

Kvam herad

► Flomsikring av Øysteseelva

Tiltaksvurdering

Oppdragsnr.: 52301942 Dokumentnr.: HYD_Øysteseelva_03 Versjon: J02 Dato: 2024-06-10



Oppdragsgiver: Kvam herad
Oppdragsgivers kontaktperson: Trond Inge Brakestad, Tore Dolvik
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Julie Scott-Hansen
Fagansvarlig: Daniel Fossberg
Andre nøkkelpersoner: Katherine Aurand (Flom og hydraulikk)
Leif Simonsen (Fisk og ferskvannøkologi)
Vilde Mürer (Terrestrisk naturmiljø / kantsone)
Ida Kasin Hammerborg (Landskap)
Siri Sandtorv Heimark (Kulturminner)
Are Berstad og Øyvind Høydal (Områdestabilitet)

J02	2024-06-10	For bruk	J. Scott-Hansen	D. Fossberg	J. Scott-Hansen
B01	2024-05-31	For kommentar hos oppdragsgiver	J. Scott-Hansen	D. Fossberg	J. Scott-Hansen
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Norconsult Norge AS (Norconsult) er på vegne av Kvam herad (kommunen) engasjert for å utrede tiltak for flomsikring av Øysteseelva som renner gjennom Øystese. Øystese ligger i Vestland fylke på nordsiden av Hardangerfjorden, omtrent 7 km øst for Norheimsund.

Kommunen jobber med å utvikle en områderegeringsplan for Øystese sentrum. Øysteseelva renner sentralt gjennom planområdet og har utløp i Hardangerfjorden rett nedenfor sentrumsområdet. Elven har over tid blitt bygget inn og bortgjemt, og er ikke så tilgjengelig for allmennheten som den kan være. Kommunen ønsker, med bakgrunn i utvikling av områdeplanen, å avklare løsninger for flom- og erosjonsfare i elven, samtidig med å se på muligheter for å snu bygda mot elven og fremheve den som et positivt miljøelement.

Flomproblematikken i Øystese er komplisert og mulighetene for å eliminere flomfare er begrenset på grunn av menneskelig utvikling som har inngrepet på breddene til elven. Elven har lite plass å boltre seg på og dette truer hus, bygninger og annen infrastruktur når elven blir flomstor og går utover sine bredder. Ønskede virkninger av denne utredningen er å fremlegge mulige tiltak for flomsikring i Øysteseelva, basert på en detaljert analyse, og komme med føringer og anbefalinger for videre tiltaksutredning og prosjektering.

Norconsult sin utredning i forbindelse med dette prosjektet har bestått i første omgang av utvikling av en detaljert 2D hydraulisk modell i programvaren HEC-RAS. Den hydrauliske modellen ble brukt til å vurdere dagens flomsituasjon i Øysteseelva og deretter til å simulere en rekke alternativer for flomsikringstiltak i elven. Tiltakene ble hovedsakelig delt opp i tre delområder, som er sentrert rundt de tre broene som krysser elven langs sentrumsstrekningen, hvor de største flomproblemene oppstår.

En omfattende liste med ulike sikringsalternativer ble foreslått i løpet av prosjektet og etter kommunens ønske har samtlige blitt simulert i den hydrauliske modellen for å vurdere sikringseffekten av disse. Tiltakene rangerer fra mindre, enkelvisse tiltak til store omfattende tiltakskombinasjoner som innebærer heving/fjerning av broer og/eller større terrengendringer. Stort sett ser man at mindre tiltak ikke er tilstrekkelige for å oppnå full sikringseffekt, og mer omfattende sikringstiltak er nødvendig.

Flomvurderingen av dagens situasjon og tiltakssimuleringen er beskrevet i egne rapporter levert i forbindelse med dette oppdraget, hhv. 'Flomvurdering av Øysteseelva' [1] og 'Hydraulisk analyse av flomsikringstiltak i Øysteseelva' [2].

Denne rapporten tar sikringstiltakene fra ovennevnte vurderinger et steg videre og vurderer de fra flere fagområder og perspektiver; fisk og ferskvannøkologi, terrestrisk naturmiljø (kantsone) og landskap. En overordnet vurdering av andre naturfarer forbundet med erosjon, kjøve og områdeskred er også inkludert. En grov kostnadsvurdering er også utført.

Denne rapporten dekker følgende temaer:

- En beskrivelse av eksisterende forhold ifm. Øysteseelva og Øystese sentrum som anses som relevant for flomproblematikken og de foreslåtte sikringstiltakene.
- Generell vurdering av Øysteseelva og Øystese fra de ulike fagperspektivene (hydraulikk/flom, fisk og ferskvannøkologi, terrestrisk naturmiljø (kantsone) og landskap) for å trekke frem de viktigste elementene som bør inngå i vurdering av sikringstiltak.
- Vurdering av sikringstiltak fra de ulike perspektivene, oppsummert i en vurderingsmatrise, og deretter anbefalinger for videre arbeid og utredning.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Tidligere arbeid og bakgrunnsinformasjon	7
1.3	Tidligere vurderte og anbefalte tiltak	7
1.4	Inneværende utredning	8
1.5	Videre arbeid	9
1.6	Innhold i rapporten	9
2	Eksisterende forhold	10
2.1	Beliggenhet	10
2.2	Vernestatus	12
2.3	Brukerinteresser	12
2.3.1	<i>Ferdsel og rekreasjonsbrukere</i>	13
2.3.2	<i>Fiske</i>	14
2.4	Kulturminner	14
3	Flomproblematikk	16
3.1	Generelle hydrauliske forhold og utfordringer i Øysteseelva	16
3.2	Dagens situasjon for flom med 200-års gjentaksintervall	16
3.3	Delområder	17
3.3.1	<i>Delområde 1 – Sjusetevegen bro</i>	18
3.3.2	<i>Delområde 2 – Holmane bro</i>	21
3.3.3	<i>Delområde 3 – Hardangerfjordvegen bro</i>	22
4	Andre naturfarer i vassdraget	26
4.1	Erosjon og massetransport	26
4.2	Kjøve og flom	28
4.2.1	<i>Kjøve</i>	28
4.2.2	<i>Historiske kjøver og flomhendelser i Øystese</i>	28
4.2.3	<i>Nyere hendelser i Øystesevassdraget</i>	30
4.2.4	<i>Vurdering av fare for kjøve Øystesevassdraget i dag</i>	30
4.3	Områdestabilitet mot kvikkleireskred	31
5	Fisk, ferskvannsøkologi og terrestrisk naturmangfold	33
5.1	Generell vurdering	33
5.2	Dagens situasjon – fisk og ferskvannsøkologi	33
5.3	Dagens situasjon – terrestrisk naturmangfold	35
5.3.1	<i>Naturtyper</i>	35
5.3.2	<i>Økologiske funksjonsområder for arter</i>	36
5.3.3	<i>Fremmede arter</i>	36

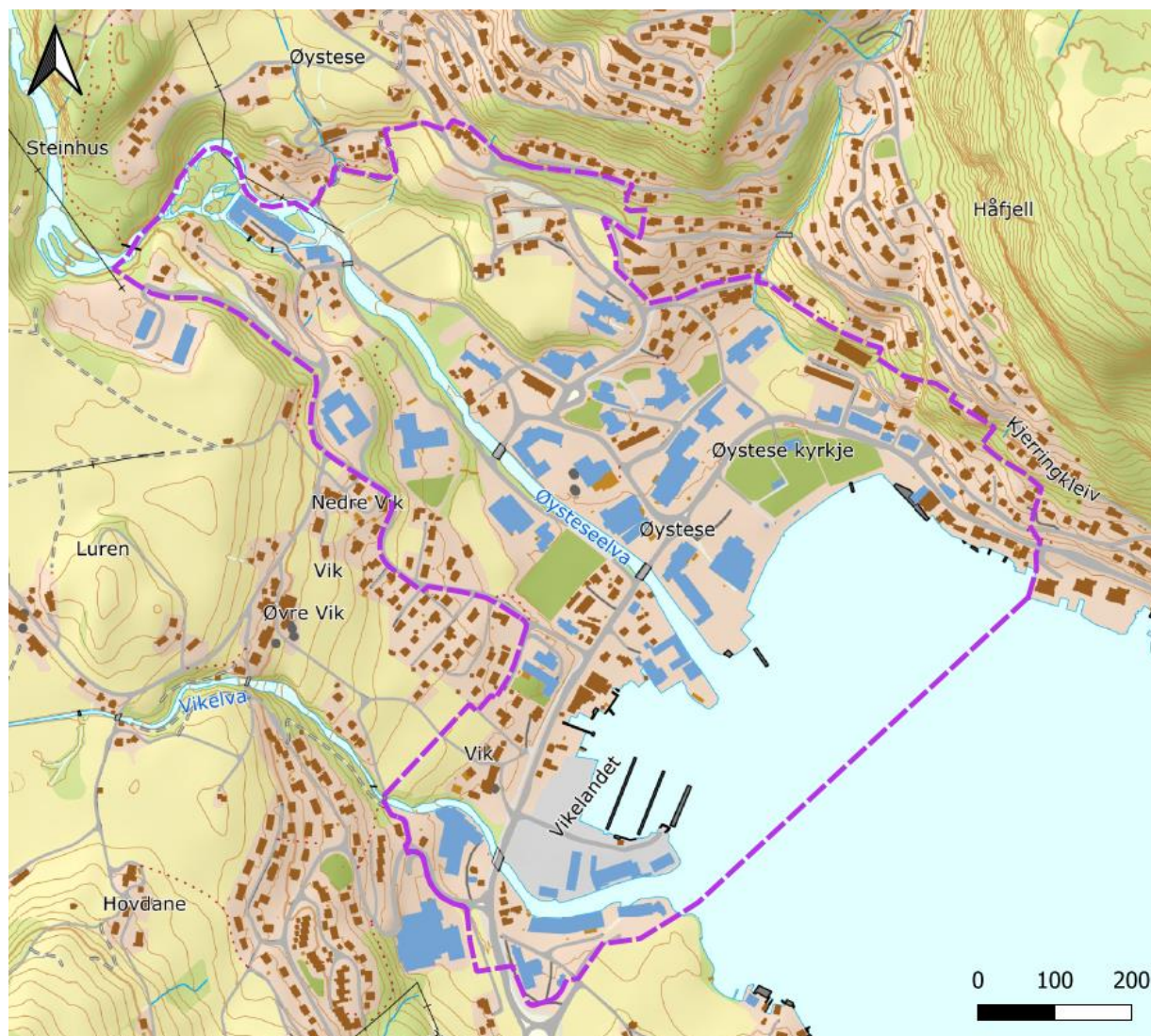
6	Landskap og tilrettelegging	38
6.1	Generell vurdering av landskapsbildet og Øysteseelva	38
7	Tiltaksvurdering	40
7.1	Tiltaksoppsummering	40
7.1.1	Gjentaksintervall og dimensjonering	41
7.2	Vurderingsmatrise	42
8	Anbefalinger og videre arbeid	51
8.1	Anbefalte tiltak – flomsikring og hydraulikk	51
8.1.1	Delområde 1 – Sjusetevegen bro	51
8.1.2	Delområde 2 – Holmane bro	52
8.1.3	Delområde 3 – Hardangerfjordvegen bro	55
8.2	Anbefalinger – fisk, ferskvannssøkologi og kantsone	57
8.3	Anbefalinger – Landskap og tilrettelegging	57
8.3.1	Delområde 1 – Sjusetevegen bro	57
8.3.2	Delområde 2 – Holmane bro	58
8.3.3	Delområde 3 – Hardangerfjordvegen bro	60
9	Generelle anbefalinger og oppsummering	62
10	Referanser	63
11	Vedlegg	65

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Norconsult Norge AS (Norconsult) er på vegne av Kvam herad (kommunen) engasjert for å utrede tiltak for flomsikring av Øysteseelva som renner gjennom Øystese. Øystese ligger i Vestland fylke på nordsiden av Hardangerfjorden, omtrent 7 km øst for Norheimsund.

Kommunen jobber med å utvikle en områderegeringsplan for Øystese sentrum. Øysteseelva renner sentralt gjennom planområdet og har utløp i Hardangerfjorden rett nedenfor sentrumsområdet, se Figur 1-1 hvor planområdet er vist med lilla stiplet linje. Elven har over tid blitt bygget inn og bortgjemt, og er ikke så tilgjengelig for allmennheten som den kan være. Kommunen ønsker, med bakgrunn i utvikling av områdeplanen, å avklare løsninger for flom- og erosjonsfare i elven, og samtidig å se på muligheter for å snu bygda mot elven og fremheve den som et positivt miljøelement.



Figur 1-1. Oversiktskart over Øystese og Øysteseelva. Planområdet er vist i lilla. Bakgrunnskart: norgeskart.no

1.2 Tidligere arbeid og bakgrunnsinformasjon

Det er gjort en del arbeid allerede, både i forbindelse med utvikling av områdeplanen, og tidligfaseutvikling av muligheter for flomsikring av Øysteseelva. En oppsummering av det viktigste arbeidet som foreligger i forbindelse med flomproblematikk er gitt av følgende:

- **2015:** NVE utarbeidet flomsonekart for Øystese som ble presentert i 'Delprosjekt Øystese, NVE rapport 84/2015' [3]. Flomsonekartleggingen ble utarbeidet i en 1D hydraulisk modell.
- **2020:** COWI, på oppdrag for Kvam herad med tilskudd fra fylkeskommunen, utarbeidet en mulighetsstudie for flomsikring av Øystese [4]. Dette inkluderte utarbeiding av en 2D hydraulisk modell.
- **2020:** Kvam herad søkte NVE om midler til planlegging av flomsikringstiltak i og langs Øysteseelva med bakgrunn i NVE sin flomsonekartlegging og mulighetsstudien til COWI. Søknaden ble innvilget med svar fra NVE i 2021.
- **2021:** Oppstart for arbeid med områdeplanen for Øystese sentrum med plankonsulent ABO Plan og Arkitektur AS.
- **2021:** NVE sender brev til Kvam herad (datert 14.05.2021) med innspill til oppstart av arbeid med områderegeringsplanen for Øystese sentrum. Brevet kommer med en rekke anbefalinger om ting som burde hensyntas i utvikling av områdeplanen, blant annet problemstillinger knyttet til flom- og skredproblematikk.
- **2023:** Norconsult blir engasjert av Kvam herad til å utrede flomsikring av Øysteseelva med bakgrunn i tidligere arbeid, områdeplanen og anbefalinger fra NVE.

1.3 Tidligere vurderte og anbefalte tiltak

Fra mulighetsstudien til COWI [4] ble det foreslått tre alternativer for flomsikring:

1. Bunnsenking ved utgraving av elvebunnen
2. Utviding av elvetverrsnitt ved graving i sideskråninger
3. Flomvoll langs hele venstre bredd av elven (sett medstrøms) og nedre deler av høyre bredd

Det ble også vurdert om flomdempende tiltak, ved å benytte fordrøyning i tilløpet til Øysteseelva (Fitjadalsvatnet), kunne være en reell løsning, men dette ble vurdert å ha liten effekt i forhold til store miljø- og naturmessige påvirkninger og ble av den grunn ikke tatt videre som et foreslått alternativ.

Fra listen ovenfor ble alternativ 1 (bunnsenking) anbefalt av COWI for videre utvikling som flomdempende tiltak i Øysteseelva da det var begrunnet at dette bevarte mest mulig av områdekvalitetene samtidig som det unngikk store terrengtiltak som vil være kostnadsdrivende og mer omfattende [4].

I sitt brev datert 14.05.2021 råder NVE til å se på flomsikringstiltak som har minst mulig negativ effekt på naturkvalitetene i og langs elven. I så måte er bunnsenking ansett som et svært inngripende tiltak, spesielt i et vernet vassdrag som Øysteseelva.

Øysteseelva er også en elv som påvirkes i høy grad av massetransport, og senkning av elvebunnen ved å fjerne løsmasser eller sprengte fjell er derfor ikke vurdert som en gunstig løsning for flomsikring ettersom utgravede områder som regel fylles opp igjen med transporterte løsmasser. I tillegg kan sprenging av elvebunnen føre til endring av strømningsmønsteret i elven og føre til masseavsetning langs nye og uforutsette strekninger.

1.4 Inneværende utredning

Flomproblematikken i Øystese er komplisert og mulighetene for å eliminere flomfare er begrenset på grunn av menneskelig utvikling som har inngrepet på breddene til elven. Elven har lite plass å boltre seg på og dette truer hus, bygninger og annen infrastruktur når elven blir flomstor og går utover sine bredder. Ønskede virkninger av denne utredningen er å fremlegge mulige tiltak for flomsikring i Øysteseelva, basert på en oppdatert og detaljert analyse, og komme med føringer og anbefalinger for videre tiltaksutredning og prosjektering.

Denne utredningen har inkludert utvikling av en ny hydraulisk modell av Øysteseelva da de tidligere hydrauliske modellene var funnet å være manglende for å utføre en grundig vurdering av flomproblematikken i elven og gi et godt grunnlag for vurdering av flomsikringstiltak. NVE sin modell fra 2015 var utført som en 1D modell som har store begrensninger i situasjoner hvor elven bryter ut av sine bredder, slik som Øysteseelva gjør. COWI sin modell fra 2020 var utført som en 2D modell, som i utgangspunktet er bedre egnet for vurderingen, derimot var de tre vegbroene som krysser Øysteseelva mellom Busdalen og utløpet i Hardangerfjorden ikke inkludert i modellen. Dette vurderes som en stor begrensning for anvendeligheten til modellen ettersom broene fungerer som 'flaskehals' langs elven og har stor påvirkning på flomsituasjonen som oppstår i elven.

Norconsult sin utredning i forbindelse med dette prosjektet har bestått i første omgang av utvikling av en detaljert 2D hydraulisk modell i programvaren HEC-RAS. Terrenggrunnlaget i modellen er basert på en LiDAR punktsky fra 2022 som er supplert med oppmålte punkter i elveløpet fra 2007 og 2023. I tillegg er de tre broene (Sjusetevegen, Holmane og Hardangerfjordvegen) inkludert i modellen basert på oppmålinger utført av Novatek i 2007 (på oppdrag for NVE). Detaljer om flomverdier, den hydrauliske modellen og flomvurderingen av dagens situasjon i Øysteseelva er oppsummert i Norconsult rapport '*Flomvurdering av Øysteseelva*' [1] og det henvises til denne rapporten for fullstendige detaljer og grunnlag i forbindelse med den hydrauliske vurderingen.

Den hydrauliske modellen ble deretter brukt til å vurdere en rekke alternativer for flomsikringstiltak i Øysteseelva. Tiltakene ble hovedsakelig delt opp i tre delområder, som er sentrert rundt de tre broene, hvor de største flomproblemene oppstår. Å løse flomproblematikken i Øysteseelva er ingen enkel oppgave da elven er sterkt kanalisert og eksisterende bebyggelse og infrastruktur ligger tett inntil elven på begge sider. Broene er også begrensende faktorer i systemet ettersom disse ikke har tilstrekkelig kapasitet og fører til oppstuvning av elven, og det anses som relativt kostbart å skulle utføre kapasitetsøkende tiltak på alle broene.

En omfattende liste med ulike sikringsalternativer ble foreslått i løpet av prosjektet og etter kommunens ønske har samtlige blitt simulert i den hydrauliske modellen for å vurdere sikringseffekten av disse. Tiltakene rangerer fra mindre, enkelvisse tiltak til store omfattende tiltakskombinasjoner som innebærer heving/fjerning av broer og/eller større terrengendringer. Stort sett ser man at mindre tiltak ikke er tilstrekkelige for å oppnå full sikringseffekt, og mer omfattende sikringstiltak er nødvendig.

Tiltakssimuleringen er beskrevet i en egen rapport '*Hydraulisk analyse av flomsikringstiltak i Øysteseelva*' [2]. Rapporten beskriver hvert tiltak som er simulert, grove anslag på dimensjoner der det er relevant (f.eks. høyder på flomvoller), sikringseffekten av tiltaket og eventuell restrisiko, og anbefalinger ifm. tiltaket fra et hydraulisk perspektiv.

Denne (inneværende) rapporten tar sikringstiltakene fra ovennevnte vurderinger et steg videre og vurderer de fra flere fagområder og perspektiv; fisk og ferskvannsökologi, terrestrisk naturmiljø (kantsone) og landskap. En grov kostnadsvurdering er også utført.

1.5 Videre arbeid

Det forventes at denne rapporten, i kombinasjon med de hydrologiske og hydrauliske rapportene nevnt ovenfor, blir brukt som et vurderingsgrunnlag for blant annet diskusjon, innlemmelse i utvikling av områdeplanen, høring med interesserte parter og deretter videreutvikling av flomsikringstiltak i Øysteseelva til prosjektering og utførelse.

Det påpekes at denne rapporten ikke er en komplett tiltaksplan som beskriver planlagte tiltak i detalj med tanke på dimensjonering, utforming og utførelse da dette ikke er vurdert å være innenfor rammene til dette oppdraget. Tiltakene som er blitt vurdert gjennom dette prosjektet er såpass ulike i henhold til type, omfang, tidsperspektiv for utførelse og kostnad, og det forventes også at det kan forekomme endringer i forbindelse med videre utvikling av blant annet områdeplanen, slik at detaljering gir lite mening før alle relevante aspekter er vurdert.

Den hydrauliske modellen som er utviklet i forbindelse med dette oppdraget gir et godt grunnlag for eventuelle fremtidige justeringer og mer detaljert vurdering av tiltakene.

1.6 Innhold i rapporten

Etterfølgende i denne rapporten dekker følgende temaer:

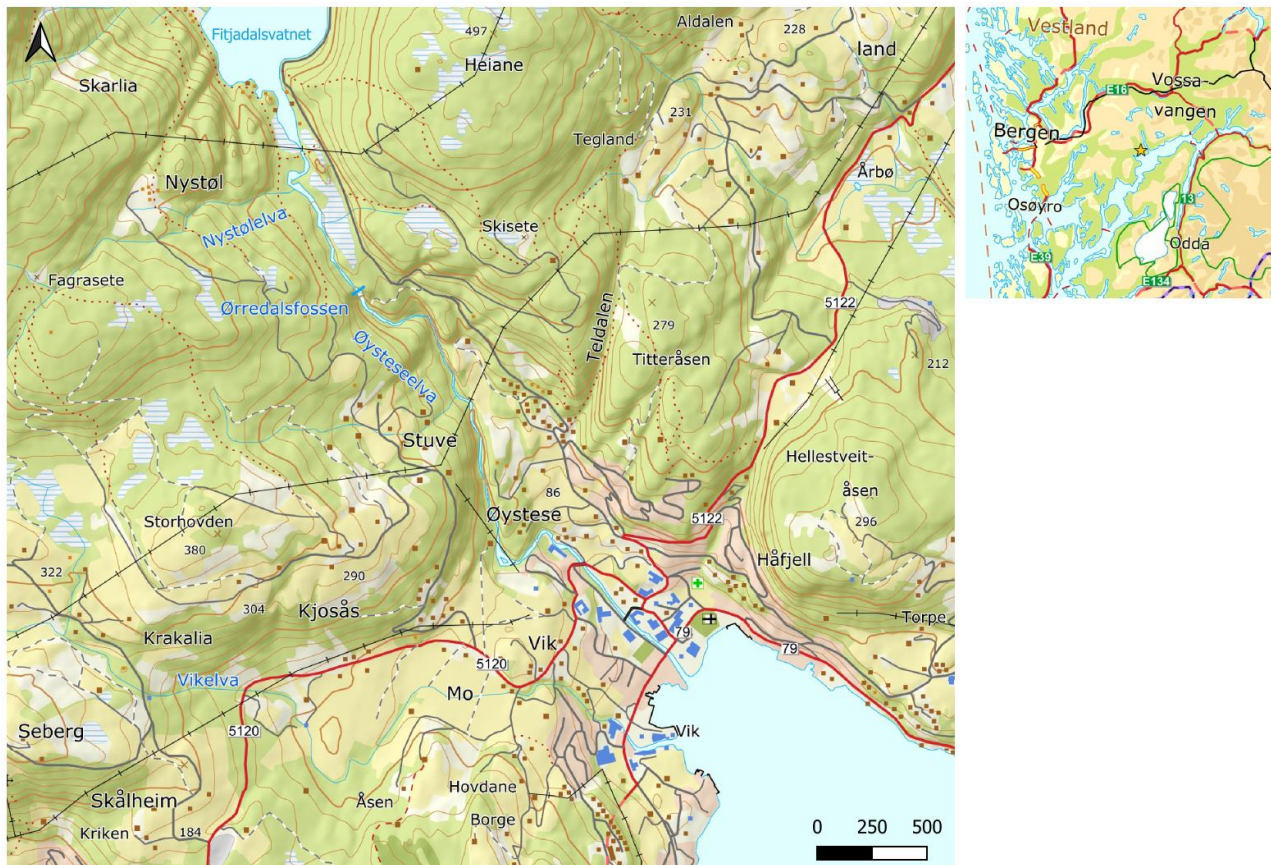
- En beskrivelse av eksisterende forhold ifm. Øysteseelva og Øystese sentrum som anses som relevant for flomproblematikken og de foreslåtte sikringstiltakene.
- Generell vurdering av Øysteseelva og Øystese fra de ulike vurderingsperspektivene (hydraulikk/flom, fisk og ferskvannøkologi, terrestrisk naturmiljø (kantsone) og landskap for å trekke frem de viktigste elementene som bør inngå i vurdering av sikringstiltak.
- Vurdering av sikringstiltak fra de ulike perspektivene, oppsummert i en vurderingsmatrise, og deretter anbefalinger for videre arbeid og vurderinger.

En generell analyse av overvann og beskrivelse av hvordan dette bør håndteres ifm. flomsikringstiltak er også utredet. Denne analysen er oppsummert i et eget notat som finnes i Vedlegg 1.

2 Eksisterende forhold

2.1 Beliggenhet

Øysteseelva ligger i Kvam herad på Vestlandet, omtrent 7 km øst for Norheimsund. Mellom Fitjadalsvatnet (266 moh.) til utløpet i Hardangerfjorden ved Øystese sentrum er elven ca. 3,7 km lang, se Figur 2-1.



Figur 2-1. Oversiktskart over Øystese og Øysteseelva. Bakgrunnskart: Norgeskart.

Den nederste strekningen av elven, på omtrent 900 m, renner gjennom bebygget område i Øystese og er krysset av tre vegbroer; Sjusetevegen bro, Holmane bro og Hardangerfjordvegen bro (listet fra oppstrøms til nedstrøms), se Figur 2-2. Her er breddene av elven forbygget og flere hus og næringsbygg ligger tett inntil elven, se eksempler fra bilder tatt under befaring i Figur 2-3. Flomvurderingen som er foretatt, og beskrivelser av Øysteseelva videre i dette dokumentet, fokuserer hovedsakelig på denne nedre strekningen av elven gjennom sentrumsområdet.



Figur 2-2. Oversikt over nederste strekning av Øysteseelva som er vurdert i utredningen med broene utpekt. Bakgrunnsbilde: Hardanger 2022 (www.norgebilder.no)



Figur 2-3. Bilder av Øysteseelva med generelle eksempler på bygninger som ligger tett inntil elven og forbygging av elvekanten. Bilder: Norconsult

2.2 Vernestatus

Øysteseelva ble varig vernet i 2018 etter en lengre kampanje fra flere frivillige naturvernorganisasjoner og andre lokalinteresserte for å unngå kraftutbygging av vassdraget.

I forbindelse med vernekampanjen finansierte Naturvernforbundet i Hordaland en fagrapport for å kartlegge naturverdier i Øystesevassdraget [5]. Kartleggingen ble utført av BioFokus i 2016 som blant annet påviste 14 rødlistearter (3 karplanter, 5 moser og 5 lav), og kartla to forvaltningsprioriterte naturtyper (en fossesprutsone og en bekkekløft, begge med verdi A – svært viktig) [6]. Dette kartleggingsarbeidet avdekket langt flere rødlistearter enn det som hadde vært påvist under tidligere kartlegging i forbindelse med konsekvensutredning for det planlagte Øystese kraftverk.

I proposisjon til Stortinget 35 S (2018-2019) vedtok regjeringen at de samfunnsmessige fordelene ved de omsøkte kraftutbyggingene i vassdraget (med anslått potensiale på 80 GWh/år) var mindre enn potensielle skader og ulemper på natur, miljø og allmenne interesser [7]. Vedtaket peker blant annet på verdiene i vassdraget forbundet med landskap, friluftsliv og biologisk mangfold.

I forbindelse med søknaden om kraftutbygging ble det påpekt av søkerne at oppdemming av vassdraget i oppstrøms ende ville ha en flomdempende effekt på nedstrøms strekning av Øysteseelva og at et tilsvarende sikringsprosjekt med Fitjadalsvatnet som buffer bør bli utredet, som i Opovassdraget i Odda [7]. Ved behandling av Meld. St. 25 (2015–2016) Kraft til endring, jf. Innst. 401 S (2015–2016), uttalte energi- og miljøkomiteen følgende om forholdet mellom Verneplan for vassdrag og flomdemping: «Komiteen mener det er viktig å ivareta og bruke naturens egen flomdempende kapasitet. Komiteen mener konsesjonsbehandling for kraftutbygging over 1 MW i vernede vassdrag skal forelegges Stortinget og kun vurderes i de tilfeller der andre flomdempende tiltak er utprøvd, liv og helse står på spill og verneverdiene ikke vil påvirkes nevneverdig» [7]. Departementet argumenterte med at flomdemping ikke var et avgjørende argument mot vern av Øystesevassdraget.

Etter at vernestatusen ble vedtatt i 2018 forvalter NVE vassdragsvernet for Øysteseelva på samme måte som i de andre vassdragene som er omfattet av Verneplan for vassdrag. Hensikten med verneplanen er å sikre helhetlige nedbørfelt med sin dynamikk og variasjon fra fjell til fjord. Vernet gjelder først og fremst mot vannkraftutbygging, men verneverdiene skal også tas hensyn til ved andre inngrep. Dette kan ha konsekvenser både for aktivitet i vassdraget som blir vurdert etter vannressursloven og for tiltak i nedbørfeltet som kan gi grunnlag for innsigelser etter plan- og bygningsloven.

I avgjørelser som gjelder vernede vassdrag skal det legges vesentlig vekt på verneverdiene. Det er spesielt to sett av virkemidler som står sentralt i forvaltningen av vernede vassdrag:

- Vannressursloven som regulerer inngrep og tiltak i vassdrag, og hvor det er gitt egne bestemmelser for vernede vassdrag.
- Plan- og bygningsloven som avgjør arealbruk i og langs vassdrag gjennom arealplanlegging. Forskrift om rikspolitiske retningslinjer for vernede vassdrag gir generell veiledning for planleggingen i tilknytning til vernede vassdrag [8].

2.3 Brukerinteresser

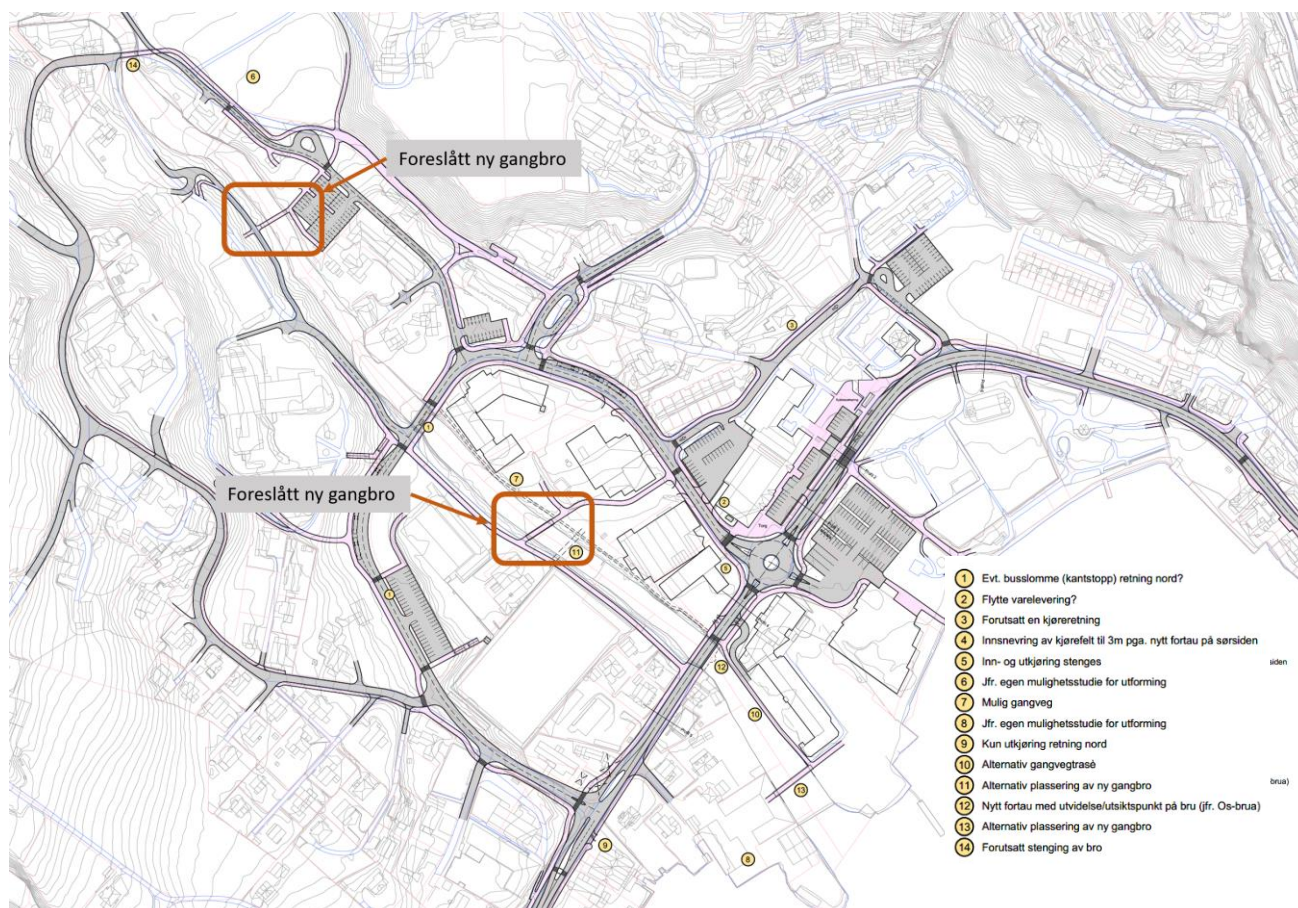
Nedre del av Øysteseelva renner gjennom Øystese sentrum og munner ut i Hardangerfjorden ved strandsonen nedenfor Hardangerfjord hotell og Hardangerbadet. Elven er en sentral del av sentrumsbildet i Øystese, men har dessverre blitt bygget inn og gjemt vekk over årene slik at den ikke lenger er en tiltrekkende del av omgivelsene. Flomproblematikken blir også desto større av at hus og bygninger ligger tett inntil elven, og elven kan nok anses mer som et trusselselement enn en viktig bidragsyter til sentrumsopplevelsen.

Nedenfor følger en generell beskrivelse av de viktigste brukerinteressene forbundet med Øysteseelva i dag.

2.3.1 Ferdsel og rekreasjonsbrukere

Annet enn vegforbindelser over og langs elven er det i dag ingen formelle ferdselsstier langs elven for gående/syklende eller andre rekreasjonsbrukere som for eksempel fiskere. Det finnes derimot strekninger med opptrekkete stier eller uformelle tilkomstpunkter som viser tydelige tegn på at folk bruker elvekantene som ferdselsårer og bedre utformede stier og gangveier vil være med på å tilrettelegge bedre for dette. For eksempel finnes det turkart på Øystese.no som viser turer i sentrum. Blant disse er Elvestien, som går på veier med en liten avstikker på sti ned til elven [9].

I forbindelse med områdeplanleggingen av Øystese er det foreløpig planlagt to nye gangbroer over elven; en mellom dagens Sjusetevegen bro og Holmane bro, og en mellom Holmane bro og Hardangerfjordvegen bro. Se foreløpig illustrasjon av foreslått vegsystem i Øystese Figur 2-4 [10]. De nye gangbroene vil knyttes inn til nye gangveger og forbedret vegsystem som har til hensikt å tilrettelegge for biltrafikk, parkering og god fremkomst for gående/syklende. Det er også planlagt at dagens Sjusetevegen bro vil fjernes og ikke erstattes med ny veiforbindelse og dette er forutsatt i den hydrauliske vurderingen som er foretatt.

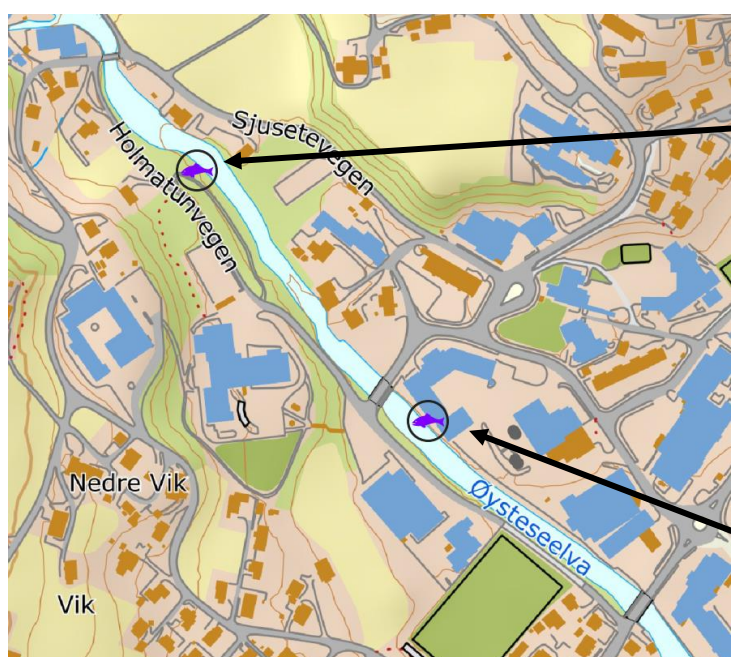


Figur 2-4. Foreløpig plan for Øystese vegsystem per 17.09.2021 [10].

2.3.2 Fiske

Øysteseelva er en viktig elv for laksefiske. Det finnes også sjørørret i elven, men den er fredet og eventuell fangst må settes ut igjen.

Det er hovedsakelig to fiskeplasser langs elven på strekningen gjennom sentrum; en på høyre bredd (sett medstrøms) nedenfor Holmatunvegen mellom Sjusetevegen bro og Holmane bro, og en på venstre bredd nedenfor Holmane bro, se Figur 2-5.



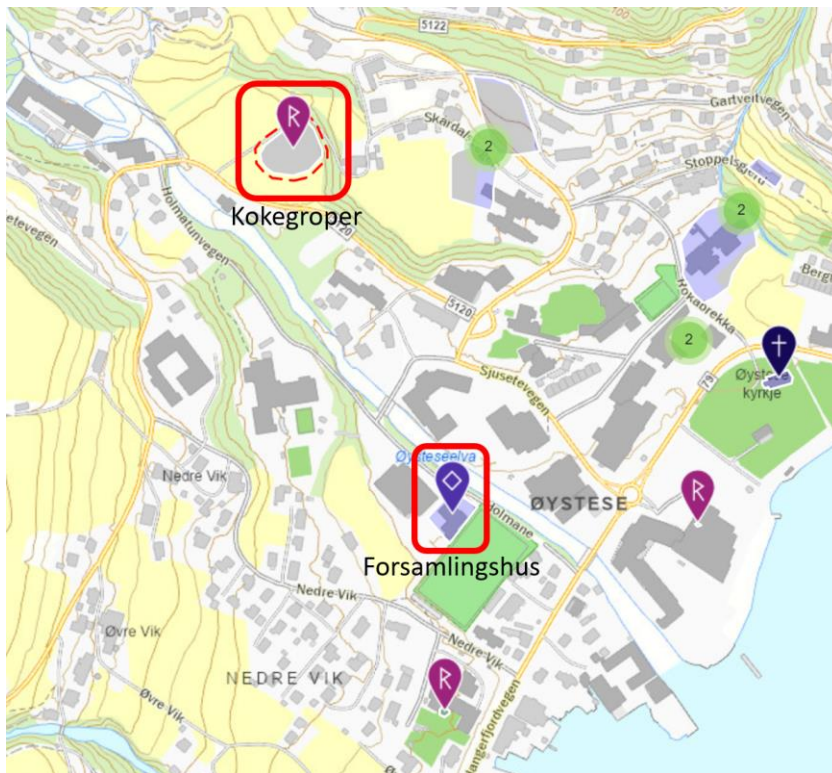
Figur 2-5. Fiskeplasser langs sentrumsstrekning av Øysteseelva.

I forbindelse med konsekvensutredningen som ble gjort for den omsøkte kraftutbyggingen ble det utarbeidet en rapport av Rådgivende Biologer i 2012 som vurderer blant annet forholdene for fisk i Øysteseelva. Funn fra denne utredningen er videre beskrevet i kapittel 5.

2.4 Kulturminner

Her omtales kort dagens situasjon for to kulturminner som er vurdert til å kunne komme i berøring med eventuelle tiltak for flomsikring av Øysteseelva. Dette gjelder automatisk freda dyrkingsflate i Busdalen (id 110790) og Holmatun forsamlingshus i Holmane nær utløpet til elven, se Figur 2-6.

For beskrivelse av kulturminnene er det brukt kjente kilder som Askeladden, SEFRAK-registeret og andre tilgjengelige kilder på nett som kommunedelplan for kulturminne og Hardanger historielags årbok. Askeladden er Riksantikvarens offisielle database over freda kulturminne og kulturmiljø i Norge. SEFRAK-registeret gir en oversikt over eldre bygninger og andre kulturminner. Bygninger datert før 1900 er registrert over hele landet. Registeret gir ingen vurdering av verneverdi, men en oversikt over eldre bebyggelse.



Figur 2-6. Kulturminner som er vurdert på overordnet nivå iht. flomsikringstiltak (Kilde: www.kulturminnesok.no)

Det automatisk freda kulturminnet i Busdalen (id 110790) består av en rekke med tre kokegroper med datering eldre jernalder. Kokegropene er funnet under moderne dyrkingslag på en flomflate for elven med en del morenemasser. Funnplatsen er ikke synlig på overflaten og er relativt dårlig bevart og trolig berørt av moderne dyrking, jf. beskrivelse Vestland fylkeskommune. Funnplatsen viser et område med stor tidsdybde, men funnene er få og vanlig forekommende. Dyrkingplatsen har en opplevelsesverdi og forteller om historisk bruk av området. Dersom det skal gjøres inngrep i automatisk fredet kulturminne må det søkes dispensasjon fra kulturminneloven.

Holmatun forsamlingslokale fra 1927 ligger langs vegen Holmane like ved fotballbanen (gnr 43 bnr 37). Holmatun er tegnet av arkitekt Torgeir Alvsaker som er kjent for en rekke ungdomshus i Hardanger. Bygningen er kommunalt listeført, og inngår på kommunens gule liste, som er en liste over miljø som har lokal kulturhistorisk verdi samt område og bygg som faller inn under kulturminneloven og plan- og bygningsloven. Listen gir ikke noe formelt vern, men viser viktige områder som har lokal kulturhistorisk verdi og der verdiene skal hensyntas ved byggeprosjekter og planlegging. Holmatun er sårbar for tiltak som vil føre til fysiske inngrep i bygningen. Holmatun har arkitektur- og kulturhistoriske verdier både i eksteriør og interiør. Som forsamlingshus i Øystese siden 1927 har bygningen også identitetsskapende verdi for befolkningen i Øystese og omegn.

Det kan være andre kulturminneverdier i tiltaksområdet som ikke er omtalt i Riksantikvarens database eller gjennom kommunens kulturminneplan, og som ikke er kjent. Som del av den videre prosessen bør det gjøres en mer detaljert kartlegging av kulturminneverdier i hele tiltaksområdet samt en vurdering av hvordan eventuelle tiltak kan påvirke disse.

3 Flomproblematikk

3.1 Generelle hydrauliske forhold og utfordringer i Øysteseelva

Øysteseelva er et krevende vassdrag med hensyn til flomsikringstiltak på grunn av blant annet:

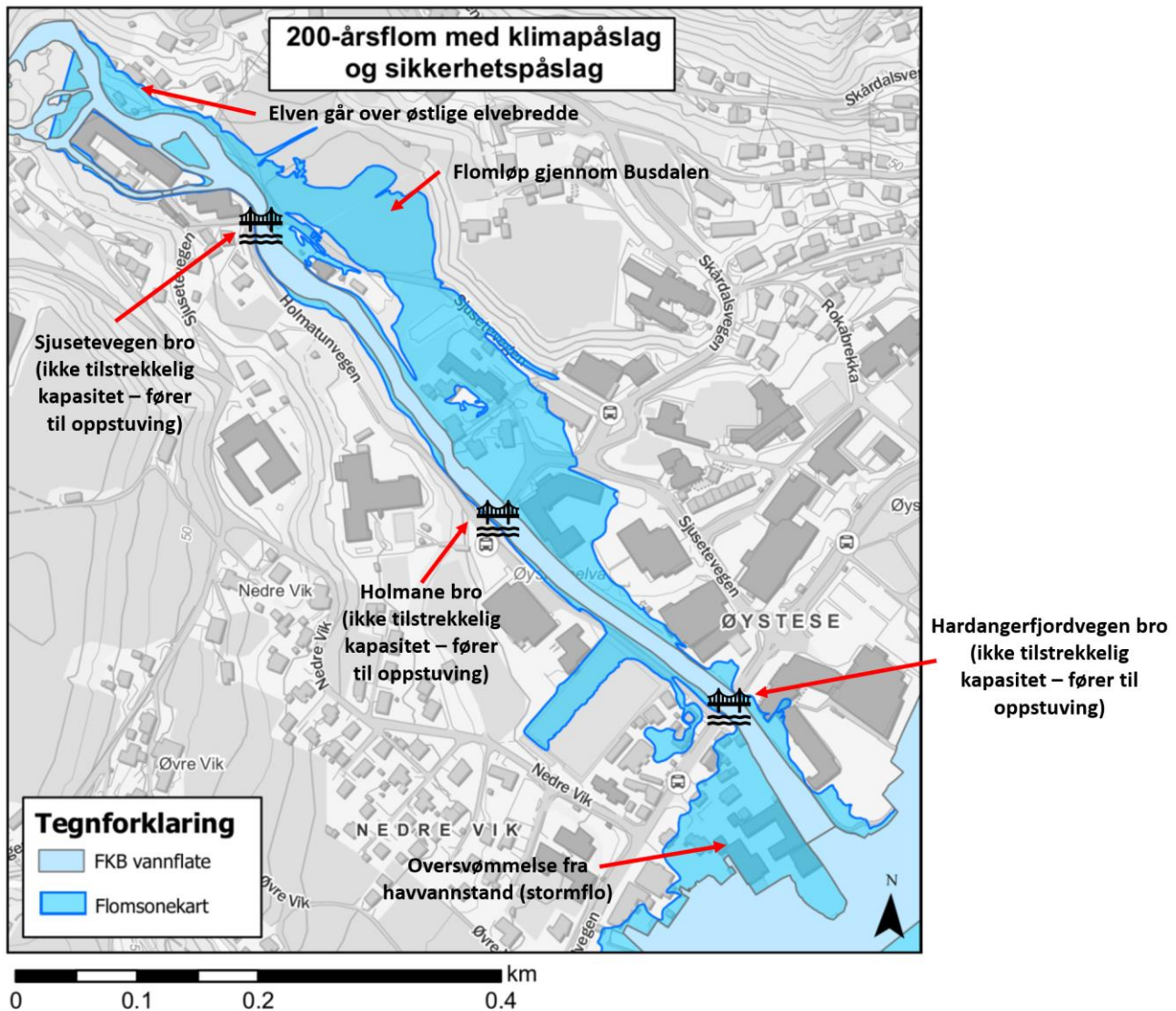
- Tre broer krysser elven langs sentrumstrekningen og disse fungerer som flaskehalser og skaper oppstuvning på grunn av utilstrekkelig kapasitet.
- Elven er forholdsvis bratt, særlig i øverste del av plan-/sentrumsområdet, og det er mye turbulens generelt, spesielt ved større vannføringer.
- Eksisterende bebyggelse ligger tett inn mot elven, med noen bygninger etablert rett på elvebredden. Noen strekninger har få muligheter for å øke elvens tverrsnittareal uten å flytte bebyggelse eller senke bunnivået.
- Elven er svært masseførende.
- Elven er vernet, og det er ikke ønskelig å gjøre store endringer til strømningsmønsteret.
- Nederste strekning av elven (ca. 315 m) er påvirket av havvannstand i Hardangerfjorden (stormflo).

3.2 Dagens situasjon for flom med 200-års gjentaksintervall

Flomvurderingene av Øysteseelva som har blitt utført tidligere av NVE (2015) og COWI (2021) er på dette stadiet ansett som utdatert og ikke lenger gyldige i forhold til flomvurderingen som nå er foretatt av Norconsult. Resultatene fra disse blir ikke diskutert videre her, og det henvises til Norconsult sin flomrapport [1] for beskrivelse av resultatene og begrensningene fra disse tidligere vurderingene.

Den nyeste flomvurderingen viser at Øysteseelva oversvømmer sine bredder helt øverst i analyseområdet på den østlige elvebredden ved Sjusetevegen. For alle gjentaksintervaller som er simulert (20-, 200- og 1000-årsflom inkl. klima- og sikkerhetspåslag), skaper broen i Sjusetevegen oppstuvning som fører til et flomløp gjennom Busdalen. Dette berører flere bygninger ved Holmane på østsiden av elven. I tillegg skaper Holmane bro oppstuvning for alle vurderte gjentaksintervaller, noe som fører til oversvømmelse opp- og nedstrøms broen. Ellers er nesten alt på vestsiden av Øysteseelva nedstrøms Hardangerfjordvegen bro berørt av flom og havvannstand. Det er også oversvømmelse oppstrøms Hardangerfjordvegen bro ved 1000-årsflom, og beskjedne oversvømmelse ved 200-årsflom på dette området.

Se Figur 3-1 som viser utarbeidet flomsonekart for 200-årsflom i Øysteseelva med 20% klimapåslag og 30% sikkerhetspåslag.



Figur 3-1. Resultat fra Norconsult hydraulisk modell for Øysteseelva for 200-årsflom inkl. klima- og sikkerhetspåslag [1].

3.3 Delområder

Flomvurderingen og videre tiltaksutredning har delt opp Øysteseelva i tre delområder, sentrert rundt broene, som vist i Figur 3-2. Beskrivelser av delområdene og utfordringer iht. flomproblematikk er presentert i delkapitler 3.3.1 til 3.3.3.



Figur 3-2. Oversikt over delområder for vurdering av flomsikringstiltak i Øysteseelva. Bakgrunnsbilde: Hardanger 2022 (www.norgebilder.no).

3.3.1 Delområde 1 – Sjusetevegen bro

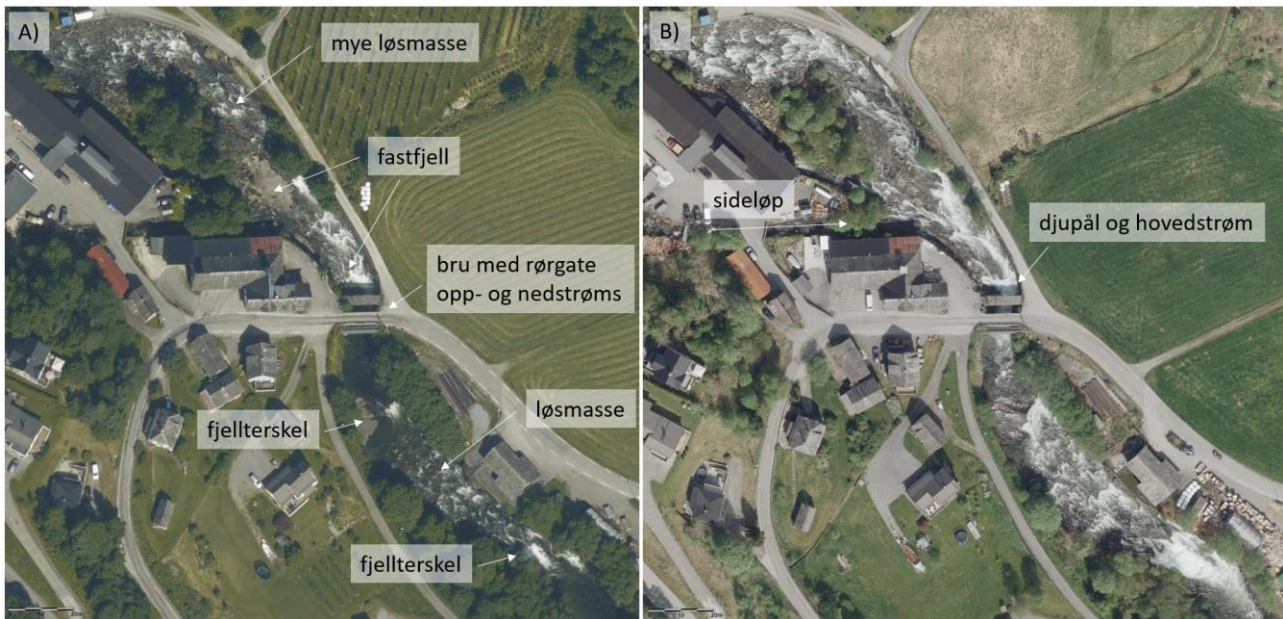
Lengde = ca. 270 m; gjennomsnittlig helning = ca. 4,5%

Delområde 1 sentrerer seg rundt Sjusetevegen bro. En oppsummering av de viktigste hydrauliske forutsetningene for delområdet er oppsummert nedenfor:

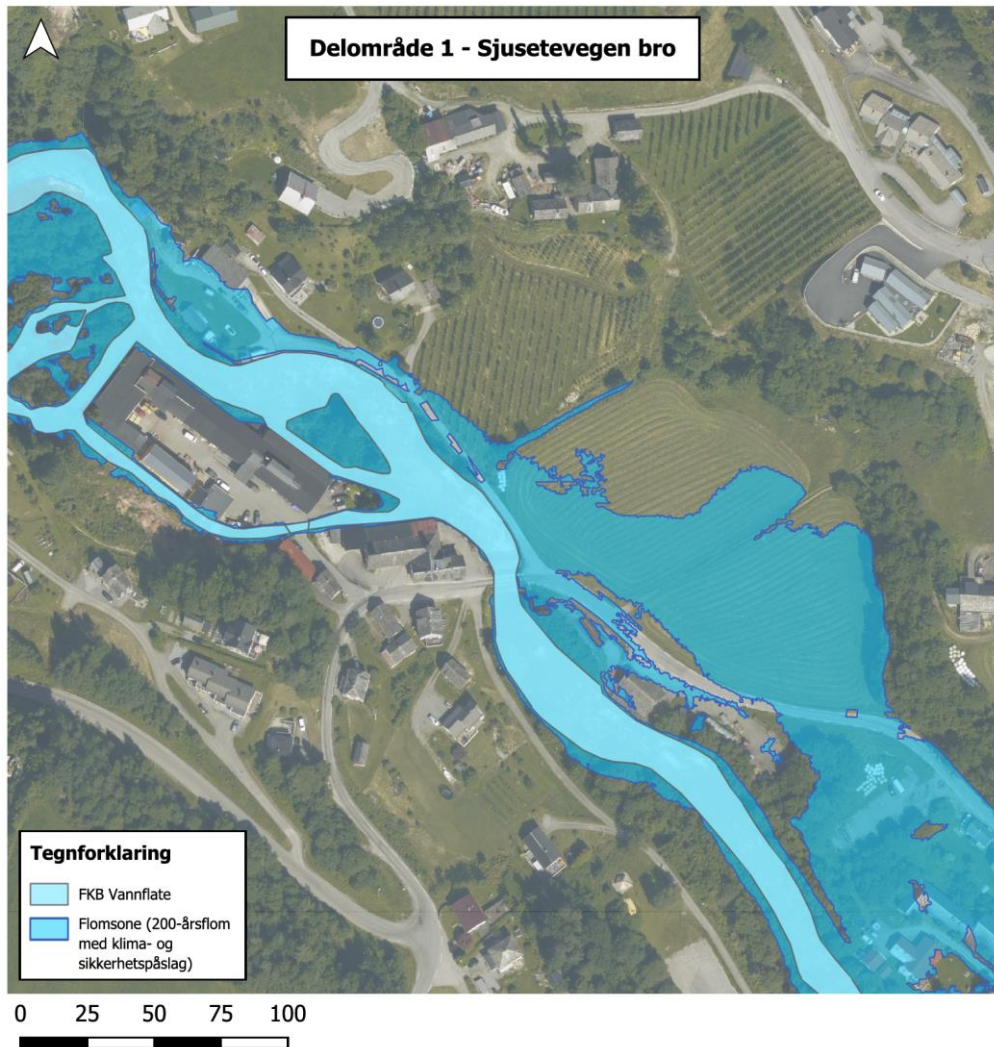
- Det er generelt ugunstige strømningsforhold mot Sjusetevegen bro, hvor det blir ujevn vannstand pga. skjevstrømning og vannstanden står høyere mot østre elvebredd i en flomsituasjon.
- Broen og langsgående rørkasse har ikke tilstrekkelig kapasitet som gjør at vannet renner over elvebredden og danner et flomløp gjennom Busdalen.
- En betydelig mengde løsmasser er avsatt oppstrøms broen, spesielt hvor elven deler seg i tre løp oppstrøms Sjusetevegen 67.
- Elveløpet som har samløp med hovedløpet ved Sjusetevegen 63 bidrar til å presse hovedstrømmen mot østsiden av elveløpet, hvor djupålen har blitt dannet.
- Fastfjell er synlig direkte oppstrøms, gjennom og nedstrøms broen. Det finnes en «fjellhulle» under broen ved landkaret på østsiden.
- Tørrmur på vestsiden av elven direkte oppstrøms broen har delvis rast ut under flommen i 2018.

- En fjellterskel ca. 25 m nedstrøms broen gir roligere strømningsforhold direkte nedstrøms broen under normale vannføringer.

Se Figur 3-3 for oversiktsforklaring fra delområde 1. Dagens flomsonekart for en 200-årsflom er vist i Figur 3-4.



Figur 3-3. Oversikt over delområde 1. A) Flyfoto tatt 22.07.2022 med normal / lavere vannføring. Det er lett å se hovedstrømmen og roligere partier ved fjellterskler. B) Flyfoto tatt 19.05.2017 med høyere vannføringer. Mye turbulens i elven. Foto fra NorgeiBilder.no.



Figur 3-4. Flomsonekart for dagens situasjon, 200-årsflom, delområde 1.

Utfordringer:

- Manglende kapasitet under broen. Vannstand = ca. 21,5 moh. ved 200-årsflom, hvor ca. 75% av flomvannføringen renner gjennom broen og resten renner i flomløpet gjennom Busdalen. Underkant bro / rørkasse er på ca. 19,8 moh.
- Vann på avveie mot Busdalen, som danner et ukontrollert flomløp.
- Mye løsmasser tilgjengelig oppstrøms broen som kan føre til tilstopping og ytterligere oppstuvning.
- Sjusetevegen oppstrøms broen (på østsiden av elven) ligger lavt langs noen strekninger og er utsatt for oversvømmelse.
- Samløp med et mindre elveløp ca. 25 m oppstrøms broen, som strømmer i en ca. 90-graders retning fra hovedløpet. Dette påvirker strømningsmønsteret oppstrøms broen og dermed vannstandsprofil, hvor vannet står høyere ved østlig elvebredd ved høyere vannføringer.
- En fjellterskel ligger ca. 25 m nedstrøms Sjusetevegen bro, som er bestemmende for vannstanden under brotvernsnittet for lavere vannføringer, særlig hvis broen fjernes.

3.3.2 Delområde 2 – Holmane bro

Lengde = ca. 300 m; gjennomsnittlig helning = ca. 3,5%

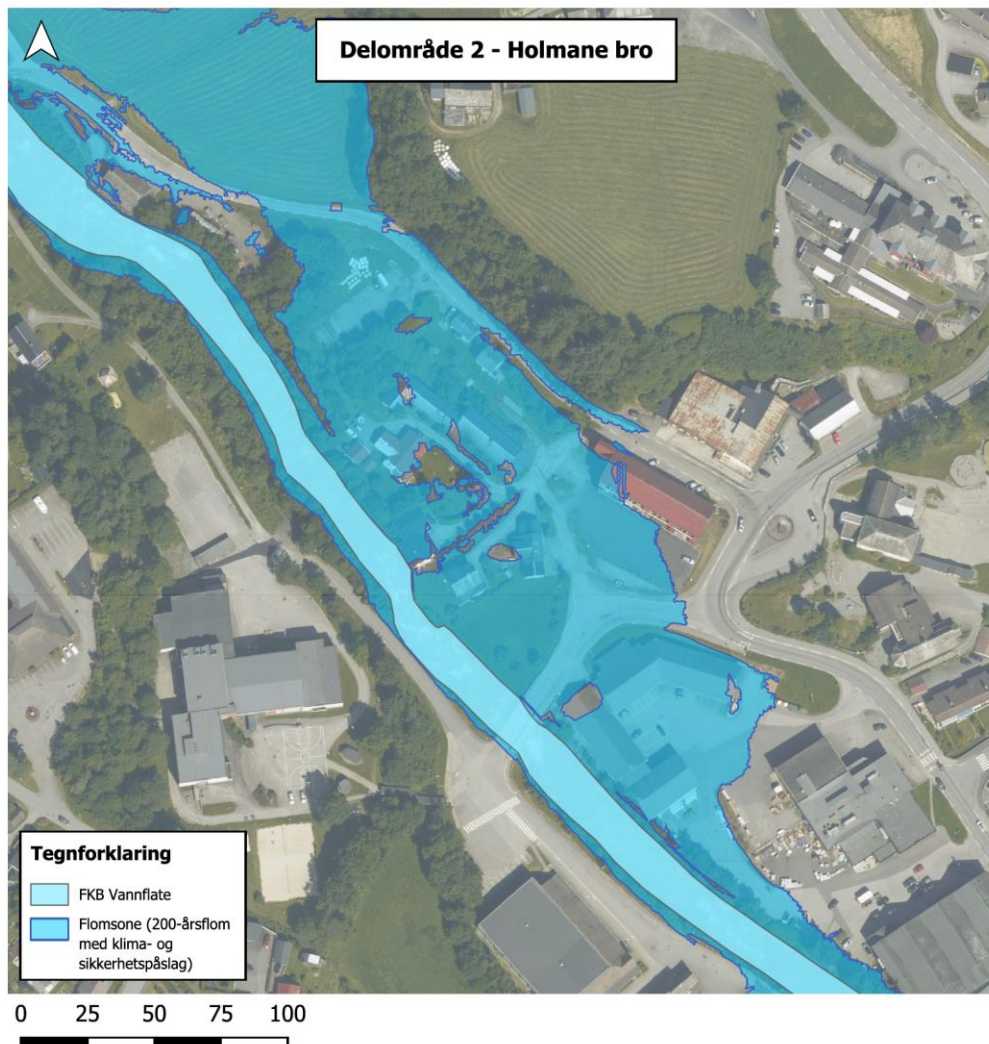
Delområde 2 sentrerer seg rundt Holmane bro. En oppsummering av de viktigste hydrauliske forutsetningene for delområdet er oppsummert nedenfor:

- Helt øverst i strekningen ligger det en fiskekulp direkte nedstrøms en liten foss. En dynamisk løsmasseterskel ligger nedstrøms fiskekulpen og bidrar til å danne kulpen.
- Videre nedover strekningen, oppstrøms Holmane bro, er det en stor høydeforskjell mellom øst- og vestsiden av elven, hvor østsiden ligger på flomutsatt nivå og vestsiden ligger høyere.
- Tørrmur er etablert på begge sider av elven fra ca. 60 m oppstrøms Holmane bro.
- En bolig (Holmane 7) ligger direkte inntil elvebredden ca. 65 m oppstrøms Holmane bro. Det er etablert en betongvegg og erosjonssikring av stein inn mot elven.
- En strekning av fastfjell og fjellterskel ligger direkte oppstrøms broen – denne har et høyere nivå i elveløpet på vestsiden av elven.
- Det er fastfjell under broen. Djupålen er sentrert gjennom midten av lysåpningen under broen.
- Direkte nedstrøms broen på vestsiden er det etablert en tørrmur, hvor det har skjedd en utrasing ca. 15 m nedstrøms broen.
- Nedstrøms broen på østsiden av elven er det etablert en steinsikring.

Se Figur 3-5 for oversiktsforklaring av delområde 2. Dagens flomsonekart for en 200-årsflom er vist i Figur 3-6.



Figur 3-5. Oversikt over delområde 2. A) Flyfoto tatt 22.07.2022 med normal / lavere vannføring. Det er lett å se roligere partier ved terskler. B) Flyfoto tatt 19.05.2017 med høyere vannføringer. Mye turbulens i elven. Foto fra NorgeiBilder.no.



Figur 3-6. Flomsonekart for dagens situasjon, 200-årsflom, delområde 2.

Utfordringer:

- Manglende kapasitet under Holmane bro, delvis på grunn av lite tverrsnittareal direkte oppstrøms broen ved fjellterskelen.
- Oversvømmelse oppstår oppstrøms og nedstrøms broen på grunn av oppstuvning og flomløpet som dannes gjennom Busdalen ved Sjusetevegen bro. Dette påvirker flere boliger og bygninger.
- Holmane 7 ligger direkte inntil elvebredden og begrenser mulighetene for tiltak på grunn av ugunstig plassering av boligen.

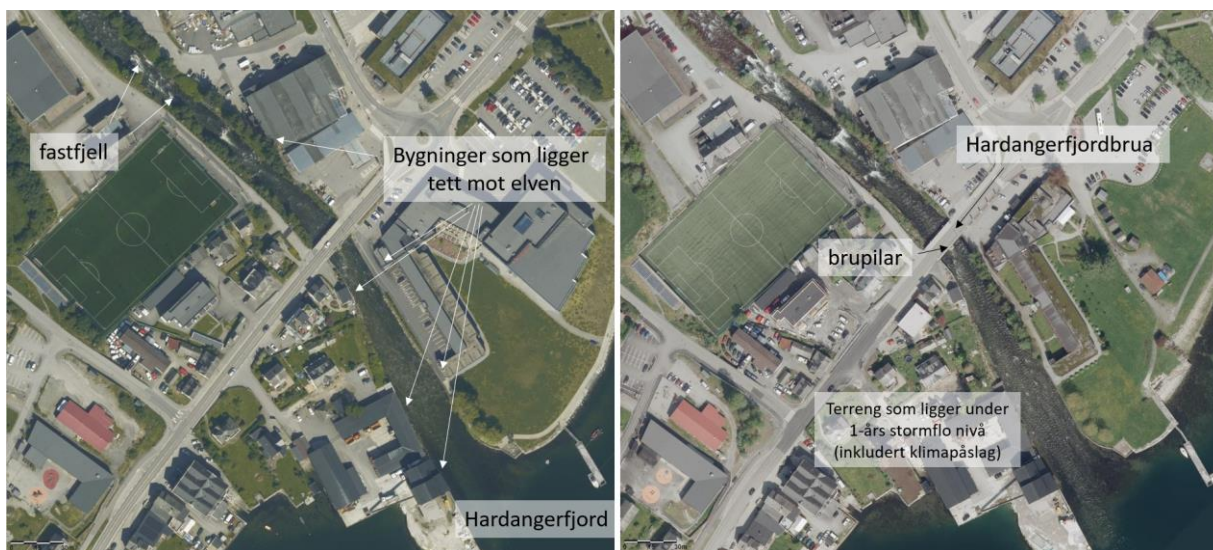
3.3.3 Delområde 3 – Hardangerfjordvegen bro

Lengde = ca. 380 m; gjennomsnittlig helning = ca. 1,0 %

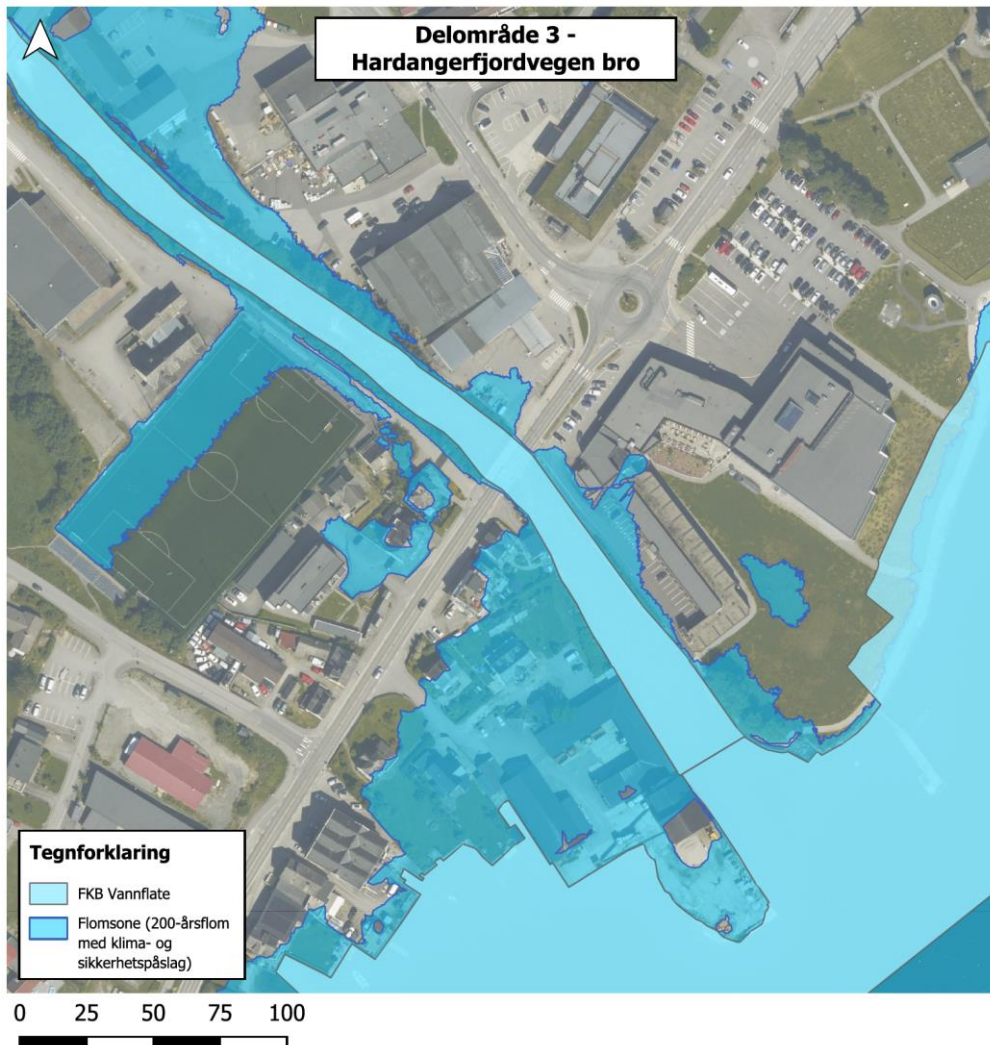
Delområde 3 sentrerer seg rundt Hardangerfjordvegen bro. En oppsummering av de viktigste hydrauliske forutsetningene for delområdet er gitt nedenfor:

- Området er en generelt slakere strekning som ender med å krysse under Hardangerfjordvegen bro (FV79) før elven munner ut i Hardangerfjorden.
- Hele strekningen er forbygget og har enten tørrmur eller steinsikring langs kanten.
- Hardangerfjordvegen bro ligger ca. 180 m oppstrøms utløpet til fjorden. Broen har en pilar i midten av brospennet som betraktelig reduserer lysåpningen gjennom broen.
- Sjuasetevegen 6 og 4 (næringssenter og bensinstasjon) ligger tett mot elven på østsiden oppstrøms broen.
- Garasjen til Hardangerfjordvegen 609 ligger direkte inntil elvekanten på vestsiden nedstrøms broen.
- Hardangerfjordvegen 601 og 599 ligger også på elvekanten på vestsiden av elven, men de vurderes fjernet på sikt.
- Hardangerfjord hotell (Hardangerfjordvegen 613) ligger litt over 15 m fra elvekanten på østsiden nedstrøms broen, og kun 3 m fra elvekanten mot utløpet til fjorden, samt kun 7 m fra elvekanten direkte nedstrøms broen.
- Det er mye løsmasser i elvebunnen langs denne strekningen, men det er en strekning med fastfjell ved Holmane 20.
- Vannstanden langs elvestrekningen påvirkes også av vannstanden i Hardangerfjorden.

Se Figur 3-7 for oversiktsforklaring av delområde 3. Dagens flomsonekart for en 200-årsflom er vist i Figur 3-8.

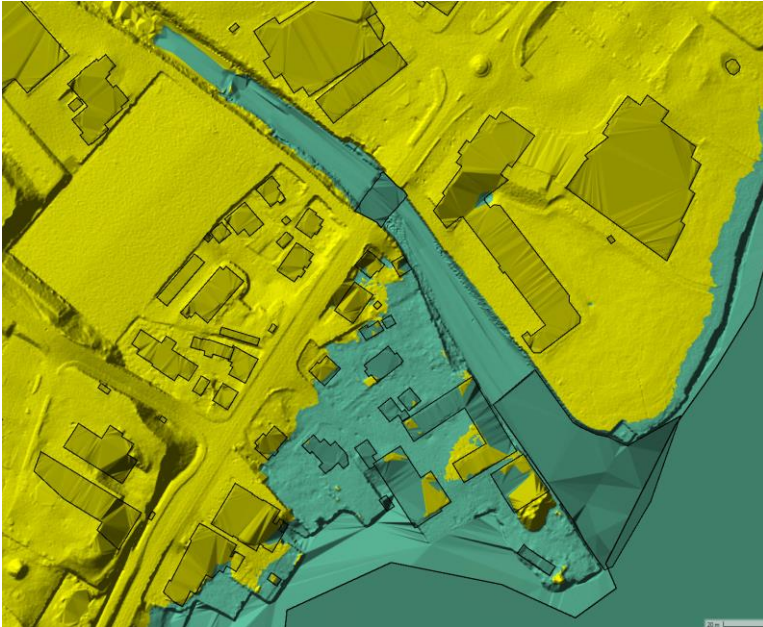


Figur 3-7. Oversikt over delområde 3. A) Flyfoto tatt 22.07.2022 med normal / lavere vannføring. B) Flyfoto tatt 19.05.2017 med høyere vannføringer. Foto fra NorgeiBilder.no.



Figur 3-8. Flomsonekart for dagens situasjon, 200-årsflom, delområde 3.

I simuleringer er det benyttet 1-års stormflo med klimapåslag (resulterende havnivå 1,62 moh.) som nedstrøms grensebetingelse i fjorden. Vannstanden i Øysteseelva blir påvirket av havnivået fra noen meter oppstrøms fotballbanen ned til utløpet i fjorden, en strekning på ca. 315 m, se Figur 3-9. Senking av elvebunnen langs denne strekningen har derfor neglisjerbar påvirkning på flomvannstanden ettersom stormflonivået er dimensjonerende. Terrenget på sørvestsiden av elven nedstrøms broen ligger nesten utelukkende under kote 1,62 moh. og er dermed oversvømt av havvannstanden i tillegg til eventuell oversvømmelse fra Øysteseelva.



Figur 3-9. Terreng som ligger under 1,62 moh., dvs. 1-års stormflo med klimapåslag, er vist i grønn.

Utfordringer:

- Elven er sterkt innbygget og kanalisert.
- Manglende kapasitet under Hardangerfjordvegen bro, som fører til oppstuvning.
- Høyt vannnivå i fjorden (stormflo) påvirker vannstanden i elven et godt stykke oppstrøms utløpet.
- Oppstuvning fører til oversvømmelse oppstrøms broen.
- Terrenget sørvest for broen ligger under 1-års stormflo nivå og er utsatt for oversvømmelse fra fjorden, men også fra elven.
- Utbygget område med begrensede muligheter for utvidelse av elvetverrsnittet.

4 Andre naturfarer i vassdraget

4.1 Erosjon og massetransport

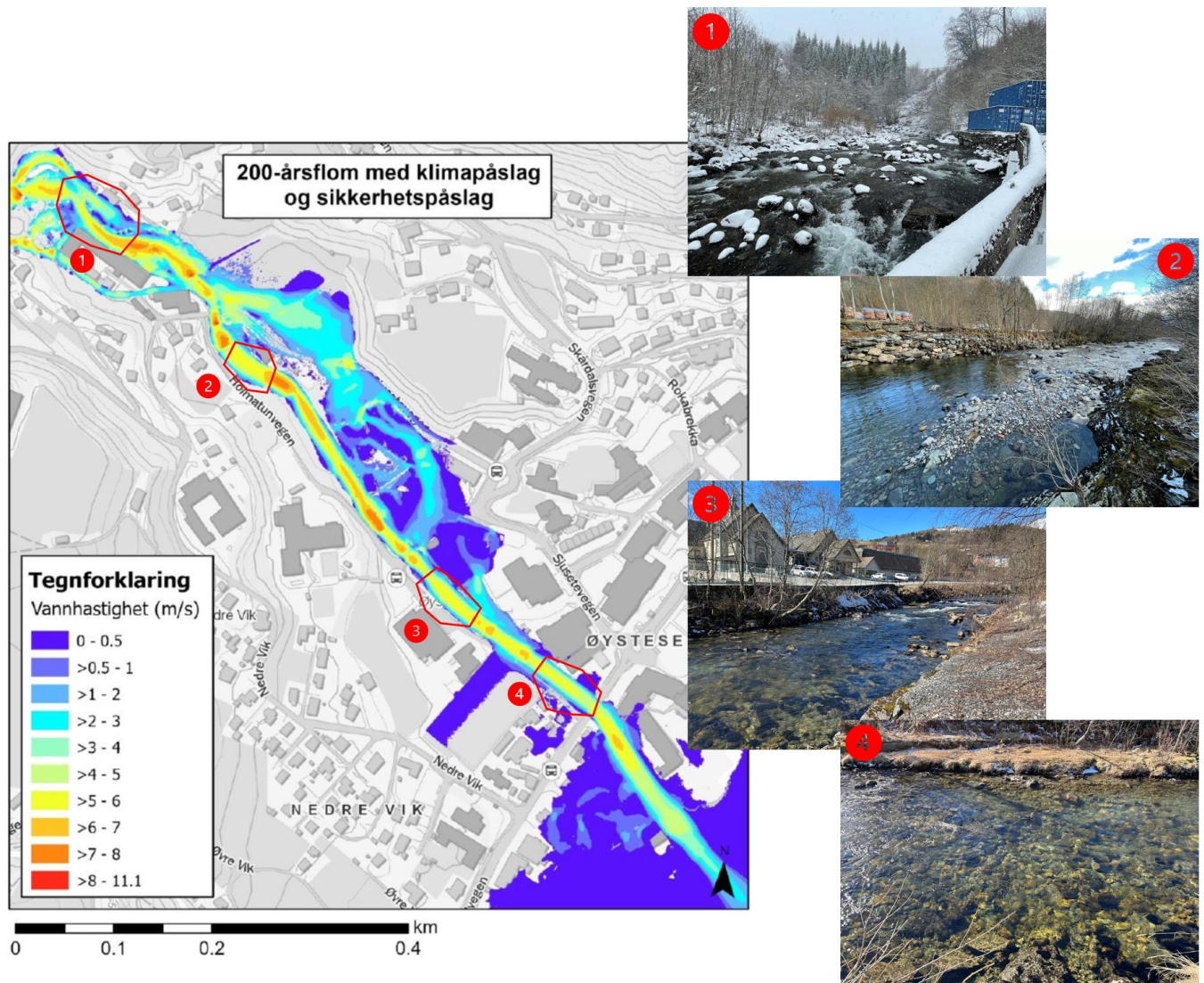
Erosjon og massetransport er viktige naturlige prosesser i et vassdrag, men kan bidra til økt flomrisiko ved å heve bunnivået i elven og deretter vannstand. Dette kan spesielt føre til problemer dersom massene avsettes langs strekninger hvor vannstanden allerede er høy i en flomsituasjon. Øysteseelva er en svært masseførende elv med høy massetilførsel fra området oppstrøms analyseområdet, se Figur 4-1.



Figur 4-1. Oversikt over masseførende del oppstrøms sentrumsstrekning av Øysteseelva. Foto: www.norgebilder.no

Masser avsettes generelt langs strekninger hvor vannhastighetene er lavere som vil skje der elven er slakere, bredere, dypere eller der man får oppdemming av vann som f.eks. oppstuvning oppstrøms en bro. En detaljert massetransportanalyse er en komplisert oppgave og er ikke utført i forbindelse med denne utredningen.

Et hastighetskart kan vise på overordnet nivå hvor det er større sannsynlighet for masseavsetning, som da generelt sett vil vises av strekninger med lavere hastighet. Se hastighetskart fra den hydrauliske modellen av Øysteseelva i Figur 4-2 med utsatte strekninger fremhevet i rødt. Betraktningene hentet fra hastighetskartet samsvarer generelt bra med observasjoner fra befaring, som illustrert med bildene til høyre for kartet.



Figur 4-2. Hastighetskart for Øysteseelva for 200-årsflom inkl. klima- og sikkerhetspåslag. Strekninger med lavere hastighet er vist i rødt som samsvarer med bildene til høyre av strekninger med generelt mye løsmasser i elveløpet.

Fjerning av løsmasser for å senke bunnivå og gi større tverrsnittareal er generelt sett ikke betraktet som et langvarig flomreduserende tiltak ettersom løsmasser fort kan bygge seg opp igjen langs avlastede strekninger. Dette vil kun fungere over lengre tid dersom man fjerner kilden til masseavsetningene, f.eks. ved å bygge en dam (kalt en bunnlastsperre) oppstrøms den flomutsatte strekningen. Bygging av en bunnlastsperre er ikke vurdert som et aktuelt tiltak i Øysteseelva da dette vil være et svært inngripende tiltak i et vernet vassdrag.

Langs strekninger hvor elveløpet består av fjell bør det også vises forsiktighet ved vurdering av sprenging av fjellmassene for å senke elvebunnen. Dette fordi sprenging kan føre til endring av strømningsmønsteret i elven som kan få utilsiktede konsekvenser ved at det f.eks. formes nye strekninger for masseavsetning som ikke eksisterte før.

4.2 Kjøve og flom

4.2.1 Kjøve

I Øystese har de store flommene ofte vært knyttet til kjøver, som i Vest-Norge ofte betyr at det kommer en bølge av vann og som kan føre med seg snø, is, sørpe eller jordmasser. I Kvam brukes begrepet 'kjøve' om alt fra is og snø som løsner om våren, til pålagring av is slik at bekker eller elver demmer seg opp og vann går på avveie og fører til skred. I nyheter i dag vil hendelsene ofte vært omtalt som sørpeskred, men kjøve kan trolig ha ulike fysiske opphav.

Kjøve, eller sørpeskred, har den egenskapen at når vann og sørpe har gått langt nok eller hatt stort fall, så er det mest vann i skredbølgen og lavere områder kan oppleve det kun som flom, med eller uten masseføring, eller flomskred. Gunstige forhold for sørpeskred kan oppstå etter en periode med barfrost før stort snøfall som deretter går over i kraftig mildvær og regn.

4.2.2 Historiske kjøver og flomhendelser i Øystese

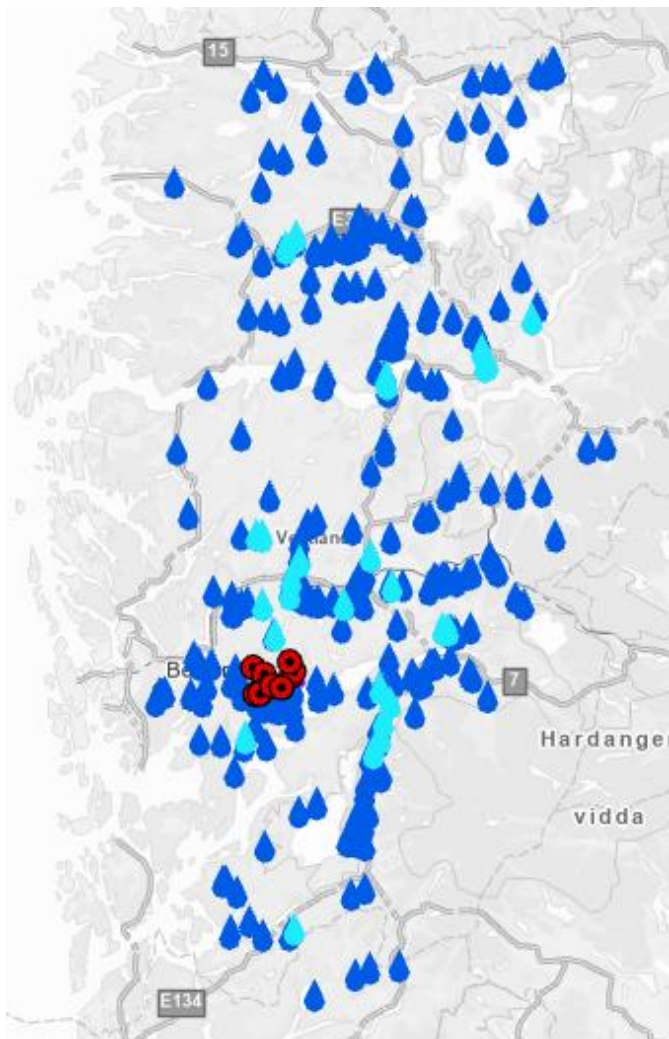
Kjøve er brukt i det som er blitt et lokalt sagn om «Storeflaumen» (1743) i Øystese for å fortelle om hva som skjedde. Historien om Storeflaumen startet ved at det gikk kjøve etter «*stor snjodett etterpå lyver med regn*» som dro med seg jord, stein, rask og trevirke som la seg opp som en demning i Øysteseelva (stuv i elven). Det kom frost som skal ha låst dammen ytterligere, men ut på vinteren fikk en igjen store snøfall som gikk over til regn og mildvær og dammen bristet og ga stor flom ned i Øystese. En slik hendelse med skred-demmer er ikke utenkelig også i dag og i historisk tid har dette skjedd i flomsituasjoner i Opo og Kinso [11].

I Kvam er kjøve og flomhendelser dokumentert ved retten fra 1626 og framover der det er beskrevet avtak (skattenedsettelse) som følge av kjøver [12]. Ingen av bevarte rettsdokumenter nevner skade på Øystese-siden av elven der Storeflaumen tok tak, men Storeflaumen kan fortsatt være fra denne perioden.

I «Flom i Norge» er det trukket likhetstrekk mellom meteorologisk situasjon ved hendelser på 16-1700-tallet og i 1928 [13]. Store mengder med snø og overgang til mildvær og mye regn slo til over en stor del av Vestlandet omkring 8-9 februar 1928 [13], med alle varianter fra snøskred til kjøve og flomskred. Flommen i 1928 skapte store ødeleggelser, og NVE anslår at ca. 50 mennesker omkom, mens 80 store bygg ble ødelagt i Hordaland og 70 i Sogn [14] og mange husdyr omkom i fjøs. Mange bruer forsvant sporløst og veger og Bergensbanen fikk store skader.

I Øystese var det kommet mye nysnø helt ned til fjorden, 1,5 m ved flomålet [12]. Så slo det inn mildvær over fjorden (fra sørvest) med stor luftfuktighet. Snøen smeltet raskt og nede i bygda ble det etablert grøfter for å lede vant bort fra tun og hus. Vannmengdene beskrives som fosser som kom gjennom meter-høye fonner.

Figur 4-3 viser registrerte hendelser av sørpeskred i Indre Vestland, hvor lyseblå er hendelser fra 1928. Det er trolig en mindre del av faktiske hendelser som er registrert ettersom skredhendelsene i Eksingdalen og i Indre-Agder, Åseral kommune, ikke er vist. Røde punkter viser noen av de stølene som angivelig ble tatt i Kvam herad under denne hendelsen [15].



Figur 4-3 Sørpeskred registrert i NVE skredbase, lyseblå er 1928 hendelser, røde punkter er støler eller kverner som gikk med lokalt i Kvam.

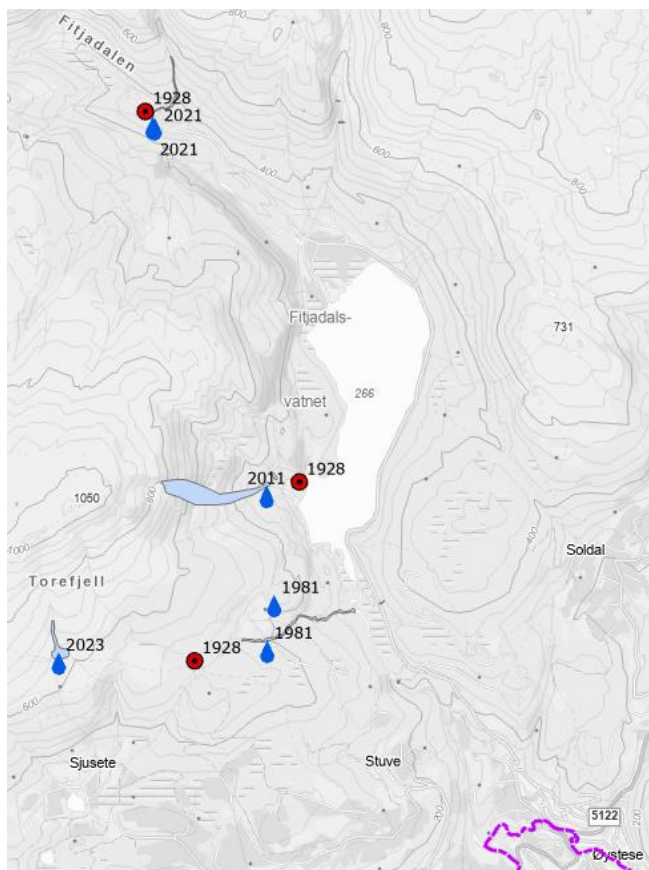
Den flommen som virkelig er av interesse, var skadeflommen i Øysteseelva 13-14 november 1938 [12]. Det hadde da vært snø og regn i en uke i forkant og det hadde bygget seg opp mye snø i fjellet. Temperaturen steg plutselig opp i 15-16 grader og snøsmelt flommet nedover elven som toppet seg utover dagen. Metrologisk er denne hendelsen ikke ulik flommen i 1928 eller Storeflaumen, men det er ikke beskrevet barfrost forut. Barfrost gir et tett dekke som stopper infiltrasjon og demping av avrenning. Blankt berg gjør også at vannet må holde seg i snøen. I Opo er denne flommen registrert og hadde i «Flom i Norge» rangering nr. 4 (2014-flommen ikke med) [13].

Storeflaumen kan i et historisk perspektiv sees på som en flom oppunder en 1000- års hendelse, det vil si i intervallet 500-1000-årsflom. I flomvurderingen av Øysteseelva er det gjort store påslag på grunn av klima og usikkerhet, og det vurderes som sannsynlig at vannføringer og påvirket flomareal dekker en tilsvarende flom som Storeflaumen. Forløpet og konsekvensene av en slik ekstremflom er vanskelig å forutse. Beregnede vannhastigheter i dette prosjektet er så store at elven vil gå i stryk med stående bølger og flytte på alt av løsmasser.

4.2.3 Nyere hendelser i Øystesevassdraget

Figur 4-4 viser nyere registrerte sørpe eller flomskred hendelser, samt 1928 hendelser i Øystesevassdraget. Nyere hendelser er både registrert som punkt og polygon [11]. Det er en del dobbeltregistreringer både ved Nystølelva og i Fitjadalen men det kan ses at kjøver eller sørpeskred har oppstått i de samme områdene både i 1928 og i senere år. Også i januar 2024 gikk det flere kjøver i Kvam.

Hendelsen i 2011 (ned mot Kvannvik) er angitt med +/- 1-2 år. I Sørfjorden og Sogn førte stormen Dagmar (jul/nyttår 2011-2012) til flere sørpeskred, og dette kan også være et av disse. Under Dagmar var vinden nok den som gjorde mest skade, men det kom store mengder nedbør som i høyden startet som snø og gikk over til regn. I flomsonekart for Øysteseelva er det vist til en flom i 13-14. september 2005 og 28. oktober 2014. Begge flommene var rene regnflommer, der året 2014 trolig hadde mest kumulert nedbør. Ved Kvannvik var det også registrert flomskred i 2014.



Figur 4-4 Registrert hendelser i Øystesevassdraget

4.2.4 Vurdering av fare for kjøve Øystesevassdraget i dag

Fitjadalvatnet ligger i nedre del av Øystesevassdraget og vil for rene vann-flommer virke flomdempende, med unntak av hvis en får en demning oppstrøms for Ørredalsfossen som går til brudd. Ørredalsfossen er minst 45 m høy, og oppdemt volum på nedsiden vil bli mindre enn ovenfor fossen. Det er begrenset hvor høyt et skred kan bygge seg opp når det stopper. Det verserer flere historier om sted og oppdemming, og et

brudd selv av en mindre dam kan gi store konsekvenser ved sammenfall med en flomtopp. Fra Figur 4-4 ser en at Nystølelva ligger til slik at et større skredvolum ned elven vil kunne demme elven og heve vannstand i Fitjadalsvatnet.

Øystesevassdraget er stort i forhold til de enkelte kjøvene som kan oppstå i bekker, raviner og sideelver. Opp for Fitjadalsvatnet vil hver enkelt kjøve få sterk demping. Annet enn at alle kjøver går i rekke og rad slik at de går ut med flomtopper (noen en kan forvente i små vassdrag), er den trolig mest sannsynlige måten å få til en ekstremflom etter kjøver i Øysteseelva at en dam går til brudd.

Øysteseelva har ingen flommerker eller permanente målestasjoner som binder flomhistorien sammen. Flomvurderingen som ligger bak flomverdiene er basert på regional formel og flere omkringliggende vassdrag med målestasjoner. Resultatet, det vil si flomkvantilene for omkringliggende hydrometriske stasjoner, er ganske entydige. Men en slik vurdering sier ingenting om det i historiske hendelser er en vinterflom med bakenforliggende kjøver. Statistikken i flomberegningen peker på at det er mest sannsynlig med stor flom på høsten i Øysteseelva, men at flommer kan oppstå hele året.

Flommer med brudd på dammer, vassdemmer bak snø eller flomskred gir bølger som på kortere tid har større vannføring og vannstand enn rene hydrologisk beregnede flomforløp. For mange mindre vassdrag er samfall av kjøver, snø og mildvær den situasjonen som kan gi de største flommene. Det som gjerne skjer når det kommer en ny storflom er at stein og masse som har ligget stille i lengre tid beveger seg og erosjon av elvekanter tar med seg trær og annet materiale. Det er de utilsiktede endringene med erosjon, avlagring og løpsendringer som øker usikkerheten ved ekstreme flommer. Selve flomarealet vil som oftest ikke endre seg så mye, det vil si at flommen fortsatt holdes innenfor det som er morfologiske flomsletter, flomavsetninger eller historisk flompåvirket område, mens flomløp og erosjon innenfor dette området kan variere fra gang til gang.

De største mulige endringene i elvegeometrien gjennom Øystese får en trolig først ved lokal erosjon i elvebrinken og videre fra lokal avsetning. Masse som kommer fra oppstrøms vil trolig ikke komme i klare bølger men mer fordelt. Det er mange mindre kulper og fall nedover før elven flater ut og disse trinnene vil dempe en typisk skredbølge som opptrer ved jevnere fall. Det mest sannsynlige scenario for flomproblematikk som oppstår i forbindelse med kjøve eller skred i Øysteseelva er trolig at et eller flere trær som elven fører med seg legger seg opp i en kant eller mot en av bruene.

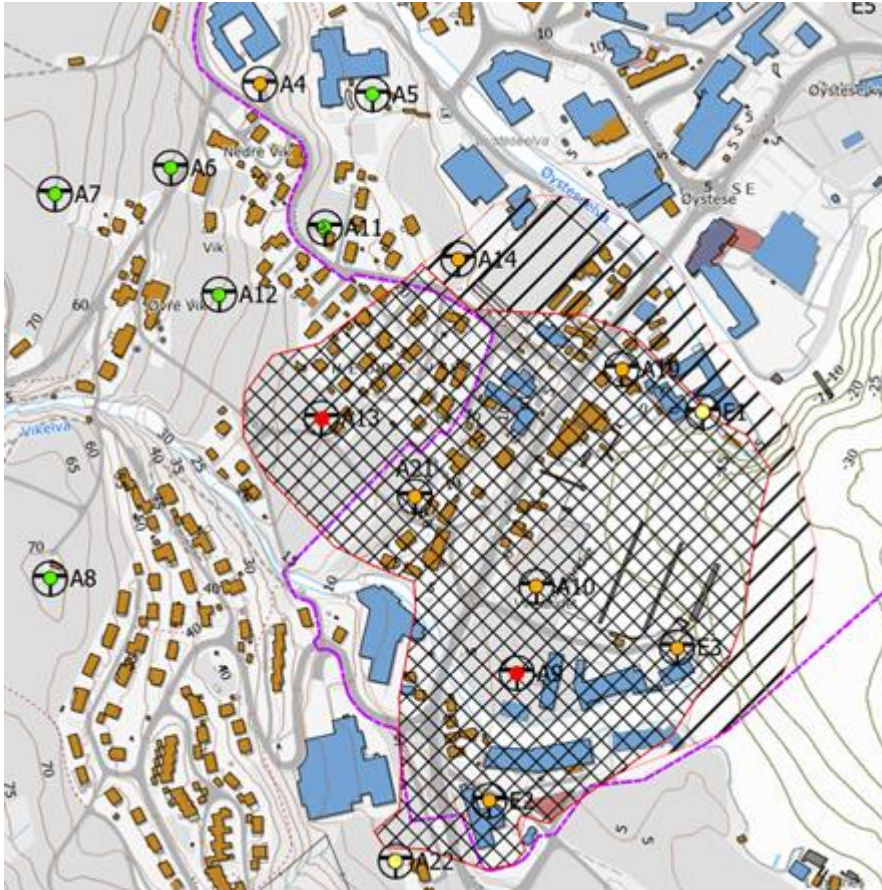
4.3 Områdestabilitet mot kvikkleireskred

Det er utført arbeid med vurdering av områdestabilitet i Øystese sentrum [16] og det henvises til den geotekniske rapporten for vurdering av områdestabilitet for Øystese. Utførte grunnundersøkelser er plassert med henblikk på å identifisere mulige løснеområder for områdeskred. Basert på grunnundersøkelser, og i sammenheng med flomvurdering og erosjonssikring, er selve Øysteseelva **ikke** vurdert at kan ha kritisk erosjon inn mot sprøbruddmateriale. Øysteseelva ligger ikke i utløsningsområdet for områdeskred, men søndre del av elva ligger i potensielt utløpsområde for skred fra faresone vest for elva. Deler av elva opp for bru Fv 79 (Hardangerfjordvegen bru) har berg i elveløpet, og skredmasser vil kunne legge seg i elveløpet.

Selv om det ikke er erosjonsfare mot sprøbruddmateriale eller fare for utløsning av områdeskred i Øysteseelva, må en for all utbygging i strandsoner uansett kreve geotekniske vurdering for hvert tiltak iht. anbefalinger fra NVE [17]. Dette gjelder da også eventuelle sikringstiltak mot flom innenfor strandsonen. I videre avsnitt oppsummeres rapporten for områdestabilitet.

For å vurdere områdestabilitet har det blitt utført grunnundersøkelser i Øystese i oktober 2023, og det er gjennomgått tidligere geotekniske rapporter oversendt av Kvam herad. Resultatene fra nevnte nylige grunnundersøkelser er vist i datarapport GEORAP01 fra DMR Miljø og Geoteknikk AS [18]. Det er påvist sprøbruddmateriale ved prøver i Vikesida nord-vest for Øysteseelva, og flere totalsonderinger i Vikesida gir

videre indikasjon på sprøbruddmateriale. Øst for Øysteseelva er det ikke påvist sprøbruddmateriale. Det er tegnet faresoner for kvikkleire i området nord-vest for Øysteseelva, Vikesida, i risikoklasse 3. Se Figur 4-5 for omriss av faresonen på Vikesida. Figuren viser også utførte boringer.



Figur 4-5. Omriss av faresonen på Vikesida. Figuren viser også utførte boringer. Fra Norconsult rapport [16].

5 Fisk, ferskvannsökologi og terrestrisk naturmangfold

5.1 Generell vurdering

Elver med mye inngrep i form av f.eks. kanalisering, flomvoller, erosjonssikring og andre inngrep i vassdraget har ofte vesentlig endret elvedynamikk sammenlignet med den opprinnelige situasjonen. Det kan bl.a. ha ført til endrede vannstrømmer, endret substrattransport og substratdynamikk samt endring, og ofte reduksjon, i vegetasjonssatte kantsoner. Dette kan bl.a. gi tap av habitat for fisk, tap av biologisk mangfold i kantsoner og tap av økologisk funksjon fra kantsoner. I noen tilfeller kan det også føre til vandringshindre og kontinuitetstap for fisk og andre organismer.

I en ideell naturlig verden bør det være tilstrekkelig bred kantsone med naturlig vegetasjon langs et vassdrag. I tillegg bør det være tilstrekkelig bredde på vassdraget som tillater en tilnærmet naturlig elve- og substratdynamikk. Dette er sjelden mulig å få til i sterkt forbygde elver da det ofte er bygget tett inntil elven, slik som er tilfelle langs nedre strekning av Øysteseelva. Bygninger og annen infrastruktur står i veien for å kunne gjenopprette mer naturlige forhold. Mulighetene er dermed begrenset fra et biologisk perspektiv, og det er ofte bare mulig å utføre mindre, enkelvisse tiltak som kan gi elveøkologisk gevinst. Når hovedtiltaket er å forsterke flom- og sikringstiltak må man søke å unngå ytterligere negative effekter for elveøkologien.

Generelt vil det være utfordrende å vurdere konkrete effekter av et tiltak på fisk. Til det trenger man normalt et godt kunnskapsgrunnlag om hvor de forskjellige funksjonsområdene for fisk befinner seg i elven, og hvordan tiltaket vil påvirke bl.a. strøm- og substratforhold i disse funksjonsområdene. Vurderingsgrunnlaget fra et fisk- og ferskvannsökologisk perspektiv er ansett som begrenset på dette stadiet ettersom befarings og feltarbeid ikke har vært inkludert i arbeidsomfanget.

5.2 Dagens situasjon – fisk og ferskvannsökologi

I denne vurderingen er det hentet kunnskap fra Rådgivende Biologers rapport 'Konsekvensutredning for Øystese kraftverk, Kvam herad i Hordaland' [19]. I tillegg har Leiv Sandven, representant for elveutvalet i Øysteseelva, bidratt gjennom en telefonsamtale og kommunikasjon på epost.

I rapporten til Rådgivende Biologer omtales de nedre 900 meterne av elven som gyte- og oppvekstområde for laks og sjørørret. Arealet er på ca. 12 500 m² og hele strekningen er bonitert. Ifølge rapporten vil en slik elv teoretisk kunne produsere mellom 20 og 25 smolt pr 100 m², og med gode vannkvaliteter vil laks dominere med omtrent 70 %. På anadrom strekning har Øysteseelva dermed et årlig maksimalt potensial for å produsere omtrent 2 500 smolt hvorav 1 750 er laks [19].

Høsten 2009 gjennomførte Rådgivende Biologer et kvantitativt elfiske på anadrom strekning. Totalt ble det fanget 50 laks og 65 ørret der gjennomsnittlig estimert tetthet var 20 laks og 26 ørret/100 m². Dette var noe under antatt potensiale for elven. Det ble ikke observert andre fiskearter under elektrofisket [19].

Leiv Sandven har i telefonsamtale fortalt at laksen og sjørørreten deler på anadrom strekning. Fra ca. 200 meter nedstrøms gangbroen som forbinder Sjusetevegen og Fitjadalsvegen, og ned til Sjusetevegen bro, dominerer sjørørret. Nedstrøms dette er det laksen som dominerer. Det står likevel en del laks i Lakshølen, som er den øverste hølen laksen kommer til før vandringshinderet, se Figur 5-1.



Figur 5-1. Oversikt over funksjonsområder for fisk i øvre del av Øysteseelva. Bakgrunnsbilde: Hardanger 2022 (www.norgebilder.no).

Når det gjelder gyteforhold fortalte Sandven at nedstrøms Sjusetevengen bro ligger det en bra gyteplass. Nå har imidlertid elven begynt å grave på østre bredd og flyttet på stor stein. Det har ført til at grusen har blitt spylt bort og gyteforholdene er nå dårlige eller ødelagt. Ellers er det små gyteplasser for laks bak store steiner nedover hele elven ned til saltvannspåvirket område.

Mellom ovennevnte gyteområde og Sjusetevengen bro går elven blankskurt over fjell og laksen må hoppe for å komme opp. En stor stein har visstnok flyttet på seg i dette området som har ført til endring i strømforholdene som har endret forholdene for fisk og vandring/oppgang.

Strekningen som kalles Kjerrhølen ligger noe nedstrøms Sjusetevengen 56. På østsiden i Kjerrhølen er det eksisterende flomsikring med stein. Dette har gitt gode forhold for fisk ifølge Sandven som påpeker at det er viktig å se på denne sikringen i det videre planleggingsarbeidet for sikringstiltak slik at man opprettholder forholdene for fisk.

Sandven forteller at elveutvalet har undervannsfoto fra Kjerrhølen fra den 15. september 2023 som viser at det ligger mye grus og det er mye laks her. Den 29. september samme år ble all grus spylt på sjøen og det forstås at området ikke lenger bidrar som funksjonsområde for laks.

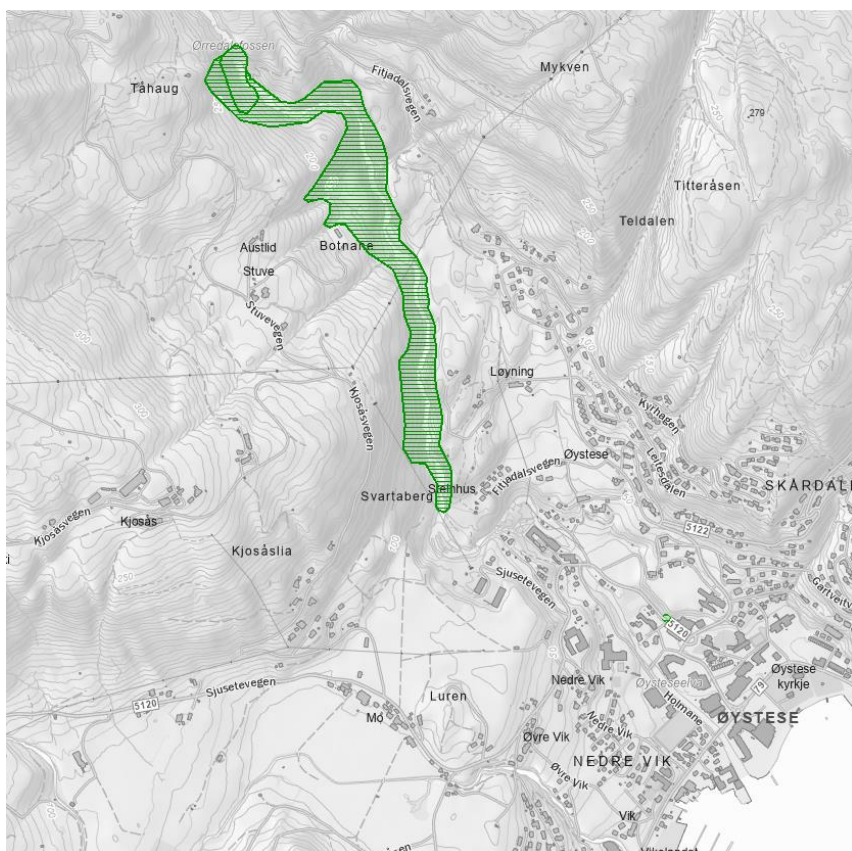
5.3 Dagens situasjon – terrestrisk naturmangfold

Kunnskapsgrunnlaget i denne vurderingen er basert på tilgjengelig informasjon i offentlige databaser og studier av kart (Artskart, Naturbase, historiske foto, Google street view) samt bilder tatt på befaring i området i 2023.

Øystese ligger i boreonemoral sone og klart oseanisk på grensen til sterk oseanisk seksjon. Naturgrunnlaget gir opphav til spesielle artsamfunn tilpasset et oseanisk miljø med milde vintre og gode fuktighetsforhold. Øysteseelva kommer ned fra Fitjadalsvatnet og går videre ut i Ytre Samlafjorden. Strekingen i utredningsområdet er påvirket av ulik infrastruktur og bygg tett inntil vassdraget. Store deler av strekingen er også flomforbygd med varierende utforming. Det finnes likevel kantsoner med kantvegetasjon enkelte steder.

5.3.1 Naturtyper

Utredningsområdet er ikke kartlagt etter Miljødirektoratets instruks for naturtyper (NiN) tidligere. To naturtypelokaliteter er registrert oppstrøms tiltaksområdet. Lokalitetene omfatter en bekkekløft med lavlands lauvskog og tilhørende fossesprøytsone ved Ørredalsfossen, begge med svært viktig verdi, se Figur 5-2. Bekkekløften beskrives som en av de viktigste i regionen med en rekke tilknyttede rødlistearter, og fossesprøytsone med en svært artsrik moseflora med funn av, og potensiale for flere, rødlistearter. Artsinventaret karakteriseres av typisk oseaniske og fuktighetskrevenende arter i sterk tilknytning til nærheten til elven. Begge lokalitetene er registrert i 2016 av BioFokus etter DN Håndbok 13 [6].



Figur 5-2. Kartutsnittet viser bekkekløft og fossesprøytsone i øvre deler av Øystesevassdraget kartlagt som naturtyper i 2016. (Kilde: Naturbase.no)

Ved Sjusetevegen er det registrert en utvalgt naturtype med hul eik, ca. 80 meter fra Øysteseelva, se Figur 5-3. Eika har en omkrets på ca. 2 meter, men er ellers ikke undersøkt for eventuelle rødlistede arter eller hulhet. Eika står i en terrasseskråning.



Figur 5-3. Kartutsnitt fra Naturbase som viser utvalgt naturtype hul eik ved Sjusetevegen markert med rød sirkel. (Kilde: Naturbase.no)

5.3.2 Økologiske funksjonsområder for arter

Av rødlistede arter er det kun registrert rødlistet fugl i utredningsområdet som er av nyere dato. Enkelte gamle registreringer av planter og insekter forekommer, men disse har svært usikker plassering og vid koordinatpresisjon, og vurderes derfor ikke videre.

Kantsoner med velutviklet kantvegetasjon er et av de viktigste økologiske funksjonsområdene for arter langs vassdrag og utgjør en blå-grønn struktur i landskapet. Kantsonen i nedre deler av Øysteseelva i tiltaksområdet er varierende med stedvis tilsynelatende velutviklet tresjikt og vegetasjon. På utvidede partier i kantsonen med god kontakt med elven kan det forekomme kantvegetasjon som karakteriseres som flomskog, men trolig er områdene for små til å utgjøre naturtypelokaliteter etter Miljødirektoratets instruks for NiN.

5.3.3 Fremmede arter

Av fremmede arter er det registrert parkslirekne (SE) i kantsonen langs industribygg på nordsiden av Hardangerfjordvegen, se Figur 5-4. Parkslirekne er en svært invasiv art og spres lett ved feil massehåndtering og anleggsarbeider. For å unngå videre spredning av arten eller andre fremmede arter i området må det gjennomføres kartlegging og eventuelt utarbeides en tiltaksplan for håndtering av masser infisert med fremmede arter.



Figur 5-4. Kartutsnitt viser registrering av fremmedarten parkslirekne i kantsonen langs Øysteseelva (Kilde: Artskart.no)

6 Landskap og tilrettelegging

6.1 Generell vurdering av landskapsbildet og Øysteseelva

Tettstedet Øystese ligger innerst i Ytre Samlafjorden som er en fjordarm av Hardangerfjorden. Landskapet er et typisk vestlandslandskap hvor tettstedet ligger på flatene i dalbunn omkranset av skogkledde dalsider med bebyggelse og kulturlandskap i alle retninger bortsett fra mot fjorden, se Figur 6-1. Bebyggelsen henvender seg naturlig nok mot fjorden.

Innerst i fjordarmen renner Øysteseelva fra Fitjadalsvatnet ned mot sentrum og den setter sitt preg på landskapet. Særlig i øvre deler av planområdet, fra Steinhus fram til Sjusetevegen, har elven gravd seg ned i landskapet. Fra Sjusetevegen fram til fjorden slakker terrenget ut og elven renner med lavere hastighet. Her er elven plastret flere steder og det er lite igjen av opprinnelig elvebredde, med ett unntak; fra Sjusetevegen til Kvam ungdomsskole ser det ut som elvebredden og vegetasjonen er noenlunde uendret siden 1960-tallet. Utløpet fra Hardangerfjordvegen er kanalisert. Der elven møter fjorden ved Hardangerbadet er det god plass for å tilgjengeliggjøre elven for publikum og plasseringen av Øystese strand og promenade midt i sentrum er unik og bør kunne knyttes opp mot Øysteseelva.



Figur 6-1 Utsikt mot Øystese sentrum sett fra Kjerringkleiv (Foto: Norconsult, 2023).

Fra Holmane bro later Øysteseelva til å ligge på baksiden av Øystese sentrum og renner bak forretninger, varehus og Hardangerbadet. Fra vest er elven mer synlig, men stor høydeforskjell mellom Holmane og elven forhindrer kontakt. Langs elven er det en smal stripe med vegetasjon som gjør at elven fremstår som en blågrønn korridor, men den kommer ikke helt til sin rett. Når elv og tett vegetasjon blir liggende bak all øvrig aktivitet er det fare for at elven virker ustelt, utrygg og mer som et sted for lyssky aktivitet enn noe annet.

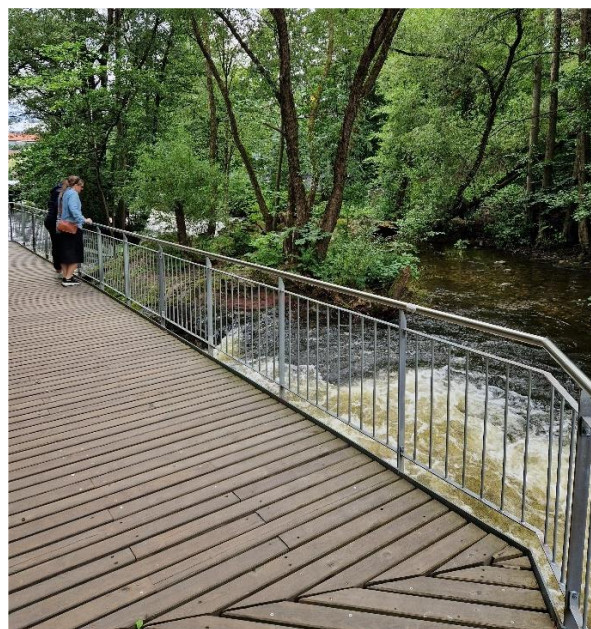
Flomsikringstiltak kan bidra til å endre dette bildet av Øysteseelva, se forslag til tiltaksutvikling fra andre steder som kan øke kontakt med elven i Figur 6-2 til Figur 6-4.



Figur 6-2 Elveparken langs Lundeåna i Eigersund sentrum. Det er en sammensatt flomsikring som gir mange muligheter for kontakt med elven (Foto: Facebook-gruppen Smånytt fra Eigersund, 2020).



Figur 6-3 Elvepromenade langs Opo i Odda med belysning, og trapp og benker lengre nedstrøms (Foto: Hardanger folkeblad, 2020).



Figur 6-4 Akerselva ved Kuba parken. Utkraging over elven (Foto: Norconsult, 2023).

7 Tiltaksvurdering

7.1 Tiltakssoppsummering

Som nevnt tidligere er Øysteseelva en utfordrende elv når det gjelder flomsikring. Hovedsakelig har ikke elven tilstrekkelig plass når den blir flomstor, og dette går ut over eksisterende bebyggelse som har over årene snevret inn elvens naturlige flomslette. I tillegg til å utforme tiltak som løser flomproblematikk og som er gjennomførbare gitt forutsetningene, er det også lagt vekt på at tiltakene skal være gjennomtenkte fra miljø- og landskapsmessige perspektiver.

Gjennom utredningen har det blitt utviklet en omfattende liste med mulige sikringstiltak for Øysteseelva. Den hydrauliske modellen har blitt benyttet til å simulere disse for å vurdere effekten av dem og forsøke å komme frem til en tiltakskombinasjon som eliminerer, eller i minste fall reduserer til et akseptert nivå, flomrisikoen i Øystese.

Listen over samtlige alternativer for flomsikringstiltak som er vurdert i denne utredningen er oppsummert i Tabell 7-1. Tiltakene er delt opp i delområdene som presentert i kapittel 3.3 og dersom tiltakene omfatter endringer ifm. broer eller ikke.

Tabell 7-1. Liste over flomsikringstiltak som er vurdert.

Nr.	Tiltaksbeskrivelse
Delområde 1 – Sjusetevegen bro	
<i>Tiltak som ikke omfatter endringer ifm. bro</i>	
1	• Flomvoll mot Busdalen
2	• Kontrollert flomløp gjennom Busdalen
<i>Tiltak som omfatter endringer ifm. bro</i>	
3	• Kun heving av Sjusetevegen bro og rørkasse
4	• Fjerning av Sjusetevegen bro
5	• Fjerning av Sjusetevegen bro og utvidelse av tverrsnitt
Delområde 2 – Holmane bro	
<i>Tiltak som ikke omfatter endringer ifm. bro</i>	
6	• Omfattende flomvoller ved Holmane bro
7	• Utvidelse av elveløpet oppstrøms Holmane bro, sammen med mindre flomvoller
8	• Sprenging i elveløpet ved Holmane bro
9	• Sprenging i elveløpet og utvidelse av elveløpet ved Holmane bro
<i>Tiltak som omfatter endringer ifm. bro</i>	
10	• Fjerning av Holmane bro
11	• Heving av Holmane bro og sprenging i elveløpet
12	• Heving av Holmane bro og omkringliggende terreng
13	• Heving av Holmane bro og utvidelse av elveløpet
14	• Heving av Holmane bro med utvidelse av elveløpet og sprenging i elveløpet
Delområde 3 – Hardangerfjordvegen bro	
<i>Tiltak som ikke omfatter endringer ifm. bro</i>	
15	• Sprenging i elvebunn under Hardangerfjordbroen
16	• Etablering av en kulvert for vannavledning forbi Hardangerfjordbroen
17	• Utvidelse av elveløpet opp- og nedstrøms Hardangerfjordbroen

18	• Utvidelse av elveløpet opp- og nedstrøms Hardangerfjordbroen med flomvoller
19	• Heving av terrenget nordvest for Hardangerfjordbroen
20	• Heving av terrenget sørvest for Hardangerfjordbroen
21	• Heving av terrenget både nordvest og sørvest for Hardangerfjordbroen
22	• Senking av terrenget ved fotballbane samt heving av terrenget nordvest for Hardangerfjordbroen
<i>Tiltak som omfatter endringer ifm. bro</i>	
23	• Fjerne pilaren under Hardangerfjordbroen og utvide brotverrsnitt
24	• Utvide brospenn Hardangerfjordbroen uten å fjerne eksisterende pilar
25	• Utvide brospenn Hardangerfjordbroen med heving av brodekke
26	• Heving av Hardangerfjordbroen og omkringliggende terreng
27	• Heving av terrenget nordvest for Hardangerfjordbroen med heving av brodekke
28	• Heving av terrenget sørvest for Hardangerfjordbroen med heving av brodekke
29	• Heving av terrenget nordvest og sørvest for Hardangerfjordbroen med heving av bro
30	• Senking av terrenget ved fotballbane samt heving av terrenget nordvest for Hardangerfjordbroen med heving av brodekke

Tre ytterligere tiltak, som ikke henger sammen med spesifikke delområder, er også vurdert på overordnet nivå:

- Elvepark i Øystese sentrum (ved Kiwi – forslag fra COWI mulighetsstudie [4])
- Regulering av Fitjadalsvatn
- Utfylling i sjø / heving av terreng ytterst mot betonglager ved Hardangerfjorden (ikke teknisk sett et flomsikringstiltak ift. Øysteseelva)

For full beskrivelse og vurdering av ovenfornevnte flomsikringstiltak fra et hydraulisk perspektiv henvises det til Norconsult sin rapport 'Hydraulisk analyse av flomsikringstiltak i Øysteseelva' [2].

Det påpekes at gjennom planprosessen til Øystese sentrum er det åpnet for muligheten til å fjerne Sjusetevegen bro og heller etablere en ny gangbro over elven et stykke nedstrøms, se Figur 2-4. Den hydrauliske simuleringen av tiltak for delområder 2 og 3 forutsetter at fjerning av Sjusetevegen bro utføres og at det ikke dannes et ukontrollert flomløp gjennom Busdalen. Ny gangbro er ikke lagt inn i den hydrauliske modellen, men det forutsettes at denne vil utformes med tilstrekkelig kapasitet og fribord ifm. videre utredning og prosjektering.

7.1.1 Gjentakintervall og dimensjonering

Ifølge TEK 17 § 7-2 *Sikkerhet mot flom og stormflo* skal byggverk plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom med bestemte gjentakintervall. Gjentakintervall avgjøres av konsekvensene som skade på bygget vil medføre. En oversikt over sikkerhetsklassene med tilhørende krav til gjentakintervall er vist i punktlisten under:

- F1 – Liten konsekvens (garasjer, lager, boder) – 20-årsflom
- F2 – Middels konsekvens (bolighus, fritidsboliger, skoler, kontorbygg) – 200-årsflom
- F3 – Stor konsekvens (sykehjem, brann-/politistasjoner, avfallsdeponier) – 1000-årsflom

For Øystese er det vurdert at alle bygninger som kan berøres av flom fra Øysteseelven faller inn under sikkerhetsklasse F1 eller F2. Tiltakene er derfor utredet for flom med 200-års gjentakintervall. I tillegg er det lagt til 20% klimapåslag og 30% sikkerhetspåslag på vannføringen etter anbefaling gitt i NVEs veileder nr. 3/2022 [20].

7.2 Vurderingsmatrise

Dette kapittelet presenterer en vurderingsmatrise hvor følgende fagfelt har gjort en vurdering av samtlige tiltaksalternativer, jf. Tabell 7-1:

1. Hydraulikk/flom
2. Fisk/ferskvannsøkologi
3. Terrestrisk naturmiljø/kantsone
4. Landskap

Etterfølgende kapittel 8 vurderer tiltakene i mer detalj fra de ulike fagperspektivene og gir anbefalinger som bør legges til grunn for videre arbeid og beslutninger.

Eksperter fra hvert av fagfeltene har vurdert tiltakene i forhold til fordeler/muligheter, ulemper/påvirkninger, og deretter tildelt en klassifisering mellom 1 og 5, hvor 1 er meget positivt og 5 er meget negativt – se også beskrivelse av klassifiseringene i Tabell 7-2.

Begrepet «restrisiko», der det benyttes ifm. flomsikringstiltak, angir eventuell fare som fortsatt eksisterer for flomutsatte områder selv om sikringstiltak er utført. For eksempel vil en flomvoll innebære relativt høy restrisiko; tiltaket kan øke vannstanden under flom (spesielt dersom det ikke utføres tilbaketrukket fra elven), og et eventuelt brudd på sikringen, selv om det har lav sannsynlighet, kan få store konsekvenser.

For vurderingene av ferskvannsøkologi og terrestrisk naturmiljø er klassifisering 3 valgt dersom det er usikkerhet om et tiltak kan være en fordel eller ulempe. Det er altså ikke lagt en føre-var-holdning jf. naturmangfoldloven § 9.

I tillegg er det gjort en overordnet klassifisering ift. kostnad av tiltakene, som er forsøkt vurdert relativt opp mot andre tiltak. F.eks. er tiltak som omfatter endringer og ombygging av broer vurdert som høy kostnad sammenlignet med andre.

Tabell 7-2. Klassifiseringsbeskrivelser

Klassifisering - hydraulikk

1 - Stor forbedring, fjerner flomproblematikk uten restrisiko
2 - Forbedring, men noe resterende flomproblematikk eller restrisiko
3 - Noe forbedring, men resterende flomproblematikk eller høy restrisiko
4 - Liten eller ingen forbedring i flomsituasjon
5 - Stor negativ påvirkning, forverrer flomsituasjon

Klassifisering - ferskvannsøkologi, terrestrisk naturmiljø og landskap

1 - Stor forbedring
2 - Noe forbedring, mer positivt enn negativt
3 - Ingen betydelig endring, lik som dagens situasjon
4 - Noe negativ påvirkning, mer negativt enn positivt
5 - Stor negativ påvirkning, anbefales ikke

Klassifisering - kostnad

L - Lav kostnad
M - Middels kostnad
H - Høy kostnad

	Ref. i tiltaks-rapport	Hydraulikk			Ferskvannssøkologi			Terrestrisk naturmiljø / kantvegetasjon			Landskap og tilrettelegging for allmennheten			Kostnad	
		Fordeler/ muligheter	Ulemper/ påvirkninger	Score	Fordeler/ muligheter	Ulemper/ påvirkninger	Score	Fordeler/ muligheter	Ulemper/ påvirkninger	Score	Fordeler/ muligheter	Ulemper/ påvirkninger	Score	Kommentar	Score
Generelle tiltak															
Økt tverrsnitt - breddeutvidelse	2.1	Gir elven mer plass. Kan bidra til å senke vannstanden i områder med begrenset kapasitet.	Arealkrevende. Kan komme i konflikt med arealer som allerede er utviklet/ bosatt. Kan medføre økt masseavsetning ved lav vannføring. Kan forverre flom/erosjonsforholdene andre steder i vassdraget.	2	Kan ha både positive og negative effekter på fisk, må vurderes og tilrettelegges nærmere under prosjektering	Kan ha både positive og negative effekter på fisk, må vurderes og tilrettelegges nærmere under prosjektering	3	Mulighet å tilrettelegge for «øyer» med naturlig vegetasjon/flomskog	Kan berøre dagens kantvegetasjon og trær	3	Fjerning av trær og buskvegetasjon kan gi bedre utsikt til elven.	Den visuelle skjermingseffekten fra eksisterende trær og buskvegetasjon kan forsvinne. Lite gjenstående areal til opphold og ferdsel pga. begrenset "armslag" mellom elv og eksisterende konstruksjoner.	4	Kostnad avhenger av utstrekning og omfang. Kostnad øker kraftig dersom eksisterende bebyggelse må fjernes/omplasseres.	M
Økt tverrsnitt - bunnsenkning ved f.eks. sprenging av fjell eller fjerning av løsmasser	2.1	Gir mer kapasitet i elvetverrsnittet. Kan bidra til å senke vannstanden i områder med begrenset kapasitet.	Vannhastigheten kan øke. Kan medføre erosjon/bunnsenkning. Kan medføre økt rasfare – viktig å sikre stabile elvebredder. Sjekk grunnforhold. Kan forverre flom/erosjonsforholdene andre steder i vassdraget. Løsmasser kan fort bygge seg opp igjen.	3	-	Antas i hovedsak å være negativt da det kan endre funksjonsområder for fisk, særlig hvis det er kulp i løsmasser nedstrøms fjellterskel som senkes. Det kan også endre løsmasselagring i kulper nedstrøms. Sprenging av fjell kan påvirke oppvandring, men antagelig lette situasjonen. Tiltaket kan også gi positiv virkning i noen tilfeller avhengig av situasjonen. Masseuttak kan ha uheldige miljøvirkninger. Krever ofte konsesjon etter vannressursloven.	3	-	Hvis finnes flomskog – kan bli mindre naturlig dynamikk med flompåvirkning	3	"Spiser" ikke av elvebredden og legger dermed til rette for plass til rekreasjonsverdier eller lignende.	Hvis massene må plasseres i et permanent deponi er det negativt. I vurderingen forutsettes det at massene kan brukes til allmenntilrettelegging eller lignende.	3	Kostnad avhenger av utstrekning og omfang. Antatt noe lavere kostnad enn breddeutvidelse.	L
Flomvoll / flomvegg mot elven / heving av flomutsatt terreng - tilbaketrukket fra elven	2.1	Kan beskytte flomutsatte områder uten å snevre inn elven.	Kan være arealkrevende og komme i konflikt med arealer som allerede er utviklet/ bosatt.	2	Tilbaketrukket sikring er generelt mer attraktivt enn ikke tilbaketrukket ettersom det ikke påvirker elveøkologien.	Ikke foreløpig tilstrekkelig vurderingsgrunnlag. Lokale kilder peker på at små endringer i steinforbygning kan gi både positive og negative effekter.	2	Positivt dersom legger til rette for fremvekst av flomskog/ kantvegetasjon	-	2	Flomvoll med vegetasjon, spesielt hvis man kan gå både oppå, bak og foran kan gi variasjon for turgåere. Flomvoll med blomstereng og buskvegetasjon er bedre iht. landskapsbildet. Hvis flomvegg kan integreres i gangvei/gangsti langs elven kan den også ha funksjon som del av rekkverk.	En gresskledd flomvoll gir ikke mye tilbake til landskapet eller noe estetisk. Forutsatt vegetasjon på flomvoll er det noe negativ påvirkning. Forutsatt at flomveggen kan stedstilpasses i farge, form og materiale, og ikke bare blir en grå betongkloss har flomvegg ubetydelig påvirkning, spesielt når den er plassert ved andre konstruksjoner (bygninger, veier o.l.) slik at den passer bedre inn i landskapet.	3	Kostnad avhenger av utstrekning og omfang.	M

	Ref. i tiltaks-rapport	Hydraulikk			Ferskvannssøkologi			Terrestrisk naturmiljø / kantvegetasjon			Landskap og tilrettelegging for allmennheten			Kostnad	
		Fordeler/ muligheter	Ulemper/ påvirkninger	Score	Fordeler/ muligheter	Ulemper/ påvirkninger	Score	Fordeler/ muligheter	Ulemper/ påvirkninger	Score	Fordeler/ muligheter	Ulemper/ påvirkninger	Score	Kommentar	Score
Flomvoll / flomvegg mot elven / heving av flomutsatt terreng - ikke tilbaketrukket fra elven	2.1	Kan beskytte flomutsatte områder.	Snevrer inn tverrsnittet til elven, som kan føre til økt vannstand og restrisiko bak flomvoll/flomvegg. Kan forverre flom/ erosjonsforholdene andre steder i vassdraget.	3	-	Ikke foreløpig tilstrekkelig vurderingsgrunnlag. Lokale kilder peker på at små endringer i steinforbygning kan gi både positive og negative effekter.	3	-	Eksisterende kantsone kan bli påvirket. Antatt lite rom for etablering av kantvegetasjon og naturlig kantsone etter tiltak.	4	Se vurdering ovenfor.	Se vurdering ovenfor.	3	Kostnad avhenger av utstrekning og omfang. Antatt noe lavere kostnad enn tilbaketrukket sikring pga. arealutnyttelse.	L
Fjerning/heving av broer	2.1	Kan hindre oppstuvning, og senke vannstanden oppstrøms. Reduserer fare for tilstopping.	Kan medføre økt hastighet nedstrøms og dermed erosjon/bunnsenkning. Kan forverre flom/erosjonsforholdene andre steder i vassdraget.	2	-	Denne gir antagelig ikke inngrep i selve elven og vil ikke påvirke elveøkologien	3	-	Antatt liten endring for kantsonen.	3	Dersom broforbindelse forbedres eller erstattes med bedre tilgang for gående og syklende kan dette ha positive innvirkninger for myke trafikanter.	Fjerning av kjøreforbindelse kan oppleves som negativt for de som kjører der i dag.	3	Endringer ifm. Eksisterende broer er generelt vurdert som et kostbart alternativ. Kun fjerning av bro vil innebære mindre kostnad (erstatning med gangbro ikke tatt med i vurderingen).	H
Elvepark på østre bredde (ved Kiwi)	2.6.1	Avhengig av utforming kan tiltaket føre til en lokal reduksjon av flomvannstand pga. økt tverrsnittareal.	Basert på mulig utforming iht. tilgjengelig areal er det neglisjerbar påvirkning på flomvannstand ettersom utvidelsesområdet er såpass lite at det ikke senker vannstanden noe betydelig. Fare for å skape en avsetningsplass for løsmasser som fraktes nedover elven.	4	Dette kan være positivt. Det kan gi rom for mer avsetning av gytegrus og mer grunnlag for gyting.	-	2	Positivt dersom legger til rette for fremvekst av flomskog/kantvegetasjon	-	2	Kan virke sterkt positivt for landskap og opplevelseskvaliteter. Området foreslått som elvepark har ingen kvaliteter i dag, bortsett fa som parkeringsplass med utsyn mot elven. Trolig ikke et sted for opphold. Elvepark e.l. kan løfte området og bli samlingssted langs elven.	-	1	Vurderes som høy kostnad med lav nytte iht. Flomreducerende potensiale, men har andre fordeler forbundet med miljø og landskapsverdier.	H
Regulering oppstrøms (Fitjadalsvatnet)	2.6.2	Flomvannføring i elven reduseres pga. demping i magasinet. Omfang vil avhenge av utforming av damkonstruksjon som regulerer vannstanden i vannet.	Basert på foreløpig vurdering av dempningseffekt vil redusering av flomvannføringen være begrenset selv med en relativt stor vannstandsøkning i vannet. Fjerner ikke behovet for ytterligere sikringstiltak nedstrøms. Øysteseelva er et vernet vassdrag, og det forventes ikke at det blir gitt tillatelse til å bygge en konstruksjon ved utløpet til Fitjadalsvatn for å dempe flom i elven.	3	Tiltaket har så lite effekt at det ikke gir åpenbare fordeler for fisk og ferskvannssøkologi	Tiltaket har så lite effekt at det ikke gir åpenbare ulemper for fisk og ferskvannssøkologi. Antar at tiltaket ikke endrer vannføring under normalsituasjon og vurderingen kun gjelder funksjonsområder for fisk i Øysteseelva. Tiltaket kan gi betydelige effekter på fisk, ferskvannssøkologi og vannmiljø i Fitjadalsvatnet. Dette avhenger bl.a. av vannstand og varighet av høy vannstand.	3	Ingen fordeler for naturmangfold.	Dersom tiltaket medfører lavere vannføring kan dette påvirke økosystemet og fuktkrevene rødlistearter negativt i svært viktig bekkekløft nedstrøms vannet. Kan påvirke mulige naturkvaliteter ved utløp av Storaelvi negativt. Selv om normalvannføring opprettholdes gjelder samme vurdering ettersom flomepisoder også er en viktig del av systemet.	5	Ingen fordeler for landskap og bebyggelse langs Øysteseelva og Fitjadalsvatnet.	En økning i vannivå på ca. 5 m i Fitjadalsvatnet vil føre til at hytter, naust, vei og jordbruk rundt vannet må fjernes, flyttes eller sikres. Minst tre automatisk fredede kulturminner vil bli berørt. Tiltaket vil gi lokalt store negative virkninger for kulturminner, bebyggelse og landskap rundt Fitjadalsvatnet.	5	Stor kostnad relatert til bygging av dam/reguleringskonstruksjon. Påvirker eksisterende bygninger (hytter) som trolig må kompenseres.	H

Delområde 1 – Sjusetevegen bro															
Uten tiltak ifm. bro															
Flomvoll mot Busdalen	2.3.1	Forhindrer ukontrollert flomløp gjennom Busdalen.	Økning av flomvannstand langs flomvollen. Betydelig restrisiko bak flomvollen og fortsatt oversvømmelse ved broen.	4	-	Denne gir antagelig ikke inngrep i selve elven og vil ikke påvirke elveøkologisen	3	Hvis plass/mulighet vil være positivt tilrettelegge for naturlig kantsone og kantvegetasjon i kontakt med elven	Begrenset kantvegetasjon i dag pga. betongsikring. Negativt om dagens trær hogges og ikke kan etablere seg på nytt etter tiltaket er ferdigstilt	3	Gangvei oppå flomvoll kan virke avbøtende for opplevelse av tiltaket. Variert vegetasjon kan også virke litt avbøtende. I vurderingen her er det ikke forutsatt at disse avbøtende tiltakene iverksettes.	Forutsettes at gående og bilister ikke vil ha friskt mot elv. 2 m høyde kan oppleves voldsomt for gående, spesielt hvis den er bratt (ca. 1:2).	4	Vurderes som middel kostnadsramme sammenlignet med andre tiltak.	M
Kontrollert flomløp gjennom Busdalen, delvis i en tunnel / stor kulvert	2.3.2	Forhindrer ukontrollert flomløp gjennom Busdalen.	Stor risiko for at hovedløpet byttes til flomløpet, samt at det blir større endringer til dagens strømningsmønster. Det blir fortsatt ikke tilstrekkelig kapasitet under broen. Kan har stor påvirkning på strømningsmønsteret i elven, og dermed massetransport og erosjonsforhold.	4	-	Det legges til grunn at fisk ikke «lures» til å vandre inn i flomløpet under gytevandring om høsten. Vann ført vekk fra hovedelva kan imidlertid påvirke substratdynamikken. Det er usikker om dette gir positiv eller negativ effekt. Kanskje blir mer grus liggende igjen på bekostning av mer steinete substrat. Tiltaket vurderes da ikke å gi endring for fisk i forhold til i dag.	3	Hvis plass/mulighet vil være positivt tilrettelegge for naturlig kantsone og kantvegetasjon i kontakt med elven	Ev. eksisterende kantsone kan bli påvirket hvis trær og busker må hugges og ikke kan få etablere seg på nytt etter at tiltaket er ferdigstilt	3	-	Forutsettes ingen endring på terreng. Gir ubetydelig påvirkning på landskap og gir ingen tilleggskvaliteter til allmenheten.	3	Vurderes som høy kostnad grunnet bl.a. ukjente grunnforhold, størrelse på kulvert, arealkrevende og forstyrning av eksisterende veikrysninger.	H
Med tiltak ifm. bro															
Heving av eksisterende bro og rørgate	2.3.3	Liten reduksjon i flomvannstand lokalt ved broen. Reduserer risiko for tilstopping.	Ikke tilstrekkelig for å sikre flomløpet gjennom Busdalen eller sikre mot oversvømmelse ved broen i Sjusetevegen. Fortsatt ugunstige strømningsforhold ved broterrsnittet.	4	-	Denne gir antagelig ikke inngrep i selve elven og vil ikke påvirke elveøkologien	3	Hvis plass/mulighet vil være positivt tilrettelegge for naturlig kantsone og kantvegetasjon i kontakt med elven	Ev. eksisterende kantsone kan bli påvirket hvis trær og busker må hugges og ikke kan få etablere seg på nytt etter at tiltaket er ferdigstilt	3	For de som kjører bil over broen i dag vil det trolig oppleves positivt at forbindelsen bevares. Ny gangforbindelse over elven vil øke tilgjengeligheten og kan tilrettelegge for ny utvikling av krysningspunktene på hver side av elven.	Dagens bro er forfallen. Det er uvisst hvor mye broa må heves. For vurderingen forutsettes derfor heving på 1-2 m noe som kan gjøre broa synligere på avstand. Det vil virke litt negativt for opplevelsen av landskapet.	3	Høy kostnad relatert til ombygging av veibro.	H
Fjerning av bro og rørgate	2.3.4	Liten reduksjon i flomvannstand lokalt ved broen. Fjerner risiko for tilstopping.	Fortsatt oversvømmelse ved broen og i Busdalen uten ytterlige tiltak. Fortsatt ugunstige strømningsforhold ved broterrsnittet.	3	-	Denne gir antagelig ikke inngrep i selve elven og vil ikke påvirke elveøkologien	3	-	Antatt liten endring for kantsonen	3	Forutsatt erstattet av gangbro vurderes fjerning av forfallen kjørebro positivt for landskap og opprydding/oppstramming av stedet.	Fjerning av kjøreforbindelse kan oppleves som negativt for de som kjører der i dag.	2	Lavere kostnad enn å heve eksisterende bro (vurderingen tar dog ikke høyde for bygging av ny gangbro).	M

Fjerning av bro og rørgate, samt utvidelse av tverrsnittet	2.3.5	Reduksjon i flomvannstand. Fjerner risiko for tilstopping.	Endring i strømningsmønsteret avhengig av utforming av breddeutvidelse.	1	-	Det er fjell oppstrøms og antagelig hovedsakelig fjellkulp under og nedstrøms broen som er «demmet opp» av fjellterskel. Utvidelse av elveløpet mot vest kan gi andre strømforhold, men antagelig ikke endre de fysiske forholdene i kulp. Hovedstrøm og fjellterreng i elven ser på bilde ut til å helle mot øst. Dvs. at hovedvannstrømmen antagelig vil forbli på denne siden selv om man fjerner bro og masser mot vest. Det antas at tiltaket ikke vil påvirke vandringsmulighet for fisk oppstrøms broen i vesentlig negativ grad.	3	-	Antatt liten endring for kantsonen	3	Forutsatt erstattet av gangbro vurderes fjerning av forfallen kjørebro positivt for landskap og opprydding/oppstramming av stedet. Hvis parkeringsplass er utflytende, ubrukt eller blir brukt som lagringsplass for skrap vurderes det som enda mer positivt enn punkt over.	Fjerning av kjøreforbindelse kan oppleves som negativt for de som kjører der i dag.	1	Lavere kostnad enn å heve eksisterende bro (vurderingen tar dog ikke høyde for bygging av ny gangbro) men breddeutvidelse øker kostnad og omfang.	H
Delområde 2 – Holmane bro Uten tiltak ifm. bro															
Omfattende flomvoller	2.4.1	Sikrer mot oversvømmelse på østsiden av elven. Terrenget på vestsiden er høyt nok for å forhindre oversvømmelse.	Usikkert hvordan flomvoll/flomvegg kan etableres langs Holmane 7 som ligger direkte inntil elven. Hever vannstanden i elven og betydelig restrisiko, andre alternativer som er mer attraktive.	3	-	Flomvoll/ -vegg antas ikke å gi inngrep i elven eller endre strømforhold på normale vann- og flomvannføringer. Situasjonen for fisk forblir som i dag.	3	-	Eksisterende kantsone kan bli påvirket hvis trær og busker må hugges og ikke kan få etablere seg på nytt etter at tiltaket er ferdigstilt	4	-	Stort inngrep, trolig godt synlig på avstand i et nokså smalt elveløp. Vurderes å beslaglegge store arealer uten å tilføre særlig nye kvaliteter.	4	Vurderes som middel kostnadsramme sammenlignet med andre tiltak.	M
Utvidelse av elveløpet oppstrøms broen (øst/vest), kombinert med mindre flomvoller, eller flomvegg	2.4.2	Utvidelse av elveløpet på vestsiden oppstrøms Holmane 7 fører til at flomvannstanden er redusert med ca. 1 m oppstrøms Holmane 7 (sammenlignet med simulering med kun flomvoller som tiltak). Dette reduserer lengden til flomvollen, samt høyden langs oppstrøms strekning. Aktuelt for strekningen mellom fiskekulp og Holmane 7 (vestsiden), men ikke like aktuelt for strekningen mellom Holmane 7 og Holmane bro (østsiden).	Utvidelse av elveløpet på østsiden mellom Holmane 7 og Holmane bro har lite påvirkning på flomvannstand, da fjellterskelen direkte oppstrøms Holmane bro samt lysåpning til broen bestemmer vannstandsprofilen langs denne strekningen, slik at utvidelse mot østsiden kun skaper en bakevje som ikke fører til betydelig reduksjon i vannstanden. Det blir likevel behov med en mindre flomvoll selv om elveløpet er utvidet.	2	Dette kan være positivt. Det kan gi rom for mer avsetting av gytegrus og mer grunnlag for gyting.	-	2	Mulighet for å etablere flomskog/ kantsone	Lite kantvegetasjon ved hageanlegg og antatt liten påvirkning.	2	Gjort på en god måte kan flomvegg være lite synlig fordi det er en del av annen konstruksjon, for eksempel rekkverk langs gangvei.	Antatt mindre inngrep og mindre synlig på avstand. Trolig liten endring for landskap og allmenne interesser. Vurdering forutsetter at flomvoll/flomvegg er del av turvei. Hvis ikke det etableres turvei er påvirkning nærmere 4 (noe negativ påvirkning).	2	Vurderes som høy kostnad grunnet omfang av tiltak og inngrep på privat eiendom som trolig må kompenseres.	H

Sprengning (bunnsenkning) i elveløpet, spesielt fjell direkte oppstrøms broen, for å øke lysåpning under broen	2.4.3	Dette tiltaket reduserer flomvannstand for strekningen direkte oppstrøms Holmane bro.	Det blir fortsatt behov for kombinasjon med andre tiltak opp- og nedstrøms broen. Det må sprenges flere tusen kubikkmeter fjell for å ha noen reduserende effekt på vannstanden, og det blir betydelige endringer til strømningsmønsteret som følger.	3	-	Det er risiko for vesentlig endrede vannstrømmer og endringer i terskel fra kulp nedstrøms slik at oppvandringsmulighet for fisk blir dårligere. Det kan også påvirke kulp nedstrøms. Tiltaket anbefales i utgangspunktet ikke før nærmere vurderinger og detaljert utforming tiltaket er klarlagt.	4	-	Antatt liten endring for kantsonen/kantvegetasjon	3	-	Antatt ubetydelig påvirkning på landskap og allmenne interesser.	3	Vurderes som lav kostnadsramme sammenlignet med andre tiltak, men kan ikke utføres i isolasjon da det ikke har full effekt ifm. flomsikring. Forutsetter ingen sprengning direkte under broen ettersom dette kan påføre skader på bro og landkar.	L
Med tiltak ifm. bro															
Fjerning av bro	2.4.5	Liten reduksjon i flomvannstand lokalt ved broen. Fjerner risiko for tilstopping.	Ikke aktuelt ettersom det har lite effekt på sikring av området oppstrøms, og kun gir fordeler lokalt ved broen. Broen er også et nødvendig krysningspunkt for veisystemet i Øystese.	4	-	Denne gir antagelig ikke inngrep i selve elven og vil ikke påvirke elveøkologien	3	-	Antatt liten endring for kantsonen/kantvegetasjon	3	-	For vurderingen forutsettes broa ikke erstattet av ny gangbro. Vil virke sterkt negativt for tilgjengelighet og forbindelser over elven. Vil også påvirke nærturnettverket i Øystese sentrum negativt.	4	Vurderes som middel kostnadsramme sammenlignet med andre tiltak, men kan ikke utføres i isolasjon da det ikke har full effekt ifm. flomsikring.	M
Heving av brodekke og sprenging av elveløpet	2.4.6	Reduksjon i flomvannstand oppstrøms og ved broen. Reduserer risiko for tilstopping.	Samme problemstillinger som nevnt ovenfor under 'Sprenging' (ref. 2.4.3).	3	-	Bunnsenkning/sprengning gir risiko for vesentlig endrede vannstrømmer og endringer i terskel fra kulp nedstrøms slik at oppvandringsmulighet for fisk blir dårligere. Det kan også påvirke kulp nedstrøms. Tiltaket anbefales i utgangspunktet ikke før nærmere vurderinger og detaljert utforming tiltaket er klarlagt.	4	-	Antatt liten endring for kantsonen/kantvegetasjon	3	-	Antatt ubetydelig påvirkning på landskap og allmenne interesser.	3	Høy kostnad relatert til ombygging av veibro.	H
Heving av brodekke og omkringliggende terreng	2.4.7	Samme effekt som flomvoll, men har ikke samme restrisiko hvis terrenget er bygd opp over hele området. Det er likevel høy hastighet og mye stryk langs strekningen, slik at oppbygging av terrenget anses som en tryggere løsning enn flomvoll. Reduserer risiko for tilstopping.	Kan føre til en liten vannstandsøkning som kan påvirke Holmane 7.	2	-	Antas å ikke endre forholdene for fisk	3	-	Eksisterende kantsone kan bli påvirket hvis trær og busker må hugges og ikke kan få etablere seg på nytt etter at tiltaket er ferdigstilt	4	-	Stort terrenginngrep som vil kunne endre opplevelsen av landskapet, for eksempel siktlinjer, solforhold og utsikt for bebyggelsen bak. Vurderes som svært inngripende og med potensielt stor negativ påvirkning på landskapet.	5	Vurderes som høy kostnad grunnet omfang av tiltak og inngrep på privat eiendom som trolig må kompenseres. Bør vurderes mot oppbygging av en flomvoll mht. kost/nytte.	H

Heving av brodekke og utvidelse av elveløpet (kun på østsiden) og sprengning i elveløpet	2.4.9	Reduksjon i flomvannstand oppstrøms og ved broen. Reduserer risiko for tilstopping.	Endring i strømningsmønsteret. Det blir fortsatt behov for kombinasjon med andre tiltak oppstrøms og nedstrøms broen. Samme problemstillinger som nevnt ovenfor under 'Sprenging' (ref. 2.4.3).	3	Samme vurderinger som ovenfor (kombinasjon).	Samme vurderinger som ovenfor (kombinasjon).	3	Samme vurderinger som ovenfor (kombinasjon).	Samme vurderinger som ovenfor (kombinasjon).	3	Samme vurderinger som ovenfor (kombinasjon).	Samme vurderinger som ovenfor (kombinasjon).	3	Vurderes som høy kostnad grunnet omfang av tiltak og inngrep på privat eiendom som trolig må kompenseres.	H
Delområde 3 – Hardangerfjordvegen bro Uten tiltak ifm. bro															
Bunnsenkning ved sprenging/fjerning av løsmasser	2.5.1	Øker kapasitet i elvetverrsnittet som teknisk sett gir større kapasitet og lavere vannstand.	Vannstand under Hardangerfjordvegen bro er sterk påvirket av havvannstand. Senkning av elvebunnen under Hardangerfjordvegen bro må derfor videreføres helt til utløpet i fjorden. Det er stor fare for ny masseavsetning ved bunnsenkning. Senkning av elvebunnen har svært lite effekt på flomvannstanden på grunn av bl.a. påvirkning av havvannstand	4	-	Bunnsenkning kan være negativt da det kan bli en vesentlig endring i strøm og substratforhold. Lokale forhold og ev. biotopiltak i endelig elveløp vi avgjøre virkning for fisk.	4	-	Antatt liten endring for kantsonen/kantvegetasjon	3	-	Antatt ubetydelig påvirkning på landskap og allmenne interesser.	3	Vurderes som lav kostnadsramme sammenlignet med andre tiltak (antar hovedsakelig fjerning av løsmasser, ikke sprenging) men kan ikke utføres i isolasjon da det ikke har full effekt ifm. flomsikring.	L
Stor flomkulvert som leder vann rundt broen og tilbake til elven nedstrøms	2.5.2	Reduksjon i flomvannstand oppstrøms broen.	Vannstanden i kulverten blir sterkt påvirket av havvannstanden og vil dermed være full eller nesten full også under normalvannføring. Tilstopping av innløpet på grunn av løsmasser er en stor risiko, i tillegg til fare for avsetning av løsmasser i kulverten når det er lite fall. Etablering av en kulvert vil medføre en endring i strømningsmønsteret.	4	-	Det legges til grunn at fisk ikke «lures» til å vandre inn i flomløpet under gytevandring om høsten. Vann ført vekk fra hovedelva kan imidlertid påvirke substratdynamikken. Det er usikker om dette gir positiv eller negativ effekt. Kanskje blir mer grus liggende igjen på bekostning av mer steinete substrat. Tiltaket vurderes da ikke å gi endring for fisk i forhold til i dag.	3	-	Antas liten endring hvis eksisterende kantsoner/kantvegetasjon ikke påvirkes	3	-	Antatt ubetydelig påvirkning på landskap og allmenne interesser.	3	Lav til middels kostnadsramme sammenlignet med tiltak ifm. broen, men ikke et aktuelt tiltak.	M

Utvidelse av elvetverrsnitt opp- og nedstrøms broen	2.5.3	Noe reduksjon i flomvannstand.	Fortsatt noe oversvømmelse i boligområdet direkte nordvest for broen, samt ved parkeringsplassen til bensinstasjonen. Hardangerfjordvegen bro fungerer fortsatt som en flaskehals og vannstanden er påvirket av havnivå (stormflo).	3	Dette kan være positivt. Det kan gi rom for mer avsetning av gytegrus og mer grunnlag for gyting.	-	2	Mulighet for å etablere flomskog/kantsone	Eksisterende kantsone kan bli påvirket hvis trær og busker må hugges og ikke kan få etablere seg på nytt etter at tiltaket er ferdigstilt	2		Antatt mindre inngrep og mindre synlig på avstand. Trolig liten endring for landskap og allmenne interesser.	3	Høy kostnad relatert til arealbruk og innvirkning på eksisterende bygninger og infrastruktur.	H
Utvidelse av elvetverrsnitt opp- og nedstrøms broen med omfattende flomvoller	2.5.4	Utvidelsen opp- og nedstrøms broen reduserer flomvannstanden til en viss grad, og flomvoll bidrar til å sikre omkringliggende områder	Restrisiko bak flomvollene. Oppstuvning bak Hardangerfjordvegen bro fører til omfattende flomsikringstiltak oppstrøms broen. Havvannstanden i fjorden fører til at det må gjøres omfattende tiltak nedstrøms broen.	2	Dette kan være positivt. Det kan gi rom for mer avsetning av gytegrus og mer grunnlag for gyting	Flomvoller antas ikke å gi inngrep i elven eller endre strømforhold på normale vann- og flomvannføringer	2	Mulighet for å etablere flomskog/kantsone	Eksisterende kantsone kan bli påvirket hvis trær og busker må hugges og ikke kan få etablere seg på nytt etter at tiltaket er ferdigstilt	2	Gjort på en god måte kan flomvegg være lite synlig fordi det er en del av annen konstruksjon, for eksempel rekkverk langs gangvei	Stort inngrep, trolig godt synlig på avstand i et nokså smalt elveløp. Vurderes å beslaglegge store arealer.	2	Høy kostnad relatert til arealbruk og innvirkning på eksisterende bygninger og infrastruktur.	H
Heving av terreng nordvest og sørvest for broen	2.5.7	Terrenget nordvest og sørvest for Hardangerfjordvegen bro blir sikret.	Fungerer ikke som flomsikringstiltak uten kombinasjon med andre tiltak. Fortsatt oversvømmelse langs elven på østsiden. Det blir fortsatt oppstuvning bak Hardangerfjordvegen bro.	3	-	Antas å ikke endre forholdene for fisk	3	-	Antas liten endring hvis eksisterende kantsone/kantvegetasjon ikke påvirkes	3	-	Stort terrenginngrep som vil kunne endre opplevelsen av landskapet, for eksempel sikotlinjer, solforhold og utsikt for bebyggelsen bak. Vurderes som svært inngripende og med potensielt stor negativ påvirkning på landskapet.	5	Høy kostnad relatert til arealbruk og innvirkning på eksisterende bygninger og infrastruktur.	H
Utvidelse av tverrsnitt samt heving av terrenget nordvest for broen	2.5.8	Terrenget nordvest for Hardangerfjordvegen bro blir sikret.	Fungerer ikke som flomsikringstiltak uten kombinasjon med andre tiltak. Ytterlige oversvømmelse på østsiden av elven og sørvest for broen. Fortsatt oppstuvning bak Hardangerfjordvegen bro .	4	Dette kan være positivt. Det kan gi rom for mer avsetning av gytegrus og mer grunnlag for gyting.	-	2	Mulighet for å etablere flomskog/kantsone	Eksisterende kantsone kan bli påvirket hvis trær og busker må hugges og ikke kan få etablere seg på nytt etter at tiltaket er ferdigstilt	2	Kan ha positiv innvirkning dersom gangstier etableres i utvidet tverrsnitt.	Stort terrenginngrep som vil kunne endre opplevelsen av landskapet, for eksempel sikotlinjer, solforhold og utsikt for bebyggelsen bak. Vurderes som svært inngripende og med potensielt stor negativ påvirkning på landskapet.	3	Høy kostnad relatert til arealbruk og innvirkning på eksisterende bygninger og infrastruktur.	H

Med tiltak ifm. bro															
Øke kapasitet under eksisterende bro v. heving av brodekke eller breddeutvidelse og fjerning av pilar	2.5.9 2.5.11	Terrenget nordvest for Hardangerfjordvegen bro blir sikret med unntak av lokal oversvømmelse på noen områder.	Fungerer ikke som flomsikringstiltak uten kombinasjon med andre tiltak. Fortsatt oversvømmelse nedstrøms broen hovedsakelig på grunn av havvannstanden. Vanskelig å oppnå fribord under brodekke ved dimensjonerende flom.	3	-	Dagens pilar midt i elven er med på å skape litt variasjon og endret vannhastighet. Lokale forhold og ev. biotopiltak i endelig elveløp vi avgjøre virkning for fisk. Utvidelse av tverrsnittet i bredden vil gi en endring i substrat og utforming i forhold til i dag. Det kan være både positivt og negativt avhengig av detaljer i utformingen av tiltaket.	3	-	Antatt liten endring for kantsonen/ kantvegetasjon	3	Kan virke positivt for tilgjengelighet og forbindelseslinjer dersom gang- og sykkeltrafikk forbedres over broen.	Trolig liten virkning for det visuelle inntrykket av landskapet.	2	Høy kostnad relatert til endringer på bro forbundet med fylkesvei. Mulig at kostnadene kan deles mellom flere parter.	H
Heving av broen og omkringliggende terreng	2.5.12	Terrenget blir sikret.	Basert på utforming av terrengheving kan det oppstå noe restrisiko for enkelte områder.	2	-	Antas ikke å endre forholdene særlig for fisk, men økt lysåpning kan føre til andre substratforhold og vannstrømmer.	3	-	Antas liten endring hvis eksisterende kantsone/kantvegetasjon ikke påvirkes	3	-	Stort terrenginngrep som vil kunne endre opplevelsen av landskapet, for eksempel siktlinjer, solforhold og utsikt for bebyggelsen bak. Vurderes som svært inngripende og med potensielt stor negativ påvirkning på landskapet.	5	Høy kostnad relatert til endringer på bro forbundet med fylkesvei. Mulig at kostnadene kan deles mellom flere parter. Høy kostnad relatert til arealbruk og innvirkning på eksisterende bygninger og infrastruktur.	H
Heving av broen og flomutsatt terreng (nordvest og sørvest for broen)	2.5.15	Terrenget nordvest og sørvest for Hardangerfjordvegen bro blir sikret.	Fungerer ikke som flomsikringstiltak uten kombinasjon med andre tiltak pga. oversvømmelse langs elven på østsiden.	3	-	Dagens pilar midt i elven er med på å skape litt variasjon og endret vannhastighet. Lokale forhold og ev. biotopiltak i endelig elveløp vi avgjøre virkning for fisk. Antas å ikke betraktelig endre forholdene for fisk.	3	-	Antas liten endring hvis eksisterende kantsone/kantvegetasjon ikke påvirkes	3	-	Stort terrenginngrep som vil kunne endre opplevelsen av landskapet, for eksempel siktlinjer, solforhold og utsikt for bebyggelsen bak. Vurderes som svært inngripende og med potensielt stor negativ påvirkning på landskapet.	5	Høy kostnad relatert til endringer på bro forbundet med fylkesvei. Mulig at kostnadene kan deles mellom flere parter. Høy kostnad relatert til arealbruk og innvirkning på eksisterende bygninger og infrastruktur.	H
Heving av broen og utvidelse av tverrsnitt samt heving av terrenget nordvest for broen	2.5.16	Terrenget nordvest for Hardangerfjordvegen bro blir sikret.	Fungerer ikke som flomsikringstiltak uten kombinasjon med andre tiltak pga. oversvømmelse langs elven på østsiden. Fortsatt oversvømmelse nedstrøms broen hovedsakelig på grunn av havvannstanden	3	Dette kan være positivt. Det kan gi rom for mer avsetning av gytégrus og mer grunnlag for gyting.	-	2	Mulighet for å etablere flomskog/kantsone	Eksisterende kantsone kan bli påvirket hvis trær og busker må hugges og ikke kan få etablere seg på nytt etter at tiltaket er ferdigstilt	2	Kan ha positiv innvirkning dersom gangstier etableres i utvidet tverrsnitt.	Forbindelseslinjer kan bli negativt påvirket av tiltaket, men trolig få negative virkninger for landskap ellers.	3	Høy kostnad relatert til endringer på bro forbundet med fylkesvei. Mulig at kostnadene kan deles mellom flere parter. Høy kostnad relatert til arealbruk og innvirkning på eksisterende bygninger og infrastruktur.	H

8 Anbefalinger og videre arbeid

8.1 Anbefalte tiltak – flomsikring og hydraulikk

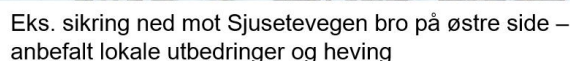
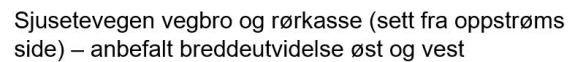
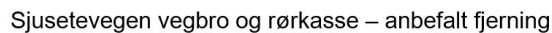
Følgende vurderinger og anbefalinger gis fra et hydraulisk perspektiv for hvert delområde. Det påpekes at i tillegg til disse 'hovedtiltakene' vil det være behov for mindre punktsikring langs enkelte strekninger av elven, og omfanget av dette må utredes under optimalisering/detaljprosjektering av den endelige tiltakskombinasjonen.

8.1.1 Delområde 1 – Sjusetevegen bro

Det anbefales å utføre tiltak ifm. broen og langsgående rørkasse som går over elven, da scenarioer uten tiltak på broen ikke er tilstrekkelige eller medfører høy restrisiko. Fjerning av bro og rørkasse forbedrer flomsituasjonen, men er ikke tilstrekkelig for å sikre delområdet dersom det utføres i isolasjon ettersom flomløpet gjennom Busdalen fortsatt aktiveres og det blir lokal oversvømmelse ved broen. Det anbefales derfor, i tillegg til fjerning av bro og rørkasse, å utvide elvetverrsnittet i bredden, hovedsakelig på østsiden av elven, samt punktsikring oppstrøms med terrengoppbygging og/eller flomvegg, se Figur 8-1 og Figur 8-2.



Figur 8-1. Illustrasjon av hydraulisk anbefalte flomsikringstiltak for Delområde 1 - Sjusetevegen bro.



Som nevnt tidligere forutsetter tiltakssimuleringen av delområdene nedstrøms (2 og 3) at dette tiltaket utføres, dvs. at flomløpet gjennom Busdalen ikke aktiveres og vannføringen holder seg i elven ned mot Holmane bro.

Det anbefales å utvide elvetverrsnittet på vestsiden av elven langs Holmatunvegen, samt noe heving/utbedring av eksisterende flomvoll på østsiden av elven. Eiendommen Holmane 7 ligger direkte inn mot elven og tiltak ifm. denne bygningen er vanskelig å utrede uten å snevre inn elveløpet. Her kan det eventuelt vurderes om det er ønskelig å kjøpe og fjerne bygningen, for å skape en uavbrutt flomsikring langs østre elvebredd.

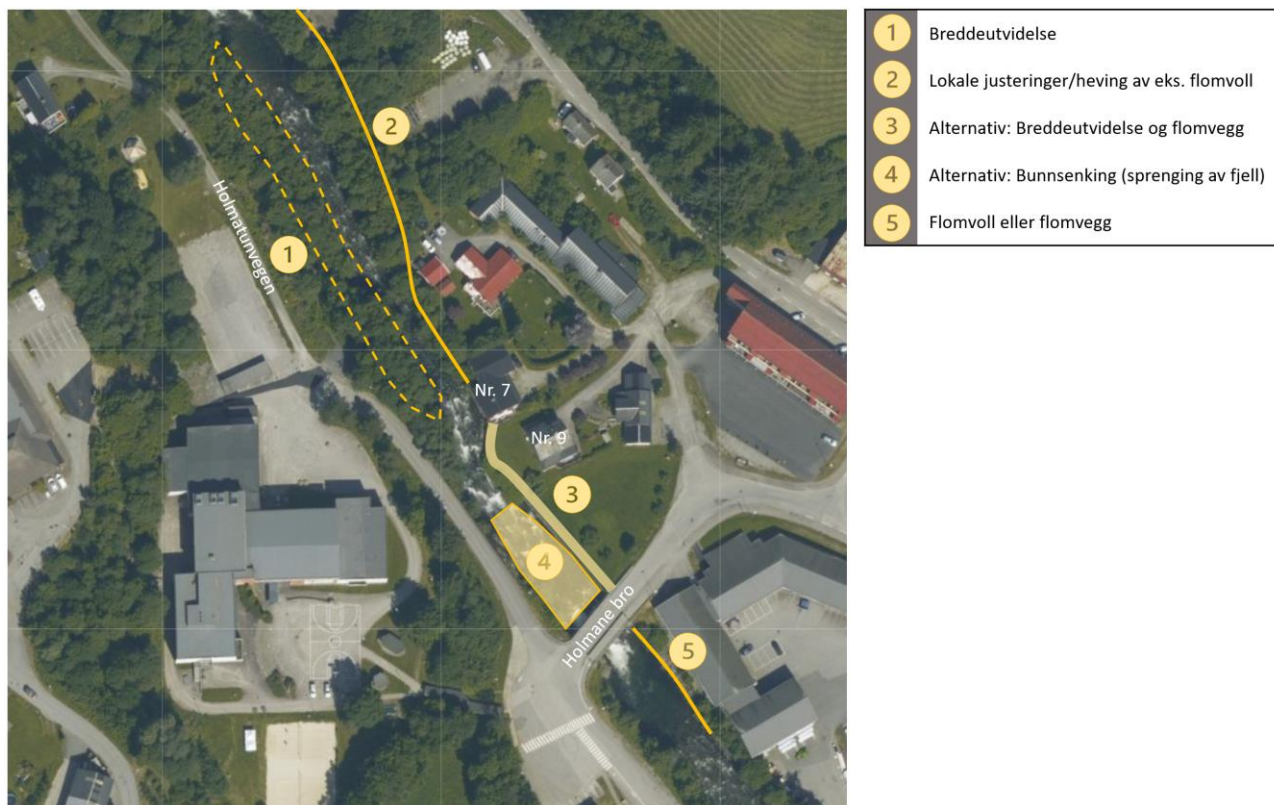
Langs strekningen direkte oppstrøms Holmane bro, ved eiendommen Holmane 9, bør elvetverrsnittet utvides. Her er det anbefalt enten utvidelse av tverrsnittet på østsiden av elven, dvs. inn på privat eiendom

ved Holmane 9, og tilhørende terrengheving med flomvegg eller flomvoll. Det andre alternativet for å øke tverrsnittet er bunnsenking ved sprenging av fjellterskelen oppstrøms broen.

Selv med anbefalte tiltak vil ikke Holmane bro ha tilstrekkelig kapasitet gjennom dagens lysåpning for å oppfylle krav om minst 0,5 m klaring mot overbygningen ved beregnet vannstand for 200-årsflom, jf. Statens vegvesen Håndbok N400 Bruprosjektering, kapittel 4.2.4 [21]. Det anses som uforholdsmessig kostbart å gjøre tiltak med broen for å oppnå dette kravet så det er ikke tatt med som en anbefaling, men kan vurderes nærmere dersom dette er ønskelig.

Det vil også være nødvendig med en lokal sikring (flomvoll eller flomvegg) langs østre elvebredd nedstrøms broen. Her ligger det en fiskeplass som bør hensyntas og bevares ifm. videre tiltaksutvikling.

Se Figur 8-3 og Figur 8-4 for oversikt over hydraulisk anbefalte tiltak i delområde 2.



Figur 8-3. Illustrasjon av hydraulisk anbefalte flomsikringstiltak for Delområde 2 – Holmane bro.



Vestre elvebredd langs Holmatunvegen – anbefalt breddeutvidelse



Eks. flomsikring langs østre elvebredd – anbefalt lokale utbedringer/heving



Holmane 7



Holmane 9 sett fra Holmane bro og fjellterskel i elven oppstrøms broen



Østre elvebredd nedstrøms Holmane bro – anbefalt flomvoll/flomvegg. Fiskeplass må bevares.

Figur 8-4. Bilder fra Delområde 2 – Holmane bro som viser elementer som anbefales endret/utbedret ifm. flomsikringstiltak. Bilder: Norconsult

8.1.3 Delområde 3 – Hardangerfjordvegen bro

Det anbefales heving og/eller utvidelse av Hardangerfjordvegen bro på sikt. Broen er en del av fylkesvei 79 og det antas at arbeid med broen vil innebære en stor kostnad, og samarbeid mellom flere offentlige instanser som bl.a. Fylkeskommunen som forvalter ansvaret for veien. Tiltaket vil også, dersom det besluttet, sannsynligvis ha et lengre tidsperspektiv på utførelse. Det noteres at ifølge Statens vegvesen sitt broregister, Brutus, har broen en restlevetid på 19 år i 2024.

Ytterligere tiltak i delområde 3 vil avhenge av hva som eventuelt utføres ifm. broen og dette vil bli en optimaliseringsoppgave når disse bestemmelsene er tatt. Det anbefales uansett å utføre breddeutvidelse og/eller oppbygging av flomvoll/flomvegg oppstrøms broen, men omfanget av disse tiltakene vil være avhengige av hvor mye kapasitet broen får, og da eventuelt hvor mye oppstuvning man må dimensjonere ytterligere tiltak for.

Nedstrøms broen bør det utføres terrengoppbygging på sikt mot fjorden, dette er også for å motstå dimensjonerende stormflo som oversvømmer terrenget sørvest for broen. En breddeutvidelse av elven nedstrøms broen kan bidra til noe reduksjon av vannstands nivået under broen, men er ikke vurdert som et kritisk tiltak ettersom stormflo nivået er styrende her.

Merk at ifølge foreløpig vurdering av områdestabilitet (se kapittel 4.3) er det anbefalt på overordnet nivå at det ikke skal fylles noe i strandsonen, eller bygges noe som kan medføre en svekket stabilitet, før dette er dokumentert med tilstrekkelig geoteknisk fagkompetanse iht. utbygging i strandsonen.

Se Figur 8-5 og Figur 8-6 for oversikt over hydraulisk anbefalte tiltak i delområde 3.



Figur 8-5. Illustrasjon av hydraulisk anbefalte flomsikringstiltak for Delområde 3 – Hardangerfjordvegen bro.



Hardangerfjordvegen bro



Elvestrekning oppstrøms bro – anbefalt breddeutvidelse og/eller terrengheving



Vestre elvebredd oppstrøms bro – strekning som kan egne seg for breddeutvidelse



Strekning nedstrøms bro ved utløp i Hardangerfjorden



Eksisterende forbygning langs østre elvebredd nedstrøms bro

Figur 8-6. Bilder fra Delområde 3 – Hardangerfjordvegen bro som viser elementer som anbefales endret/utbedret ifm. flomsikringstiltak. Bilder: Norconsult

8.2 Anbefalinger – fisk, ferskvannsøkologi og kantsone

Vurdering av tiltakene på dette stadiet iht. fisk og ferskvannsøkologi innebærer en rekke usikkerheter. Som man ser av beskrivelsene fra Sandven (ref. kapittel 5) kan små endringer i vassdraget, som flytting av én eller noen få steiner, gi store endringer i viktige funksjonsområder for fisk. Om det blir en forbedring eller forverring er vanskelig å si på dette stadiet av utredning.

Skal det gjøres mer konkrete vurderinger og anbefalinger må det foreligge et mer detaljert kunnskapsgrunnlag om elvens funksjonsområder for fisk. Befaring med lokalkjente og eventuelt nytt feltarbeid må da vurderes. I tillegg må den konkrete utformingen av hvert tiltak være bedre kjent, og det bør legges fokus på å utforme tiltakene med habitatforbedrende effekt.

For kantsoner og kantvegetasjon er vurderingene enklere. Der er det generelt slik at desto mer det blir av en bredere og sammenhengende kantsone med naturlig kantvegetasjon, jo bedre er det for naturmangfold og elvekologi langs vassdraget.

Slik tiltakene er planlagt nå vil det ikke berøre naturtyper med bekkekløft og fossesprøytsone oppstrøms tiltaksområdet eller utvalgt naturtype med hul eik ved Sjusetevegen (ref. delkapittel 5.3.1). Det påpekes likevel at det ikke bør utføres tiltak som kan påvirke naturverdiene i naturtypene slik som uttak av masser oppstrøms, endring av hydrologiske forhold og vanntilførsel eller andre tiltak som kan medføre inngrep i lokalitetene eller reduksjon av naturverdiene her.

Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø [22] danner et godt kunnskapsgrunnlag om tiltak til forbedring av fysisk miljøtilstand i vassdrag. Håndboken gir innføring i metoder, viktige referanser for mer detaljert informasjon og eksempler på «god praksis» og er bredt benyttet på tvers av fagmiljøer som jobber med fysiske tiltak i vassdrag.

Håndboken fremhever viktigheten av grundig kartlegging av elvetytologi og habitatforhold i hver enkelt elv eller elvestrekning, samt en diagnose av eventuelle flaskehalser for miljøet. Det påpekes at tiltak og løsninger må tilpasses hver enkel situasjon, basert på eksisterende, og også til dels ønskede, forhold.

Valg og utforming av tiltak er avgjørende for å kunne bedre, eller i det minste ikke forverre, miljøtilstand i et vassdrag. Håndboken nevner en rekke prinsipper som bør legges til grunn ved valg av tiltak. Et av de grunnleggende prinsippene er bruk av arealplanlegging og vannressursforvaltning for å hindre utilsiktede morfologiske endringer i vassdrag. Der mulig vil dette innebære regulering av områder langs elven der hydromorfologiske inngrep skal unngås. Ellers, der vassdragsbreddene allerede er forringet, slik som den nedre strekningen av Øysteseelva, kan disse planprosessene åpne for muligheter til å gi arealer tilbake til elven, eller i det minste beskytte de mer urørte områdene som eksisterer langs elvekanten.

Det anbefales uansett at videre utredning av flomsikringstiltak i Øysteseelva innebærer en grundig kartlegging av forhold for å danne et bedre kunnskapsgrunnlag for hvordan tiltakene kan utformes med fokus på habitat- og miljøforbedrende hensikter.

8.3 Anbefalinger – Landskap og tilrettelegging

Muligheter for å tilrettelegge landskapsbildet og forbedre kontakt mellom Øystese sentrum og elven må utredes nærmere under videre tiltaksutredning og prosjektering. I etterfølgende delkapitler gis foreløpige anbefalinger for foreslåtte tiltak for hvert delområde.

8.3.1 Delområde 1 – Sjusetevegen bro

Breddeutvidelse: Så mye som mulig av vegetasjon, samt svaberg i og langs elven, bør bevares. Det gir liv og variasjon i elveløpet og gjør det mer spennende å se på. Hvis det står mellom å bevare svaberg og

vegetasjon her eller lengre nedstrøms anbefales det å prioritere områdene lengre nedstrøms da flere mennesker vil få nytte av det og områdene her mer behov for å bevare naturpreget.

Flomvegg eller heving av eksisterende sikring: Flomvegg/sikring bør ha samme uttrykk som eksisterende plastring lengre oppstrøms slik at det fremstår helhetlig og er visuelt penere. Så mye som mulig av vegetasjon og svaberg bør bevares inntil sikring, se Figur 8-7.



Figur 8-7. Videreføring av uttrykket på plastringen (indikert med hvit pil) som bør videreføres like nedstrøms i tiltak 3 (Foto: Google maps, 2023).

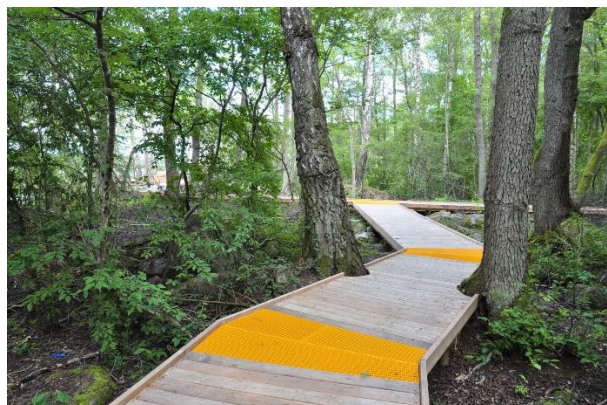
8.3.2 Delområde 2 – Holmane bro

Breddeutvidelse og justering/heving av flomvoll: I dette området er det veletablert kantvegetasjon, og sannsynligvis svaberg, som stort sett er tilsynelatende uforstyrret siden 1960-tallet. Det anses som svært uheldig hvis dette går tapt. Trærne virker også skjermende for innsyn fra bebyggelsen langs Sjusetevegen mot områdene for eventuell ny fotballbane i Busdalen og belysning rundt denne, se Figur 8-8. Særlig er trærne på nordøstsiden av elven viktige for å skjerme mot innsyn.



Figur 8-8 Sett fra Sjusetevegen mot område for mulig fotballbane i Busdalen. Trærne langs elven vil i stor grad skjerme for innsyn. (Foto: Google maps, 2022).

I forbindelse med breddeutvidelse på vestsiden av elven anbefales det at dagens turvei videreføres som hoved-sti for elvepromenaden for å unngå å fjerne ytterligere vegetasjon og svaberg. Det er viktig å ta vare på kantsonen. Alternativt kan man tilrettelegge for kontakt med elven via en mindre inngripende sti lagt på påler, tilsvarende eksempelet vist i Figur 8-9.



Figur 8-9 Eksempelbilder fra Strandskogen i Täby kommune i Sverige (Foto: Landezine.com, 2018).

I forbindelse med heving/ justering av flomvoll, bør det tilrettelegges for en elvepromenade i området. Gangforbindelsen bør hensynta trærne på samme måte som sikringstiltaket. Elvepromenaden bør føres helt fram til nye Sjusetevegen gangbro, ref. kapittel 2.3.1, enten langs elven hele veien eller via Sjusetevegen på det siste strekket.

Breddeutvidelse og flomvegg: Elvepromenaden bør planlegges som del av tiltaket i området. Elvepromenaden bør ikke være forstyrrende for hus ved Holmane 9 og den bør ha stedvis visuell kontakt med elven. Der det er trangest mot husene ved Holmane 7 og 9 kan elvepromenaden legges på en utkraging over elven slik at nærføring med huset unngås, se eksempel i Figur 6-4. Strategisk plassering av beplantning eller støyskjermer kan skjerme mot sjenerende innsyn til eksisterende eiendommer. Langs søndre deler av strekningen er det viktig å enten gi sikt over eller gjennom flomveggen, eller bygge opp terreng eller trapper i bakkant slik at turgåere får visuell kontakt med elven noen steder, se eksempel på flomvegg med innsynsmulighet i Figur 8-10.



Figur 8-10 Flomvegg med felter med glass for å beholde utsikt og dagslys langs Lundeåna i Egersund (Foto: Eigersund kommune, 2019).

Flomvoll eller flomvegg: Området brukes av fiskere i dag og utbedring av eksisterende flomsikring bør tilrettelegge for fortsatt fiske. I tillegg er det viktig at elvepromenaden videreføres langs elven her, og ikke føres rundt XL-Bygg Kvam. Det kan bli en konfliktfylt trafikal situasjon å føre gående over parkerings- og vareleveringsområdet til XL-Bygg og Hardanger Bygdeysteri og bryggeri. For å få til en universell utforming av elvepromenaden mellom elven og XL-Bygg er man avhengig av å etablere en rampe. Rampen kan utformes på mange måter, en rett rampe blir naturlig nok lengre enn en buktende rampe, se Figur 8-11. Dersom høydeforskjellen er under 1 m fra bunn til topp rampe er det ikke nødvendig med repos.



Figur 8-11 Skisse av elvepromenade med forslag til rampe mellom elven og XL-Bygg (Kart: Norge i bilder, 2023).

8.3.3 Delområde 3 – Hardangerfjordvegen bro

Hardangerfjordvegen bro, hevet/ utvidet på sikt: Dersom broen blir hevet kan man vurdere å etablere en gangforbindelse både over og under broa.

Breddeutvidelser og/eller terrengheving: Basert på kart kan det se ut som det er lite plass til både breddeutvidelse og ny elvepromenade på østsiden av elven. Hvis man skal få til en elvepromenade i området bør den gis tilstrekkelig med plass da dette ventes å bli den mest brukte delen av promenaden på grunn av nærheten til sentrum. Det er anbefalt minimumsbredde på 2 m slik at to barnevogner kan passere hverandre. Det er få trær igjen langs Øysteseelva i dette området. Et mål bør være å erstatte like mange trær som går tapt av flomsikringstiltak, dersom trefelling blir aktuelt.

Elvepark: Østsiden av elven godt egnet for etablering av en elvepark på grunn av nærheten til sentrum. Særlig kan synergien mellom en elvepark, Mathuset Hardanger og Hardangersenteret fungere bra. Foreslått ny gangbro i foreløpig plan for Øystese vegsystem (ref. 2.3.1) kan forbinde elveparken med kultur- og

9 Generelle anbefalinger og oppsummering

NVE skriver i sitt brev til Kvam herad (datert 14.05.2021) med innspill til oppstart av arbeidet med områdereguleringsplanen for Øystese sentrum: *«Det er positivt at de nyttar områdereguleringsplanen som ein reiskap til å avklare korleis utfordringane med flaum- og erosjonsfare kan løysast, samstundes som de ser på korleis de kan snu bygda mot elva og utnytte den som eit positivt miljøelement. Slik kan de på ein heilskapleg måte sette av areal til elva og sikringstiltak, samstundes som de får fram kva areal som kan nyttast til utbygging i framtida.»*

NVE råder også å prioritere tiltak som gir minst negativ effekt på naturkvalitetene i og langs elven. I sånn måte er breddeutvidelse vurdert som et mindre inngripende tiltak en bunnsenking. De råder også å vise aktsomhet med utbygging bak flomvegger og -voller da dette alltid innebærer en viss restrisiko dersom sikringstiltaket mot formodning skulle gå til brudd.

Norconsult er enige i NVE sine drøftinger og dette har lagt grunnleggende føringer for tiltaksutviklingen i oppdraget. Tidligere anbefalt tiltak om bunnsenking for å løse flomproblematikk i Øysteseelva er ikke vurdert å være godt nok utredet, eller en god anbefaling, gitt at Øysteseelva er et vernet vassdrag og sikringseffekten av et slikt tiltak er uansett tvilsom.

Generelt sett er det viktig at vassdrag får tilstrekkelig plass til å boltre seg i en flomsituasjon, men dessverre kommer dette ofte i konflikt med arealer mennesker ønsker å utvikle og/eller allerede har bosatt seg. Der det finnes muligheter til å gi noe areal tilbake til elven er dette anbefalt. Det er dog viktig å i så fall gjøre en slik tilbakeføring som en helhetlig vurdering ettersom utvidelser lengre oppe i vassdraget vil ha begrenset flomreducerende effekt dersom flaskehalser eksisterer lenger nedstrøms. Arbeidet med områdereguleringsplanen er et utmerket verktøy for å eventuelt se på slike muligheter, men det er selvsagt mange aktører, både offentlige og private, som bør involveres i en slik eventuell beslutningsprosess.

Et annet vurderingselement som bør drøftes og kartlegges er hvilket sikringsnivå man eventuelt kan akseptere dersom fullstendig sikring av et område ikke er mulig eller anses som for kostbart iht. en vurdering av kost/nytte. Dette kan for eksempel bety at man aksepterer oversvømmelse av visse arealer dersom man vurderer at ulempen/kostnaden forbundet med oversvømmelse av dette området ikke utveier kostnaden med å innføre sikringstiltak. Dette igjen er en drøftingssak som kommunen og andre aktører må vurdere. Eventuelt flomutsatt areal må settes av i plankartet som en omsynssone (H320 Flomfare) som vil innebære begrensninger for fremtidig utvikling.

Gjennom videre arbeid er det anbefalt at arbeidet som er oppsummert i denne rapporten presenteres til utvalgte parter og at det åpnes for en prosess som utreder forutsetningene og innvirkningene som har betydning for de endelige avgjørelsene for flomsikring av Øystese sentrum. Dette vil innebære blant annet:

- Beslutning rundt fjerning av Sjusetevegen bro og rørkasse ettersom dette vil ha stor betydning for flomforløpet nedstrøms (det er antatt i foreløpig vurdering at dette gjennomføres).
- Fremheving, gjennom planprosessen, av areal som eventuelt kan benyttes til å gi elven mer plass.
- Diskusjon og bestemmelser rundt områder hvor man eventuelt aksepterer oversvømmelse under visse omstendigheter.
- Beslutning rundt Hardangerfjordvegen bro og dersom det kan forutsettes at kapasiteten til broen blir forbedret på sikt, og i så fall tidsperspektiv på dette. Denne beslutningen vil ha stor betydning for omfanget av andre nødvendige flomsikringstiltak i området.
- Videre optimalisering og prosjektering av endelige flomsikringstiltak for de tre delområdene. Det anbefales i videre utredninger å vektlegge, i tillegg til hydraulisk- og flomsikringskompetanse, fagkompetanse fra fagområder som blant annet ferskvannsøkologi og landskap.

10 Referanser

- [1] Norconsult Norge AS, «Flomvurdering av Øysteseelva 52301942-R01,» 2024.
- [2] Norconsult Norge AS, «Hydraulisk analyse av flomsikringstiltak i Øysteseelva 52301942-R02,» 2024.
- [3] NVE, «Flomsonekart Delprosjekt Øystese, Rapport 84/2015,» 2015.
- [4] COWI, «Mulighetsstudie for flomsikring og tilrettelegging for allmennheten rundt Øysteseelva,» 2020.
- [5] T. B. Christensen, «Naturvernforbundet,» 07 12 2018. [Internett]. Available: <https://naturvernforbundet.no/en-unik-elv-blir-vernet/>. [Funnet 09 04 2024].
- [6] J. T. K. Torbjørn Høitomt, «Kartlegging av naturverdier i nedre deler av Øystesevassdraget i Kvam herad, Hordaland, BioFokus-rapport 2016-6,» 2016.
- [7] Det Kongelige Olje- og Energidepartementet, *Prop. 35 S (2018-2019) - Vern av Øystesevassdraget*, 2018.
- [8] Norges Vassdrags- og Energidirektorat, «NVE - Verneplan for Vassdrag - Vassdragsvernets betydning,» 14 06 2023. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/vann-og-vassdrag/vassdragsforvaltning/verneplan-for-vassdrag/vassdragsvernets-betydning/>. [Funnet 09 04 2024].
- [9] Øystese, «Turløyper i sentrum,» [Internett]. Available: <https://www.oystese.no/turl%c3%b8yper-i-sentrum>. [Funnet 30 april 2024].
- [10] ABO Plan & Arkitektur, «Øystese sentrum, Vegsystem, Illustrasjon 17.09.2021,» 2021.
- [11] «Skredregistrering,» [Internett]. Available: <https://www.skredregistrering.no/#Forsiden>.
- [12] S. Bjørke, Øystese bygda, 2013.
- [13] L. A. Roald, Flom i Norge, NVE, 2013.
- [14] NVE, «Varsom.no,» 02 Januar 2018. [Internett]. Available: <https://www.varsom.no/nyheter/nyheter-flom-og-jordskred/for-90-ar-siden-februar-1928-50-mennesker-omkom-pa-grunn-av-sorpeskred-pa-vestlandet/>. [Funnet 03 Mai 2024].
- [15] Gåmålt frå Kvam, Kvam soge- og kulturminnelag, 2014.
- [16] Norconsult Norge AS, «52301942-RIG01 Vurdering av områdestabilitet Øystese,» Norconsult Norge AS, 2024.
- [17] NVE, «Faktaark nr 4/2020,» NVE, 2020.
- [18] DMR Miljø og Geoteknikk AS, «Geoteknisk datarapport - Øystese sentrum, GEORAP01 - Geoteknisk rapport nr 1,» DMR, 2023.

- [19] S. Kålås, G. H. Johnsen og B. A. Hellen, «Konsekvensutredning for Øystese kraftverk, Kvam herad i Hordaland, Ferskvannsbiologi,» Rådgivende Biologer AS - Rapport nr. 1510., 2012.
- [20] NVE, «Sikkerhet mot flom, rapport nr. 3/2022,» 2022.
- [21] Statens vegvesen, «Håndbok N400, Bruprosjektering,» 2015.
- [22] NORCE, «Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker,» 2023.

11 Vedlegg

1. Overvannsanalyse med rasjonell metode

Oppdragsgiver: **Kvam herad**

Oppdragsnr.: **52301942** Dokumentnr.: **HYD_Øysteseelva_04**

Til: Tore Dolvik, Trond Inge Brakestad

Fra: J. Scott-Hansen

Dato 2024-05-07

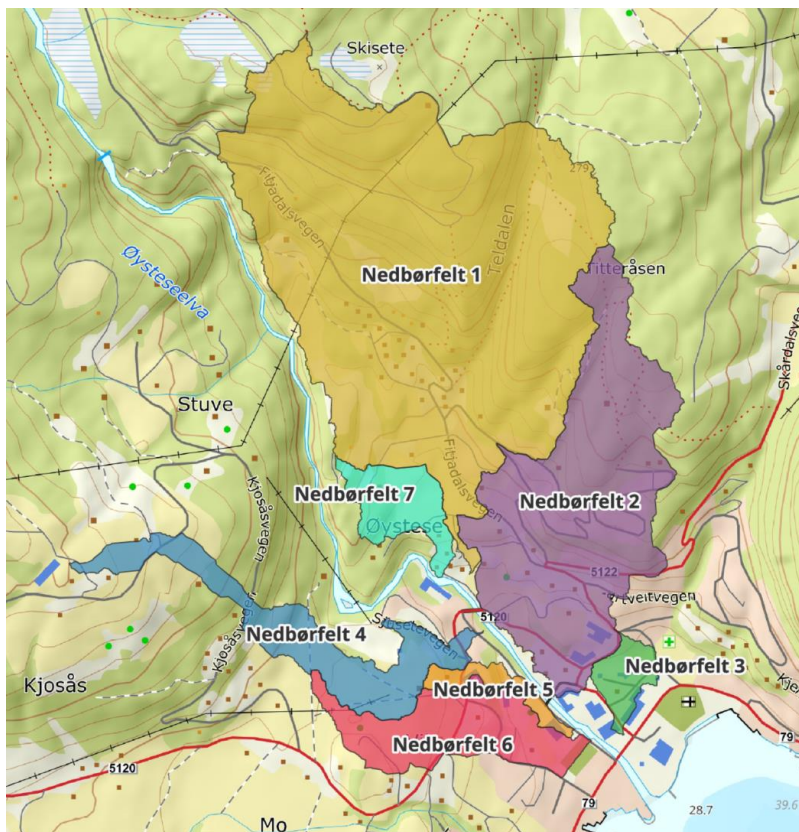
► Flomsikring av Øysteseelva - Overvannsanalyse

Innledning

Norconsult Norge AS (Norconsult) har, på oppdrag for Kvam herad, utredet muligheter for flomsikringstiltak i Øysteseelva. Utredningen har resultert i en rekke foreslåtte sikringstiltak, som er presentert med anbefalinger for videre arbeid og prosjektering i rapport 'Flomsikring av Øysteseelva – Tiltaksvurdering'.

I forbindelse med flomsikringstiltak er det viktig å ta hensyn til overvann og drenering slik at sikringstiltakene ikke får utilsiktede konsekvenser som for eksempel oppdemming av vann som ellers ville drenert til elven. Overvannshåndtering vil avhenge av det spesifikke tiltaket som skal innføres og det bør gjøres en detaljert utredning og prosjektering av overvannstiltak i sammenheng med tiltaksutviklingen.

Ettersom flomsikringstiltakene i Øysteseelva ikke er endelig bestemt er det gjort en overordnet overvannsanalyse av Øystese som fremhever syv nedbørfelt (Figur 0-1) som drenerer til den nedre 900 m strekningen av Øysteseelva, og som bør håndteres gjennom videre utredninger. På dette stadiet er det valgt å begrense analysen til å kun inkludere dreneringsveier som har tilhørende nedbørfelt på 1 ha eller større.



Figur 0-1. Nedbørfelt i Øystese > 1 ha som drenerer til nedre strekning av Øysteseelva. Bakgrunnskart: Norgeskart

Det fremheves også at det foreløpig utvikles en helhetlig plan for overvannshåndtering i Øystese og i den forbindelse skal det utarbeides en Kommunedelplan for overvann [1]. Ifølge fremlegg til planprogrammet for Kommunedelplanen skal følgende temaer utredes grundigere:

1. Kartlegging av nedbørfelt, avrenningslinjer og forsenkninger
2. Kartlegging av risikoområde for flom/oversvømminger
3. Åpning av lukkede elver og bekker
4. Overvannsanlegg – utbedringer og nyanlegg

Overvannsanalyse

Rasjonell metode

Rasjonell metode har blitt benyttet for å estimere vannføringer ved 200-årsflom for de syv nedbørfeltene som drenerer til nedre strekning av Øysteseelva. Formelen fra rasjonell metode kan brukes for å beregne avrenning (Q) for små felt (< 5 km²) og gis av forholdet:

$$Q = C \times i \times A$$

Hvor C = avrenningsfaktor (dimensjonsløs)
i = dimensjonerende nedbørintensitet (l/s*ha)
A = feltareal (ha)

Det benyttes intensitet-varighet-frekvenskurver (IVF-kurver) for å finne nedbøren for en gitt returperiode og konsentrasjonstid. Konsentrasjonstid for naturlige og urbane felt er beregnet etter følgende formel:

$$\text{Naturlige felt: } t_c = 0,6 \times L \times H^{-0,5} + 3000 \times A_{SE}$$

$$\text{Urbane felt: } t_c = 0,02 \times L^{1,15} \times H^{-0,39}$$

Hvor t_c = konsentrasjonstid (minutter)
L = lengde på feltet (m)
H = høydeforskjell i feltet (m)
 A_{SE} = andel sjø i feltet (forholdstall sjø/land)

Det bør påpekes at den rasjonelle metoden er basert på en direkte sammenheng mellom nedbør og avrenning og gir et forenklet overslag av avrenningen. Resultatet av beregningen er også høyst sensitiv til blant annet valg av avrenningsfaktor, C. For å forsøke å redusere denne usikkerheten har en midlere avrenningsfaktor blitt beregnet for hvert nedbørfelt, basert på arealoppdelingen av feltet.

Ifølge Statens Vegvesen Håndbok N200 (2014 utgave) bør avrenningsfaktoren, C, justeres opp for nedbør med lengre gjentakintervall enn 10 år [2]. For denne vurderingen er det derfor lagt til 30% på C-verdien.

Nedbørintensitet

Nedbørintensitet er hentet fra Norsk Klimaservicesenter (<https://klimaservicesenter.no>) og IVF-kurven ved Bergen – Sandsli (SN50480) er benyttet som er nærmeste stasjon med 'God' kvalitet. Tabell over nedbørintensiteter for alle varigheter er vist i Figur 0-1. For denne analysen er det beregnet vannføringer for flom med 200 års gjentakintervall (nederste rad i tabellen).

IVF-verdier for Bergen - Sandsli (SN50480).
Data fra 1984 - 2023, 26 ses. Oppdatert 01.01.2024.

	Varigheter (minutter)															
Gjentaksintervall (år)	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	251,1	199,4	171,1	144,9	110,9	89,3	77,8	62,4	48,6	40,7	33,0	28,7	23,4	16,5	10,8	7,4
5	321,2	252,7	222,7	185,9	143,3	113,5	98,4	79,7	61,3	51,3	41,0	36,4	29,9	20,4	13,4	9,0
10	371,3	292,9	260,3	217,3	165,2	129,5	111,9	91,7	70,5	59,4	47,1	41,9	34,3	22,8	15,2	10,2
20	421,8	335,0	300,3	250,9	186,2	145,1	125,2	103,7	79,6	67,7	53,5	47,4	38,7	25,1	17,1	11,4
25	438,2	348,5	314,5	262,4	193,4	150,1	129,2	107,7	82,8	70,4	55,7	49,2	40,1	25,8	17,6	11,8
50	491,8	393,5	359,9	298,3	214,1	166,0	142,2	120,0	92,7	79,7	62,9	55,0	44,4	27,9	19,4	13,1
100	551,0	442,8	411,3	340,2	235,8	182,0	155,3	132,7	103,1	90,4	71,0	61,3	48,8	29,9	21,2	14,4
200	613,7	493,3	469,0	387,6	257,0	198,5	168,4	145,7	113,9	102,2	79,9	67,7	53,2	31,9	23,2	15,8

Figur 0-1. IVF-tabell for stasjon Bergen - Sandsli (SN50480) hentet fra <https://klimaservicesenter.no>. Nedbørintensiteter er gitt i l/s*ha.

Det finnes ulike retningslinjer ifm. klimapåslag på nedbør/vannføring. I denne analysen er det valgt å legge til 40% klimapåslag.

Resultater

Resultatene for beregnet avrenning for nedbør med 200-års gjentaksintervall for de syv aktuelle nedbørfeltene i Øystese er oppsummert i Tabell 0-1.

Tabell 0-1. Oppsummering av beregnet avrenning for nedbørfelt i Øystese fra rasjonell metode

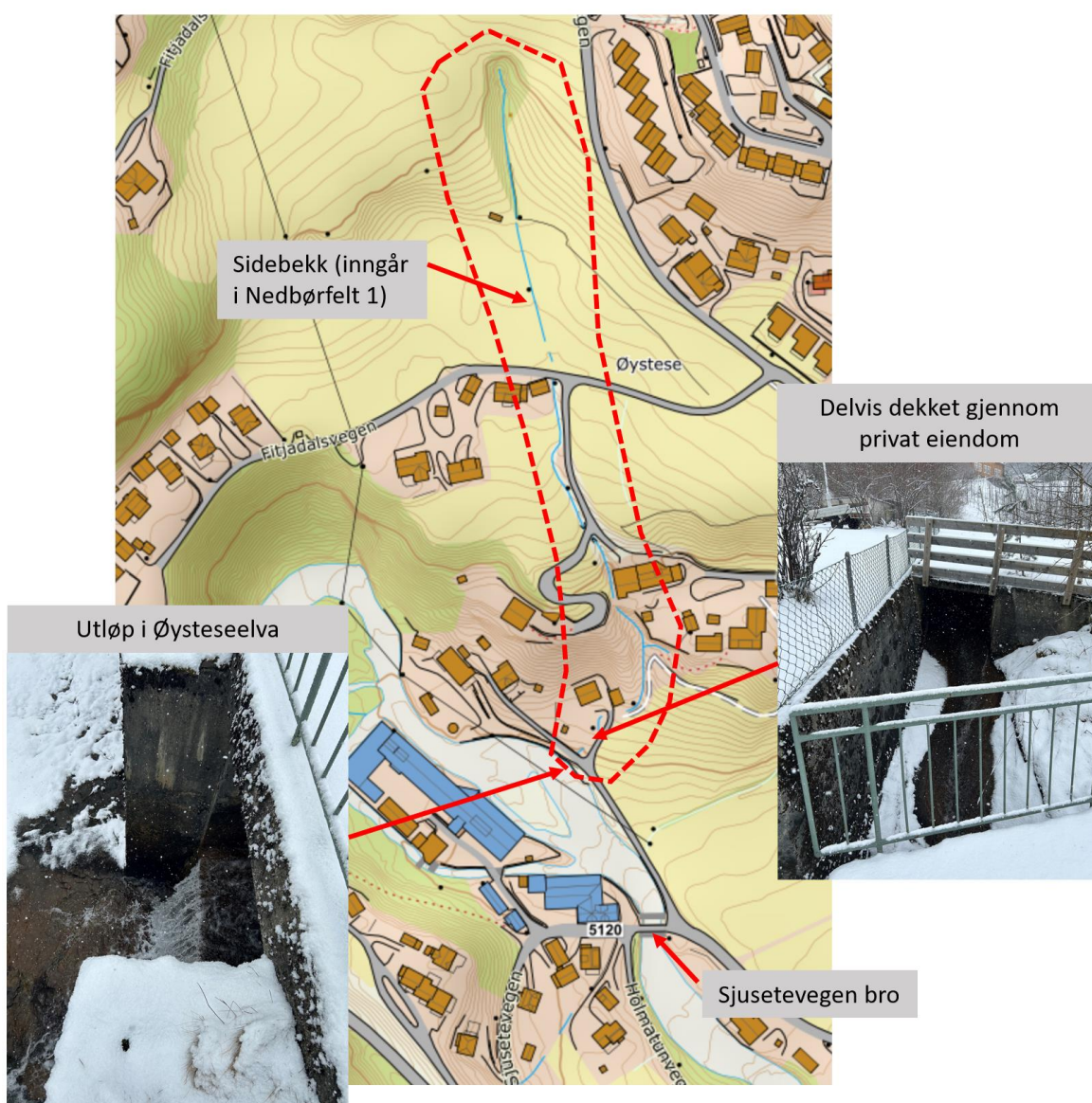
Nedbørfelt	Felt-areal (ha)	Felt-lengde (m)	Høyde-forskjell (m)	Felttype (hovedvekt)	Konsentrasjonstid (min)	Midlere avrenningsfaktor (C)	Justert avrenningsfaktor (C+30%)	Nedbør-intensitet (l/s*ha)	Avrenning inkl. 40% klimapåslag (m³/s)
Nedbørfelt 1	84	2235	340	Naturlig	75	0.31	0.41	91.1	4.3
Nedbørfelt 2	36	1816	258	Naturlig	70	0.37	0.48	94.8	2.3
Nedbørfelt 3	2.79	465	24	Urbant	7	0.49	0.63	335.4	0.8
Nedbørfelt 4	12	2065	282	Naturlig	75	0.25	0.32	91.1	0.5
Nedbørfelt 5	2.14	618	65	50 Naturlig/ 50 Urbant	20	0.44	0.57	168.4	0.3
Nedbørfelt 6	11	1111	77	Naturlig	75	0.31	0.41	91.1	0.6
Nedbørfelt 7	5.25	645	102	Naturlig	40	0.34	0.44	124.5	0.4

Sidebekker

Nedbørfelt 1 kulminerer i en bekk som har utløp i Øysteseelva et lite stykke oppstrøms for nåværende Sjuasetevgen bro, se Figur 0-1. Denne må særskilt håndteres i forbindelse med eventuelle sikringstiltak langs denne strekningen. Hvordan utløpet til bekken håndteres vil avhenge av typen flomsikringstiltak som

skal innføres, men langs denne strekningen er det mest sannsynlig at utbedring/forhøyning av eksisterende flomvegg vil være mest aktuelt.

En av de viktigste tingene som må ivaretas er at utløpet til bekken ikke blir redusert slik at det fører til økt flomrisiko i bekken. En annen ting som bør vurderes er om det er behov for en type tilbakeslagsluke som forhindrer at flomvann fra Øysteseelva renner opp i bekkeløpet, dersom vannstanden i Øysteseelva blir vesentlig høyere med valgt sikringstiltak. Dette bør vurderes nærmere i videre utredning.



Figur 0-1. Oversikt over sidebekk som har utløp i Øysteseelva. Bakgrunnskart: Norgeskart

Referanser

[1] Kvam herad, «Framlegg til Planprogram for Kommunedelplan for overvatn,» 2023.

[2] Statens vegvesen, «Håndbok N200 Vegbygging,» 2014.

J02	2024-05-07	For bruk	J. Scott-Hansen	D. Fossberg	J. Scott-Hansen
A01	2024-04-15	Under utarbeidelse	J. Scott-Hansen		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.