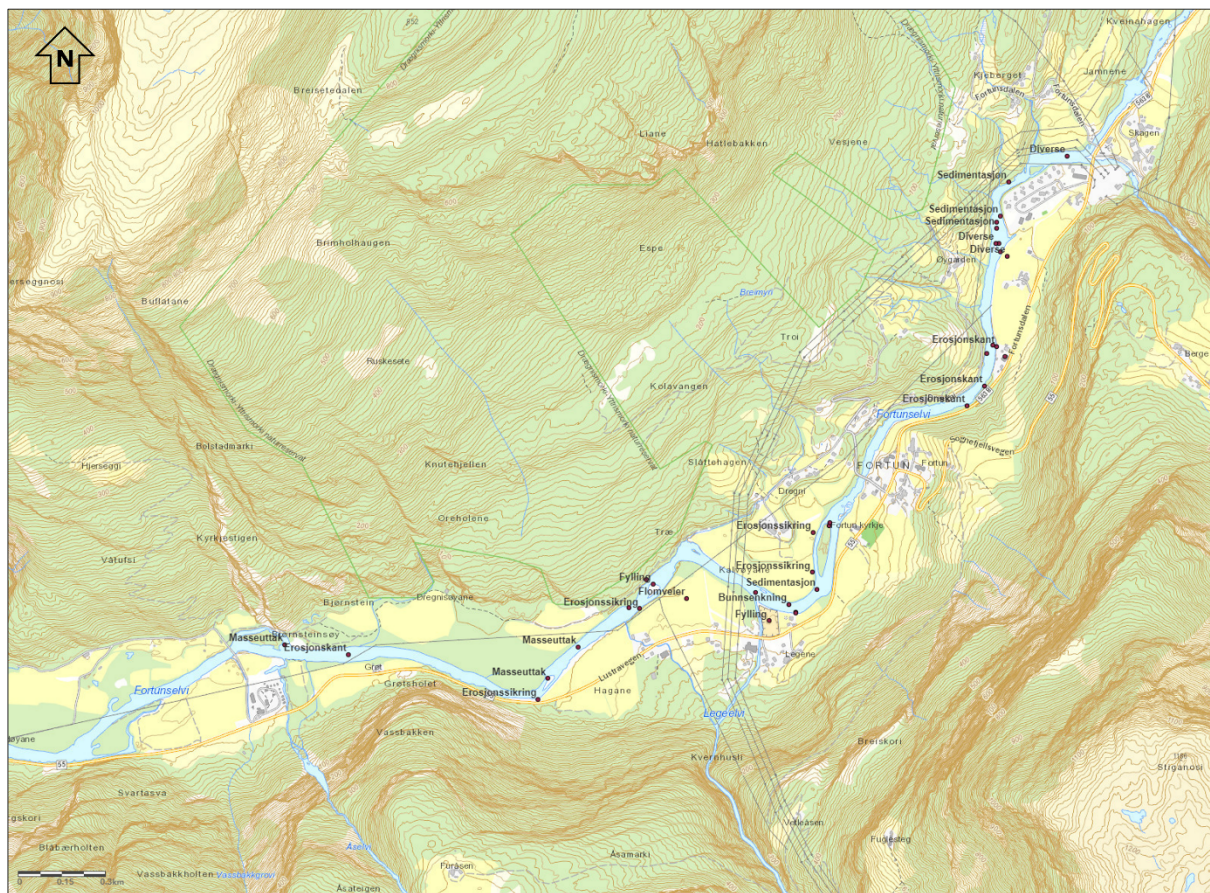
1. Befaring

I følgende underkapitler oppsummeres og illustreres de observasjonene og erfaringene som ble innhentet. Innledningsvis presenteres kart med stoppesteder i Figur 1-1.



Figur 1-1: Oversiktskart over Fortunsdalen fra Skagen Kraftstasjon, ned til Fortunselvas utløp i Eidsvatnet. Lokasjoner er annotert.

Underveis i befaringen ble gjort vanlige notater og tatt bilder, i tillegg ble det lagt inn punkter med observasjoner direkte i kart, via ESRIs feltverktøy Field Maps. Gjennom etterarbeidet kobles feltdata direkte mot programmet ArcGIS Pro og ArcGIS Online – som muliggjør enkel tilgang og oversiktlig fremstilling av datapunkter, notater og georefererte bilder. Hensikten var å få innspill fra personer med lokalkunnskap og å bli bedre kjent med dynamikken i elva, der observasjoner kunne festes direkte til en lokasjon, illustrert i Figur 1-2.



Figur 1-2: Utsnitt fra observasjonspunkter innhentet direkte i Field Maps underveis i befaringen, inkludert notater for hvert punkt samt georefererte bilder.

1.1. Kraftstasjonen

Stri elv, bunnsubstrat av stein og blokk - virker stabilt med mose og alger. Elva møter berg like nedstrøms Hesthagen og svinger sørover. Nullpunkt for erosjon, der masser avlagres på nordsiden, nedstrøms svingen. Oppstrøms svingen har hovedløpet flyttet seg noe mot midten, og sideløpet rundt øya har mindre vannføring. Knut (Hydro) kan huske at det var utfordrende å komme seg ut på øya for å fiske i barndommen. Nå kan man gå (nesten) tørrskodd over.



1.2. Bedehuset

Elva går mot berget på nordsiden og skaper en dyp kulp, med avlagring av masser nedstrøms. Grunneiere mener det pågår sedimentasjon og bunnheving, spesielt i midten. Det ble observert erosjon og fjerning av vegetasjon på grusbanken i midten av elva. Det er ingen tegn til fiskefelle langs vestsiden som kunne sees på flyfoto fra 1964-65.

På sørøstlig side går djupålen rett på elvebanken, som har blitt betydelig erosjonssikret gjentatte ganger i privat regi. Grunneiere opplyser om at djupålen tidligere var mer fordelt og at strømmen nå står rett mot erosjonssikringen. Ved breddfull vannstand går vannet med stor fart utover landbruksareal. Det er enighet om at jordene må fungere som flomsletter, men vannhastigheten må reduseres for å minske erosjon av matjorda. Gjerder og busker bærer preg om tidvis høy vannstand utover elveløpet, med drivgods som henger fast i netting eller greiner.

Under flommen i 2018 sto vannet rett oppunder grunnmuren på Bedehuset. I 2010 og/eller i 2015 ble det lagt på mer stein i erosjonssikring langs elva.

Det observeres at erosjonssikringen mest sannsynlig ikke er lagt med tilstrekkelig fotstøtte og forankring. Erosjonssikringen vurderes derfor som utsatt for undergraving. Observasjoner er presentert i Figur 1-3.



Figur 1-3: Lokasjon Bedehuset, A- øvre del av erosjonssikring. B-Grusbanke oppstrøms, sedimentasjon i midten, djupål mot sidene. C - Djupål presser mot erosjonssikring, øy med vegetasjon på grusbanken vaskes ut. D - nedre del av erosjonssikring, antas å være uten fotstøtte.

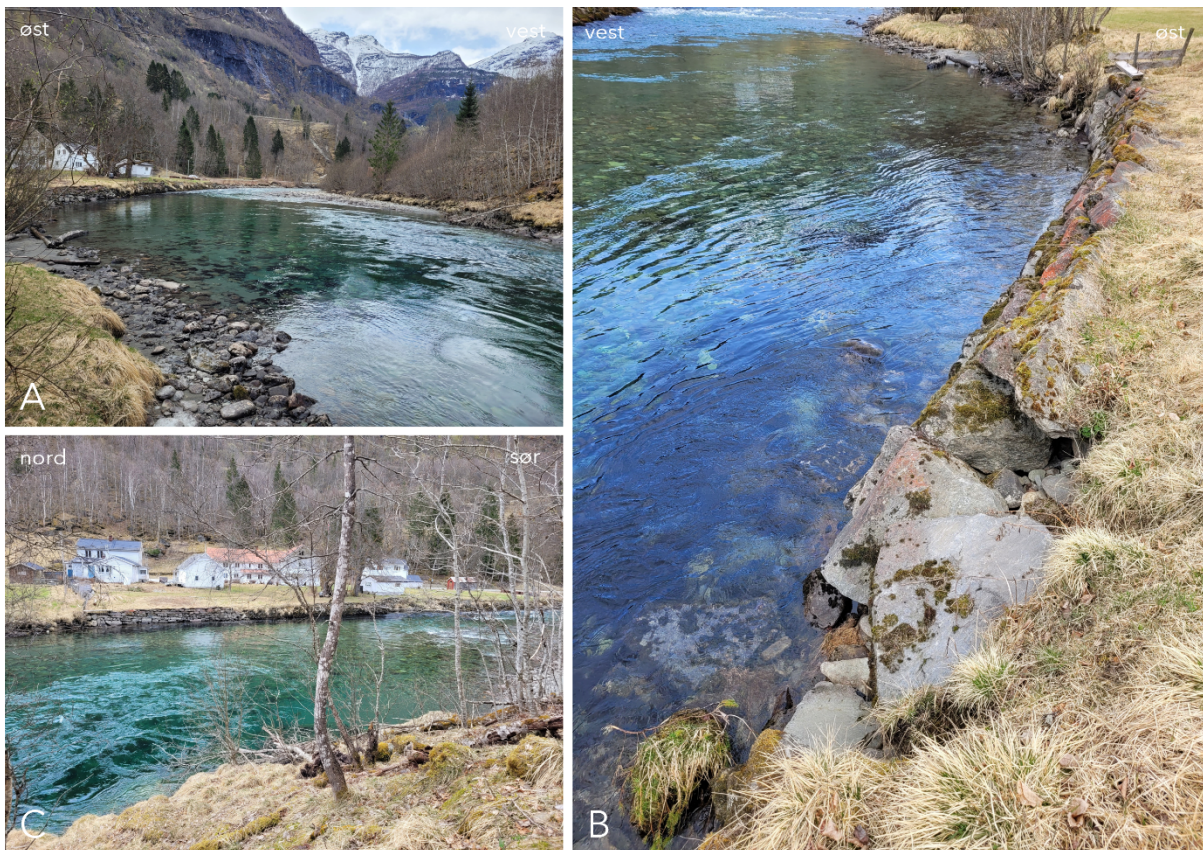
1.3. Fortun Turiststasjon

Det er anlagt en eldre tørrmur for erosjonssikring, som ble forlenget/forbedret i 2000, og viser tegn til skader i 2020. Den antas å ligge rett på elvebunn, uten dypere fot er utsatt for

undergraving. Større stein/blokk i elveløpet ligger i ro. Det observeres mose/alger på grovt bunnsubstrat.

I yttersvingen like nedstrøms Turiststasjonen vises tydelige erosjonssår i elvekanten, der vegetasjon siger ned. Det diskuteres hvorvidt større trær som undergraves, velter og eksponerer nye lett eroderbare masser, forverrer stabiliteten langs elveleiet. Samtidig er røtter kjent for å kunne binde vann og holde på masser.

Grunneiere har inntrykket av sedimentasjon og bunnheving, som fører til at vannet oftere går over bredden og gir skader på matjorda. Lite erosjon langs elvebredden, men angivelig er kapasiteten redusert. Det kommenteres også at det er mer grunnvann og redusert drenering av jorder.



Figur 1-4: A) Kulp ved Turiststasjonen, med noe drivgods og nedfall langs sidene. Elva går mot berg like oppstrøms, og djupålen ligger mot vest i øvre del (C), men skifter mot øst og står mot nedre del av tørrmur. Nedstrøms kantererosjon kan skimtes i bakgrunnen. Skader på tørrmur er dokumentert (B).

1.4. Fortun Kyrkje

På oppstrøms side av øya midt i elva var det erosjonssår og mye drivgods. Løpet på vestsiden har fått oppgradert erosjonssikring med rauset sprengstein. Bakenforliggende landbruksareal (Drægne) fikk store skader under storflommen i 2018. Bunnsubstrat vurderes som blokk og stein, rundet og antas å lett kunne transporteres ved økende vannføringer. Elvebredden mot øst er også erosjonssikret med ordnet steinlag. Djupål holdes i midten av elveløpet det forgreiningen starter.



Figur 1-5: Innløpet av forgreinet elveløp, tydelig erosjonskant og mye drivgods på øy i midten. Elvebredden langs det vestlige løpet mot Drægne (i bakgrunnen) er betydelig erosjonssikret etter store skader på elvekant og bakenforliggende jordbruksareal. Østlig løp, i forgrunnen, er også sikret med ordnet steinlag.

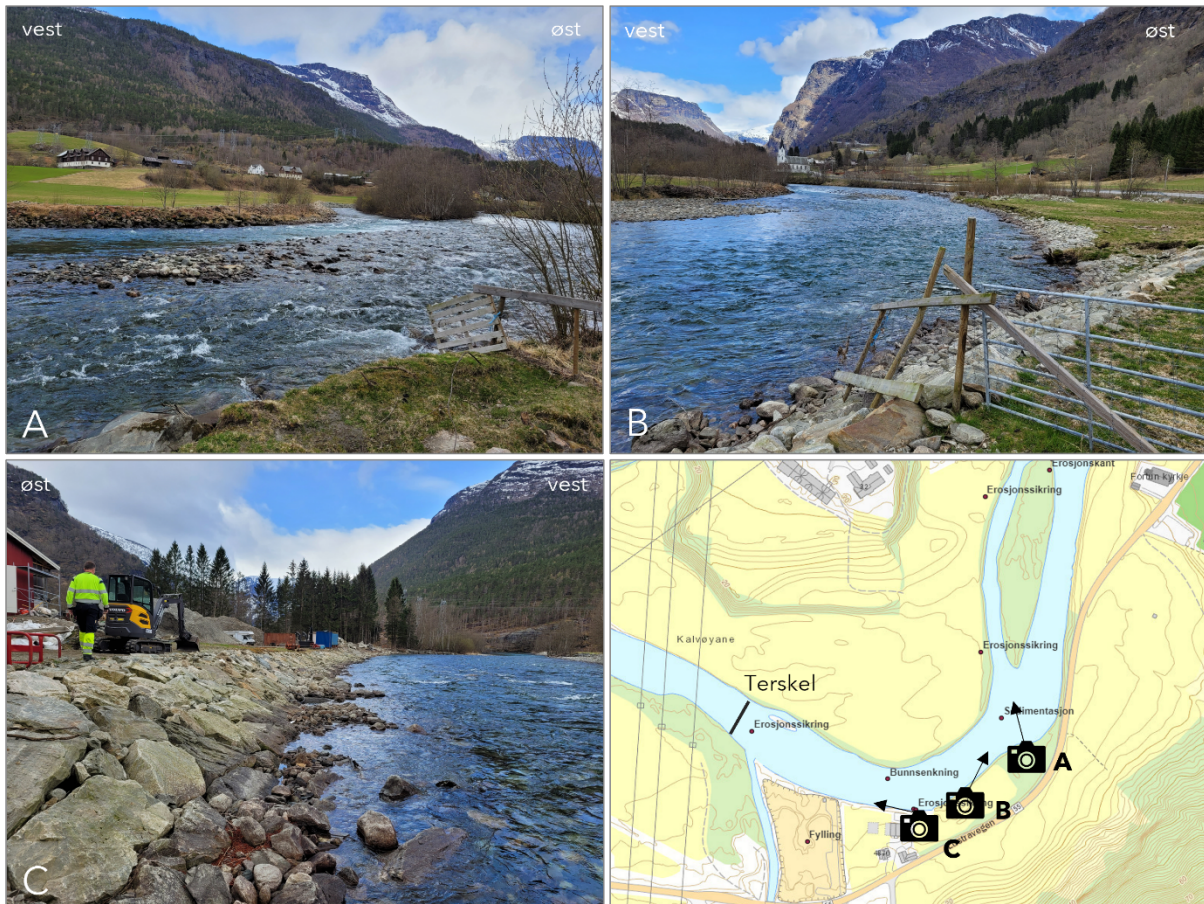
1.5. Shell Fortun

Dette strekket fra forrige lokasjon (Fortun Kyrkje) og videre nedover forbi neste lokasjon (Kalvøyane) er det flere viktige punkter som påpekes. Grusbanken i midten av Figur 1-6A har angivelig økt i omfang, slik at djupålen presses mot sidene. Innersvingen mot vest er

erosjonssikret, spesielt i etterkant av flommen i 2018 la grunneier på stein og blokk for å sikre landbruksareal. Elvekanten i yttersving ved Lægane (se Figur 1-6A og B) ligger med lite fribord til innmark, og oversvømmes lett ved økende vannføringer til tross for mur i overkant. Basert på eldre flyfoto har dette området blitt avskoget siden 2012.

Videre i yttersvingen har NVE plastret, se Figur 1-6C, for å beskytte bakenforliggende bygninger ved Lægane. Det bemerkes av denne plastringen er relativt glatt og lav. Det er lagres mye masser på tomta som skal brukes til planering, merket som fylling i kartet på Figur 1-6. Hvorvidt dette vil påvirke vannstand i form av innskrenket flomslette er uvisst. Grunneier på motsatt side har gjentatte ganger gravd ut masser fra innersving og anlagt ellevoll i innersving, med intensjon om å gi elveløpet mer volum. Grunneierlaget hevder det pågår bunnheving i området, en konsekvens av terskelen etablert like nedstrøms, se Figur 1-6. De har oppfatningen av at terskelen er for høy, og burde senkes 10-20 cm. Terskelen er bygget i regi av Hydro med intensjon om å begrense bunntranspor og vannhastighet.

Det er ønskelig med et stabilt elveløp der djupålen holde mot midten, og at det gjøres preventive tiltak slik at skadene og kostnader etter en flom begrenses. Det er enighet om at landbruksarealet utgjør en viktig brikke i flomdemping, men grunneierlaget mener vannet har for stor hastighet utover jordene, slik av matjord ødelegges.



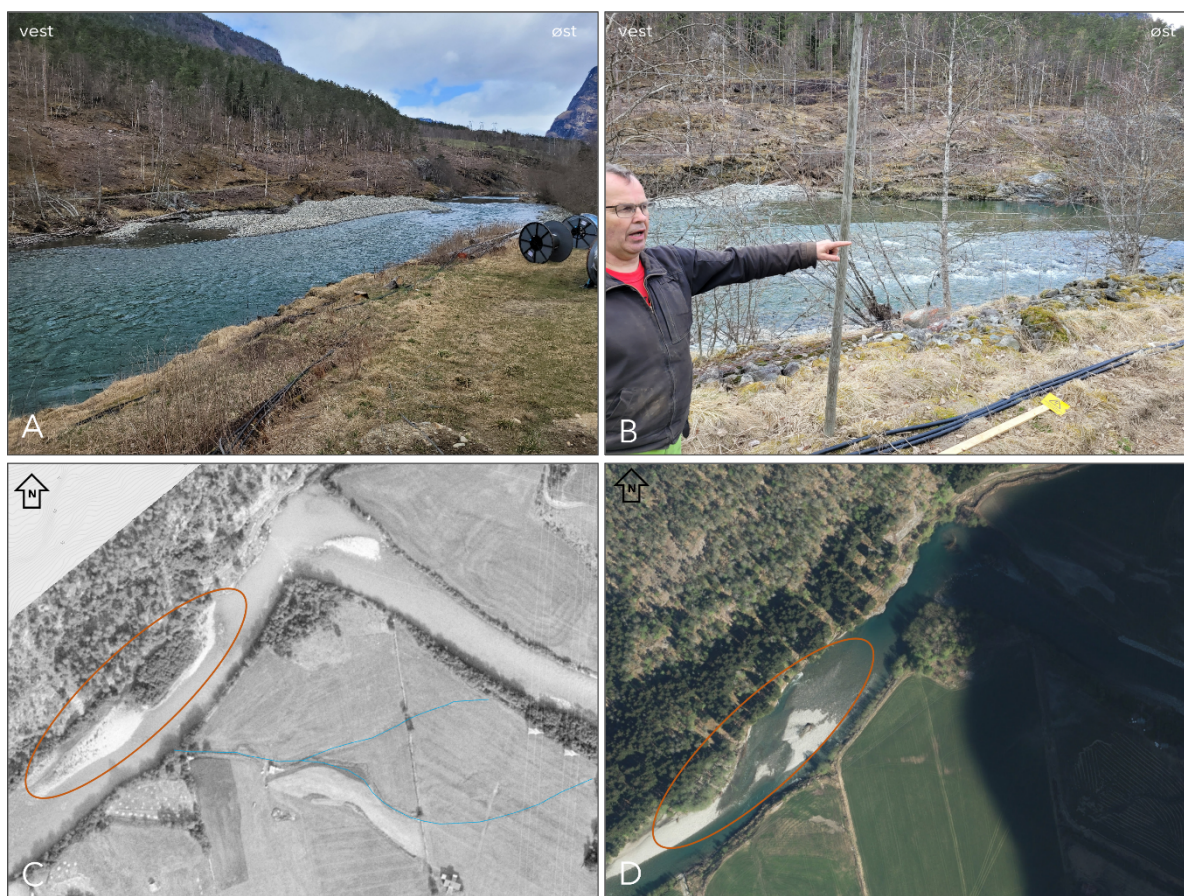
Figur 1-6: Observasjoner av endringer og tiltak for partiet av elva i området rundt svingen ved Shell Fortun. Kartet illustrerer lokasjon og retning for bilde A-C.

1.6. Kalvøyane

I yttersving går elva mot berg, og danner en dyp kulp, med avlagring av masser nedstrøms. Grusbanken som blir liggende nedstrøms kulpen (på nordsiden) har flyttet seg gradvis nedstrøms når dagens situasjon sammenlignes med historiske flyfoto. Etter flommen i 2018 ble det avsatt store mengder grus og stein midt i elva, og erosjon videre nedover i yttersving. Løsmasser og trevirke raste ut og ble dratt med videre.

Grunneiere startet i 2020 med å reetablere tidligere grusbanke ved flytte massene i elva, arbeidet ble i midlertidig stoppet av SNO for fiskehensyn før det rakk å bli ferdigstilt. Nå ligger det store hauger fra midten, mot yttersving – se Figur 1-7. Grunneiere vil ha djupålen tilbake slik den var før 2018-flommen, da det ikke førte til skader. De har ingen formening om hvor massene kommer fra. Inntrykket fra grunneiere er at det er bunnheving oppstrøms rundt nevnte terskel ved Lægane, samtidig som det bygger seg opp en betydelig grusbanke nedstrøms svingen ved Kalvøyane.

Landbruksareal i innersving har langsgående søkk som tidligere fungerte som flomveier, basert på historiske flyfoto har flomløpene blitt fylt igjen og dyrket, se Figur 1-7C og B. Dette bekrefter grunneier, og tilføyer at det var gravd ned rør. Det foreligger ikke mer informasjon rundt eventuell drenering. Bunnheving oppstrøms terskel ved Shell Fortun, gjør ifølge grunneier at marka oversvømmes. Grunneiere er innforstått med at landbruksarealet er flomsletter med stort potensiale for oversvømmelse, det er derimot angivelig økende hastighet på vannet og det elva går breddfull oftere enn før. Vannet som kommer inn på dyrket mark må ha lav hastighet for å ikke erodere matjorda.



Figur 1-7: Bilder fra befaring av lokasjon, med tillegg annoterte historiske flyfoto fra 1964-65 og 2019 for å illustrere endringer på flomsletter og migrasjon av grusbanken.

1.7. Sving Lustravegen

Lustravegen ligger tett på erosjonsutsatt yttersving i elva. NVE / SVV har etablert ordnet steinlag/rauset stein som omfattende erosjonssikring av yttersvingen, se Figur 1-8. Sikringen har fylt opp tidligere kulper rundt store steinblokker, og ødelagt standplasser for fisk - ifølge Grunneiere og Hydro.

Elvebredden i innersving holder store mengder drivgods og trevirke etter 2018 flommen, se Figur 1-8D. Gjennomgang av historiske bilder viser at innersvingen gradvis har blitt igjengrodd siden 1964-65. Det kan sees flere mulige flomløp gjennom terrenget i innersvingen. Elvestrekket rett oppstrøm svingen har blitt rensket av grunneier i privat regi, der masser fra midten av elva er flyttet mot sidene og utgjør nå en kunstig elvebanke. Elvebankene ligger høyere enn omkringliggende terreng og sperrer mulige flomløp i nevnte innersving.



Figur 1-8: bilder fra befaring rundt Sving Lustravegen, A-C, bilde D illustrerer drivgods og sedimentasjon i elveløp, men spesielt i innersving. Uttak av masser fra elveløpet er lagt mot sidene oppstrøms svingen.

1.8. Bjørnsteinsøy

Selve Bjørnsteinsøy har blitt igjengrodd i løpet av tidsrommet som dekkes av datagrunnlaget. 2018-flommen fjernet mye vegetasjon, men la også igjen masser og drivgods. Erosjonsskader har blitt reparert med at avlagrede masser fra midten av elva er flyttet mot sidene. Nordlig side av elveløpet har flere kroksjøer og mulige flomveier, disse er delvis gjengrodde. Grunneiere trekker frem at djupålen her er gunstig midt i elven.

Samtidig registreres det flere erosjonssår langs kantene, undergraving og vegetasjon som har startet å skli ut med rotvelt. Observasjoner vises i Figur 1-9.

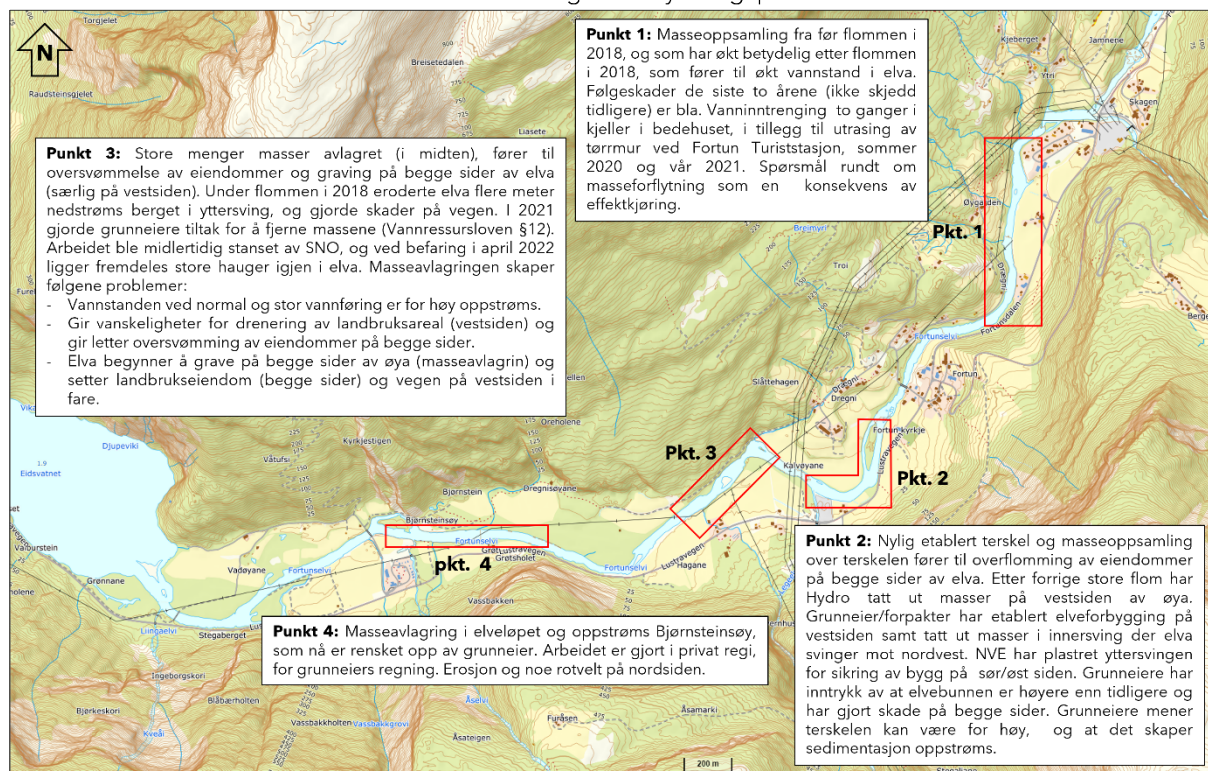


Figur 1-9: Observasjoner rundt Bjørnsteinsøy, A-B illustrerer erosjon og undergraving av vegetasjon i yttersving mot nord. C og D viser avsatt drivgods på oppstrøms side av øya, bildene viser også masseuttak.

2. Grunneierlagets bekymringspunkter

I innledende arbeider med kartlegging av endringer i elva og før befaringen uttrykte Grunneierlaget bekymring rundt noen kritiske punkter langs Fortunselvi. Synspunktene oppsummeres i Figur 2-1. Punktene og bemerkningene ble gjennomgått under befaringen.

Grunneierlagets bekymringspunkter



Figur 2-1: Punkter langs elveløpet som er av særlig interesse for Grunneierlaget.

3. Konklusjon

Det er et svært komplekst samspill mellom naturlige prosesser rundt utvikling av elveløpet kombinert med mer eller mindre vellykkete menneskelige inngrep, både i privat og offentlig regi. Det er rimelig å anta at mye av tiltakene som er utført, er gjort uten at konsekvenser for partier nedstrøms ble utredet. Elva har i noen svinger nådd et nullpunkt med at strømmen står rett på berg, som kan gi turbulente strømminger. Befaringen anses om vellykket og resulterte i bedre kunnskap og kjennskap til lokale forhold som er vanskelig å tilegne seg via fjernanalyse.

Bilder og kartlegging i felt er verdifullt for en helhetlig vurdering av den morfologiske utviklingen i elva siden kraftutbyggingen.