



E6 Gyllan- Kvål

Erosjonssikringstiltak

07.04 | 22

Vedlegg til konsekvensutredning

Oppdragsnummer:	5207617
Oppdragsnavn:	E6 Gyllan – Kvål
Dokumentnummer:	NV50E6GK-VAA-RAP-0003
Dokumentnavn:	Erosjonssikringstiltak

Versjonsoversikt

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	07.04.2022	Ut på høring	URIBE	JWL/ KNUKJE	JHSVE

FORORD

Nye Veier har ca. 160 km ny E6 i sin portefølje i Trøndelag. Målet til Nye Veier er at utbyggingen skal bedre trafiksikkerheten, forkorte reisetiden og styrke vekst og utvikling i landsdelen. E6 Gyllan - Kvål inngår som en del av denne store oppgraderingen av E6 gjennom Trøndelag fra Ulsberg i sør til Steinkjer i nord.

Hensikten med planarbeidet er å skaffe et formelt grunnlag for erverv av grunn og bygging av ny E6 på strekningen Gyllan – Kvål. Strekningen er ca. 17 km lang og ligger i sin helhet i Melhus kommune. Det foreligger godkjente reguleringsplaner fra 2016 utarbeidet av Statens vegvesen. Nye Veier ønsker å heve standarden ytterligere i henhold til nye veinormaler og optimalisere løsninger, slik at samfunnet får mer trafiksikker vei for pengene.

Dagens E6 på denne strekningen har en blanding av fjern- og lokaltrafikk, med en rekke kryss og avkjørsler, og den er sterkt ulykkesbelastet. Nye Veier legger opp til firefelts motorvei med midtdeler og fartsgrense 110 km/t. Det planlegges planskilt kryss ved Hovin (ved dagens Fosskryss) med av- og påkjøringsramper, samt et halvkryss med nordvendte ramper ved Kvål.

Ny E6 vil separere lokaltrafikken og fjerntrafikken. Lokaltrafikken vil gå på lokalt veinett eller deler av dagens E6, avhengig av linjevalg. Dette vil gi vesentlig mindre trafikk langs dagens E6 og vil bedre trafiksikkerheten for alle trafikantgrupper. Dagens E6 planlegges omklassifisert til fylkesvei.

Norconsult har blitt engasjert av Nye Veier til å bidra i utarbeidelse av konsekvensutredning og tilhørende teknisk underlag for E6 på strekningen Gyllan til Kvål i Melhus kommune. Planlagt byggestart er i 2024 med veiåpning i 2028.

SAMMENDRAG

I forbindelse med konsekvensutredning av ny E6 på strekningen Gyllan – Kvål, i Melhus kommune, er det behov for vurdering av erosjonssikringstiltak for de forskjellige alternativene langs strekningen.

Sikringsarbeid i og langs Gaula har pågått fra tidlig på 1800-tallet og fram til i dag. Ifølge NVE Atlas er det gjennomført ulike sikringstiltak for store deler av Gaula. Mellom Gyllan og Gaulfossen er ca. 40 % av vestre elvebredd og 15 % av østre elvebredd erosjonssikret. Mellom Gaulfossen og Kvål er ca. 75 % av begge elvebreddene erosjonssikret.

Sideveis erosjon som følge av flommene er blitt vesentlig redusert, men utfordringene med kvikkleire og bunnsenking er fortsatt et problem. Bunnsenking i elva utgjør også en fare for at sikringsanlegg blir undergravd og raser ut. Sikringstiltakene beskytter bebyggelse, jordbruk og infrastruktur langs Gaula. Tiltakene har imidlertid også medført en del negative konsekvenser ved at de naturlige vassdragsprosessene og vassdragsmiljøet er påvirket.

Rapporten beskriver generelle løsninger for erosjonssikring for de forskjellige alternativene langs strekningen. Sikringstiltakene omfatter ny eller oppgradering av erosjonssikring i Gaula og Gaua, nye bekkeløp som følge av omlegging, erosjonssikring av veifylling på flomsletter og sikring av veifylling med steinranke på land.

For å redusere påvirkning på miljø, er det i utforming av tiltakene inkludert revegetering av elveskråninger, nedsenket erosjonssikring som tar hensyn til fisk og vegetasjon og bruk av naturlige materialer og variasjoner. Det er også undersøkt mulighet for å flytte erosjonssikring fra Gaulas elvebredd nærmere veifylling for å redusere effekten i selve elveløpet.

Denne rapporten presenterer generelle prinsipper for sikringstiltak i kapittel 2.2 og deretter er erosjonssikringstiltakene presentert for hvert alternativ (kapittel 3 til kapittel 6).

For å sammenligne konsekvensene av de forskjellige alternativene i delstrekningene er det presentert en sammenstilling av erosjonssikringstiltakene i hovedelven Gaula og den største sideelv Gaua (erosjonssikring av veifylling på flomsletta er ikke inkludert). I tillegg er det presentert antall søylepar i disse elvene. Disse er tatt med siden søylefundamentene skal erosjonssikres og i tillegg forventes det at elvebunnen vil bli berørt under anleggsgjennomføring. Det presenteres også eventuelt behov for erosjonssikring i Gaulas elvebredder som følge av økte hastigheter etter tiltaket. Den lengste strekningen med økte hastigheter ligger mellom Gyllan og Hovinkrysset.

Identifiserte lengder til erosjonssikring er basert på en innledende vurdering og angis for å kunne sammenligne alternativene på et overordnet nivå. Endelig krav for, utstrekning og utforming av erosjonssikring skal fastsettes i en senere fase.

Tabell 1-1 presenterer en sammenstilling av erosjonssikringstiltakene i Gaula og Gaua for hvert samlet alternativ (strekning 1 og 2). Alternativ 1.1 + 2.1 har det minste behov for erosjonssikring i hovedelvene Gaula og Gaua. Det bemerkes at den største delen av de anbefalte erosjonssikringene i Gaua (ca. 1400 m av de 1800 m) er knyttet til stabilitet av en kvikkleiresone. Sikringstiltaket knyttet til kvikkleirestabilitet eller deler av dette vil kanskje bli utført uavhengig av veiprojektet.

Tabell 1-1: Sammenstilling av strekning 1 + strekning 2.

Delstrekning	1.1 + 2.1	1.1 + 2.2	1.2A + 2.1	1.2A + 2.2	1.2B + 2.1	1.2B + 2.2
Behov for langsgående erosjonssikring	2360 m i Gaula	3350 m i Gaula,	2030 m i Gaula, 1800 m i Gaua	3020 m i Gaula, 1800 m i Gaua,	2330 m i Gaula, 1800 m i Gaua	3320 m i Gaula, 1800 m i Gaua,
Søylepar i elv	4 søylepar i Gaula	5 søylepar i Gaula og 1 søylepar i Gammeelva naturreservat	4 søylepar i Gaula	5 søylepar i Gaula og 1 søylepar i Gammeelva naturreservat	4 søylepar i Gaula	5 søylepar i Gaula og 1 søylepar i Gammeelva naturreservat
Eventuelt behov for erosjonssikring i Gaulas elvebredder	8200 m	8800 m	9200 m	9800 m	10100 m	10700 m

INNHold

1	BESKRIVELSE AV TILTAKET.....	8
1.1	Bakgrunn for planarbeidet	8
1.2	Mål for prosjektet og planarbeidet	9
1.3	Referansealternativet (nullalternativet).....	9
1.4	Alternativer som utredes.....	10
2	INNLEDNING.....	12
2.1	Dagens situasjon	12
2.2	Generelle løsninger for sikring mot erosjon.....	12
3	ALTERNATIV 1.1 GYLLAN – HOMYRKAMTUNNEL SØR.....	20
3.1	Øyabekken.....	21
3.2	Gyllbekken	21
3.3	Ny erosjonssikring i Gaula nord for utløp Gyllbekken	22
3.4	Oppgradering av eksisterende erosjonssikring ved Vollagrenda	23
3.5	Bru Røskaft.....	23
3.6	Grinnibekken.....	24
3.7	Veifylling sør for søndre påhugg Homyrkamtunnel	25
3.8	Bekkeomlegging ved søndre påhugg Homyrkamtunnel.....	26
3.9	Konsekvenser av tiltaket og mulige avbøtende tiltak	26
4	ALTERNATIV 1.2 GYLLAN – HOMYRKAMTUNNEL SØR.....	28
4.1	Gammeelva - Gaua.....	30
4.2	Variant 1.2A Sandbrauta – Homyrkamtunnel sør.....	32
4.3	Variant 1.2B Sandbrauta – Homyrkamtunnel sør.....	32
4.4	Konsekvenser av tiltaket og mulige avbøtende tiltak	35
5	ALTERNATIV 2.1 HOMYRKAMTUNNEL - KVÅL VEST	38
5.1	Omlegging av Loa.....	39
5.2	Bru over Eidsmobekken	39
5.3	Oppgradering av erosjonssikring i Gaula ved Kåsa	40
5.4	Kåsabraua	41
5.5	Fylling sør for Kvålbrua.....	44
5.6	Konsekvenser av tiltaket og mulige avbøtende tiltak	44
6	ALTERNATIV 2.2 HOMYRKAMTUNNEL – KVÅL ØST	46
6.1	Bru Ler	47
6.2	Erosjonssikring i Gaula ved bru Ler.....	48
6.3	Kaldvella	49
6.4	Bru over Gammeelva naturreservat.....	50
6.5	Bru over Gaula ved Øyan (Kvålsbruer)	51
6.6	Fylling sør for Kvålbrua.....	54
6.7	Konsekvenser av tiltaket og mulige avbøtende tiltak	54

7	SAMMENSTILLING AV ALTERNATIVER.....	56
8	REFERANSELISTE.....	58

1 BESKRIVELSE AV TILTAKET

1.1 Bakgrunn for planarbeidet

E6 er hovedveien i Norge i nord-sørgående retning. E6 er hovedtransportåren for godstrafikk til og fra, samt gjennom Trøndelag. E6 er dessuten den viktigste persontrafikkåren for regionen.

Melhus hadde et innbyggertall per 01.01.2020 på rett under 23 000. SSBs prognose for hovedalternativet viser en vekst på 17 % frem mot 2050. Veksten tilsvarer en forventet befolkning på rett over 26 000 [1].

Dagens E6 Gyllan – Kvål er en tofelts vei, med delvis gammel veitrasé med randbebyggelse gjennom tettstedene Ler og Lundamo. Årsdøgntrafikken (ÅDT) i 2020 for strekningen var mellom 8 600 og 11 400 kjøretøy. Strekninger med redusert hastighet og blandet trafikk kombinert med begrensede muligheter for forbikjøring reduserer fremkommeligheten. Siden 2011 er det registrert 34 ulykker på strekningen, hvorav åtte er påkjøring bakfra, ti er møteulykker og 12 er utforkjøringer. Av disse ulykkene er det totalt to personer som har mistet livet og tre hardt skadde.

Det ble i 2012 utarbeidet en konseptvalgutredning (KVU) for strekningen E6 fra Oppland grense til Jaktøya ved kommunegrensen til Trondheim. Kort oppsummert ble E6 på strekningen vurdert å ha store standardbrudd, med svinger og stedvis smal vei. Påfølgende planarbeid og E6-utbygging av delstrekninger mellom Ulsberg – Melhus er utført i regi av Statens vegvesen og Nye Veier.

Planlegging og bygging av nye veiparseller tilpasses utviklingsstrategien for den totale veistrekningen Ulsberg–Melhus og utføres i regi av Nye Veier.

Ny E6 Gyllan – Kvål

Ny veistrekning er ca. 17 km lang og ligger i sin helhet i Melhus kommune. Veien skal knyttes til pågående E6-utbygging i nord (Kvål – Melhus) og pågående planarbeid for veiparsell Korporalsbrua – Gyllan. Den nye veien skal bedre både fremkommelighet og sikkerhet for alle kjøretøy, bl.a. ved å:

- Redusere konsekvensene ved stenging av E6.
- Redusere ulykkesrisikoen på strekningen.
- Forbedre framkommeligheten på strekningen.
- Redusere reisetiden og bedre forutsigbarheten for trafikantene.
- Legge til rette for god nærings- og samfunnsutvikling og forutsigbar arealbruk.
- Bedre forholdene for myke trafikanter.

Det foreligger godkjente reguleringsplaner fra 2016 for E6-strekningen Gyllan – Kvål, utarbeidet av Statens vegvesen. Forutsetningene for disse planene var en fartsgrense på 100 km/t og med 20 meter veibredde.

Nye Veier vil gjennom en optimalisering av veilinjene øke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten på strekningen gjennom en høyere veistandard i henhold til ny veinormal fra 2019. Ny E6 Gyllan – Kvål tilpasses utviklingsstrategien for hele veistrekningen Ulsberg – Melhus. Forutsetningen i pågående planarbeid er derfor en fartsgrense på 110 km/t og veibredden forsøkes opprettholdt ned mot 20 meter. Optimaliserte løsninger søker videre å

redusere jordbruksbeslag og belastning på ytre miljø sammenlignet med vedtatte reguleringsplaner, og i tillegg å redusere kostnader.

1.2 Mål for prosjektet og planarbeidet

Formålet med planarbeidet er å skaffe et formelt grunnlag for erverv av grunn og bygging av ny E6 som en firefelts motorvei. Løsningene skal bidra til å oppnå målene i Nasjonal transportplan 2022 – 2030 [2].

En optimalisert veitrasé skal øke prosjektets samfunnsnytte og gi prioritet for utbygging. I Nye Veier sin konkretisering av mål for transportseksjonen vektlegges følgende for utvikling av anbefalt veilinje på E6-strekningen Gyllan – Kvål:

- Høy **samfunnsøkonomisk** nytte:
 - Optimal bruk av skattebetalernes penger.
 - Styrking av bo- og arbeidsregionen.
- **Begrense konsekvensene for jordbruk:**
 - Optimalisere regulert trasé der dette er formålstjenlig.
 - Redusere arealbeslag sammenlignet med vedtatt plan.
 - Reetablere dyrkamark og nydyrke der dette er mulig.
- **Begrense inngrep i Gaula:**
 - Optimalisere regulert trasé der dette er mulig.
 - Redusere inngrep i elvestrengene sammenlignet med vedtatt plan.
 - Redusere konsekvenser for fisk og minimere inngrep langs elvebredden.
- **Best mulig veiteknisk løsning:**
 - Etablere en enhetlig veistandard i sentrale deler av Trøndelag.
Anleggsgjennomføring som er til minst mulig hinder for trafikkavviklingen og lokalbefolkningen.
 - Kostnadseffektive løsninger for anlegg, drift og vedlikehold.
 - Trafikksikkerhet i anleggsfase og ferdigstilt E6.
 - Fornøye brukere av veien og veisystemet.
- Minimere **klimagassutslipp** og ytterligere påvirkning på ytre miljø:
 - Bidra til omstilling til lavutslippssamfunnet.
 - Flytte trafikk fra bolig- og sentrumsområder.
 - Avgrense belastninger knyttet til støy/luftforurensing.

1.3 Referansealternativet (nullalternativet)

For å kunne vurdere den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av et tiltak, må det sammenlignes med situasjonen som oppstår hvis tiltaket ikke gjennomføres, iht. Statens vegvesens håndbok V712 [3]. Metodisk sammenfaller dette også med ny veileder fra Miljødirektoratet [4], sitat: «Nullalternativet er forventet situasjon i influensområdet dersom planen eller tiltaket ikke blir gjennomført. Det tar utgangspunkt i dagens miljøtilstand og beskriver den mest realistiske utviklingen i utredningsområdet.»

Det har vært vurdert å benytte gjeldende reguleringsplan som nullalternativ. Nye Veiers og Melhus kommunes vurderinger tilsier at det lite sannsynlig at tiltaket vil kunne realiseres etter gjeldende reguleringsplaner fra 2016. Ny E6 dimensjoneres for 110 km/t for å oppnå en

enhetlig standard på ny E6 samt å gi økt nytte av ny vei. Det er også gjort politiske vedtak som forutsetter vesentlige endringer fra gjeldende plan ved at Ler-krysset tas ut og nordvendte av- og påkjøringsramper etableres ved Kvål.

Nullalternativet tar derfor utgangspunkt i dagens situasjon for E6, inkludert ordinært vedlikehold og utskiftinger/fornyelse av E6. Nullalternativet tar hensyn til andre vedtatte veiltak som er i gang eller har fått bevilgning. Dette gjelder derimot ikke gjeldende reguleringsplaner for ny E6 Gyllan – Kvål fra 2016. Dagens situasjon vil være sammenligningsgrunnlag for både prissatte og ikke-prissatte konsekvenser.

1.4 Alternativer som utredes

De alternativ som utredes i konsekvensutredningen er illustrert i figur 1-1. Det er gjennom en optimaliseringsfase utført silinger der ulike veilinjer og løsninger er vurdert. Det vises til silingrapport [5] for ytterligere informasjon.



Figur 1-1: Veilinjer som inngår i konsekvensutredningen (Kilde: Nye Veier).

På strekning 1 Gyllan – Homyrkamtunnelen utredes to alternativ:

På delstrekningen Gyllan – Hovin (Foss) er veilinja sammenfallende i de to alternativene. Det utredes et alternativ, som i stor grad baserer seg på gjeldende reguleringsplan.

På delstrekningen Hovin – Sandbrauta utredes det to alternativer:

- Alternativ 1.1 baseres på gjeldende plan med kryssing av Gaula ved Røskaft. Alternativet optimaliseres for å tilfredsstille krav til 110 km/t. Kryss ved Hovin optimaliseres og tilpasses aktuelle veilinje.
- Alternativ 1.2 krysser Gaula ved Gaulfossen og går videre nordover på Gaulas vestsida. Kryss ved Hovin tilpasses aktuelle veilinje.

På delstrekningen Sandbrauta – Homyrkamtunnelen utredes det et alternativ 1.1, som er sammenfallende med variant 1.2A. For alternativ 1.2 utredes i tillegg en variant 1.2.B:

- 1.1 / 1.2A baseres på gjeldende plan med nødvendige justeringer for å ivareta sikkerhet (skredfare).
- Variant 1.2B ligger langs Gaulas kantsone. Denne varianten er ikke kompatibel med alternativ 1.1.

På strekning 2 Homyrkamtunnelen – Kvål utredes to alternativer:

Homyrkamtunnelen er sammenfallende i de to alternativene, men med ulike påhuggsområder i nord. Tidligere kryss på Losen (Ler-krysset) tas ut og nordvendte ramper ved Kvål tas inn i planen.

- Alternativ 2.1 baseres på gjeldende plan der veilinjen optimaliseres for å tilfredsstillere krav til 110 km/t og med kryssing av Gaula ved Kåsa.
- Alternativ 2.2 har nordre tunnelpåhugg i Kjelåsen og krysser Gaula ved Leberg. Traséen følger jernbanen nordover til Bortn gård og krysser Gammelelva naturreservat og følger dagens E6-trasé til tilgrensende veianlegg ved Kvål.

2 INNLEDNING

I forbindelse med utbygging av ny E6 på strekningen Gyllan – Kvål, i Melhus kommune, er det behov for vurdering av erosjonssikringstiltak for de forskjellige alternativene langs strekningen. Figur 1-1 viser traséalternativene: 1.1.A, 1.2.A, 1.2.B, 2.1 og 2.2.

2.1 Dagens situasjon

Ifølge NVE Atlas [6] er det gjennomført ulike sikringstiltak for store deler av Gaula. Mellom Gyllan og Gaulfossen er ca. 40 % av vestre elvebredd og 15 % av østre elvebredd erosjonssikret. Mellom Gaulfossen og Kvål er ca. 75 % av begge elvebreddene erosjonssikret.

Ved hjelp av omfattende sikringsarbeid som har pågått fra tidlig på 1800-tallet og fram til i dag, er sideveis erosjon som følge av flommene blitt vesentlig redusert, men utfordringene med kvikkleire og bunnsenkning er fortsatt et problem. Den pågående bunnsenkningen i elva utgjør også en fare for at sikringsanlegg blir undergravd og raser ut. Grusuttak har også vært en utfordrende faktor. Reduksjon av den naturlige tilførselen av grus og innsnevring av løpet har ført til at Gaula har senket seg mye de siste årene, noen steder helt ned til marin leire. I dag er flere av de gamle sikringstiltakene skadet og trenger reparasjoner, vedlikehold og miljømessig oppgradering [7].

Sikringstiltakene beskytter bebyggelse, jordbruk og infrastruktur langs Gaula. Tiltakene har imidlertid også medført en del negative konsekvenser ved at de naturlige vassdragsprosessene og vassdragsmiljøet er påvirket. Det er derfor viktig å vurdere nye tiltak og reparasjonstiltak i dette vassdraget spesielt nøye [7].

Alle sikringstiltak i et vassdrag representerer et inngrep i naturmiljøet. Ved å plastre elvekanten med stein og dermed hindre erosjon i elvekanten vil elva grave og erodere andre steder [7]. Erosjon mot bunnen kan forekomme der begge elvesidene er sikret og der det er store krefter mot bunnen av elven. Enkelte steder vil erosjon flyttes til motsatt bredd av elven, mens andre steder kan man få uheldige strømningsforhold ned mot bunnen som videre kan resultere i store hull. Der hvor elva eroderer i bunnen kan bunnsenkning oppstå, med påfølgende undergraving av erosjonssikringsanlegg. Sikring av elvekanten reduserer den naturlige tilførselen av grus til løpet, og dette medvirker også til senkningen man har observert [7].

2.2 Generelle løsninger for sikring mot erosjon

I dette kapitlet beskrives generelle løsninger for erosjonssikring. Disse er inndelt som følger:

- Ny erosjonssikring i Gaula (én skråning).
- Oppgradering av eksisterende erosjonssikring i Gaula (én skråning).
- Erosjonssikring ved bruk av en steinranke på land.
- Erosjonssikring i Gaua (hele elveløp).
- Bekkeomlegging med følgende erosjonssikring (hele bekkeløp).
- Erosjonssikring av landkar.

- Erosjonssikring av brupilarer.
- Erosjonssikring av veifylling på flomslette.

2.2.1 Prinsipp for ny eller oppgradering av erosjonssikring i Gaula (én skråning)

Det er ønskelig å beholde kantvegetasjon langs Gaula og fortrinnsvis planlegge et erosjonssikringstiltak som beskytter selve veien. Dette er ikke alltid mulig, spesielt på steder der veilinen ligger veldig nær elvekanten eller der erosjon øker fare for kvikkleireskred.

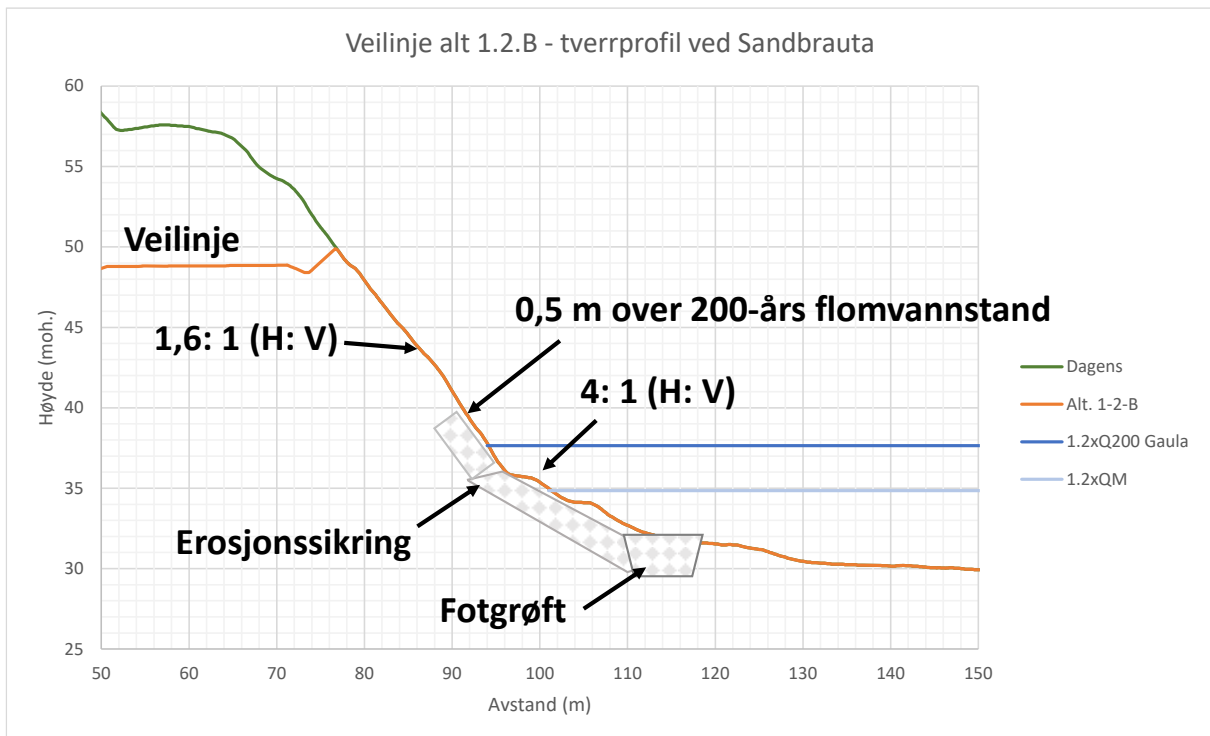
Figur 2-1 viser et prinsipp for erosjonssikring i Gaulas skråning. Sikringstiltaket må dekke hele elvesiden som er utsatt for erosjon, med en solid forankring i oppstrøms og nedstrøms ende. Erosjonssikring avsluttes 0,5 m over 200-års flomvannstand. I overgangen mellom skråningen og elvebunnen bør det legges en sikringstå eller fotgrøft. Skisser med de forskjellige avslutningene er vist i NVEs Sikringshåndboka: Sikring mot flom og erosjon [8]. Valg mellom bruk av sikringstå eller fotgrøft er bl.a. avhengig av stedlige masser og byggemetoden. Tykkelsen av erosjonssikringslaget varierer med nødvendig steinstørrelse og behov for filterlag.

Utforming med hensyn til miljø er blant annet beskrevet i «Vassdragshåndboka» [9], «Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø» [10], «Mer miljøvennlige erosjonssikringstiltak» [11], NVEs veileder «Kantvegetasjon langs vassdrag» [12] og NVE modul «F0.101: Miljøtilpassing av sikring i vassdrag» [13].

Elveprofilet skal ikke endres, utrettes eller kanaliseres. Rette, avsmalnende kanaler gir høyere vannhastighet, og er ugunstig for livet i og langs elva [13]. På enkelte strekninger vil det kunne være behov for å slakke av på skråningen med hensyn til stabilitet. Etter at sikringstiltaket er bygd bør skråningen revegeteres.

Anbefalinger som gjelder materialer og utførelse er blant annet beskrevet i kapittel 9 i Vassdragshåndboka [9]. Anbefalinger for valg av bunnssubstrat og gytesubstrat er blant annet beskrevet i modul «F0.101: Miljøtilpassing av sikring i vassdrag» [13]. Det skal brukes stein uten nitrogen. Tidspunktet for arbeid i vassdrag skal tilpasses behovet til fiskebestanden.

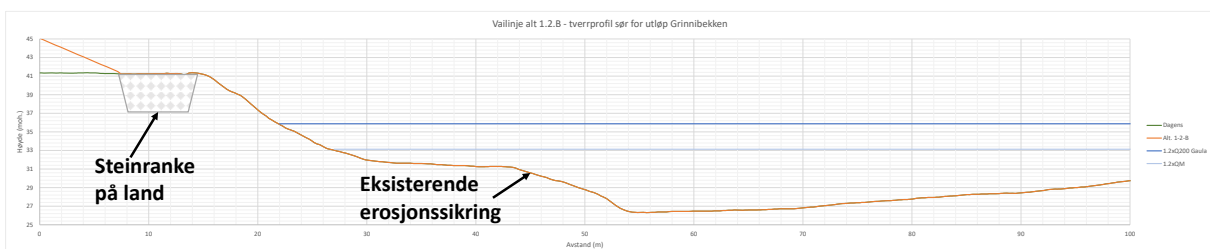
Dimensjonering av steinstørrelse, utførelse og materialbruk skal detaljeres i reguleringsplanfase/teknisk plan.



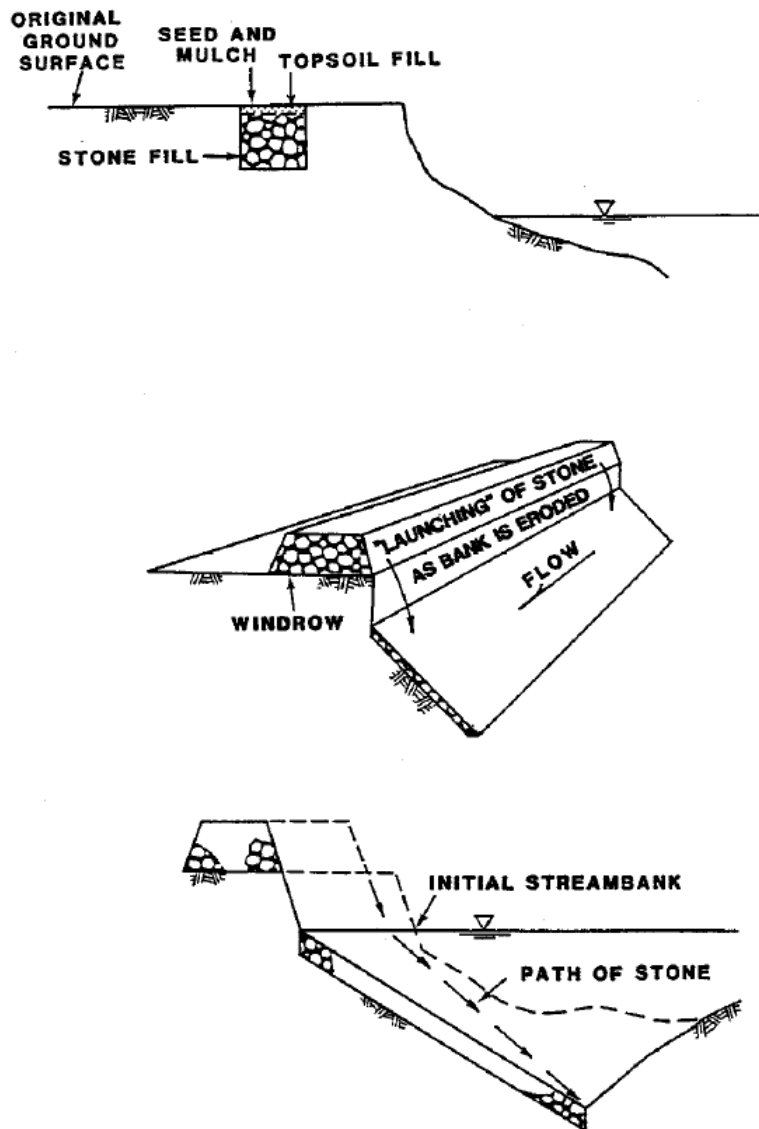
Figur 2-1: Prinsippskisse for erosjonssikring i Gaula.

2.2.2 Erosjonssikring av veifylling med en steinranke på land

På strekninger der veifyllingen ligger med noe avstand til elvekanten, samt at skråningen ikke er veldig høy, foreslås det å benytte en steinranke på land som erosjonssikring (som vist i figur 2-2). Ranken vil falle nedover skråningen dersom erosjon undergraver skråningen. Den er plassert på toppen og danner et erosjonssikringslag på den undergravde skråningen (en skisse som viser mekanisme er presentert i figur 2-3). På denne måten vil den begrense ytterligere sideerosjon i elveløpet. Detaljer av utforming/dimensjonering utføres i reguleringsplanfase/ teknisk plan.



Figur 2-2: Prinsippskisse for erosjonssikring ved bruk av en steinranke på land.

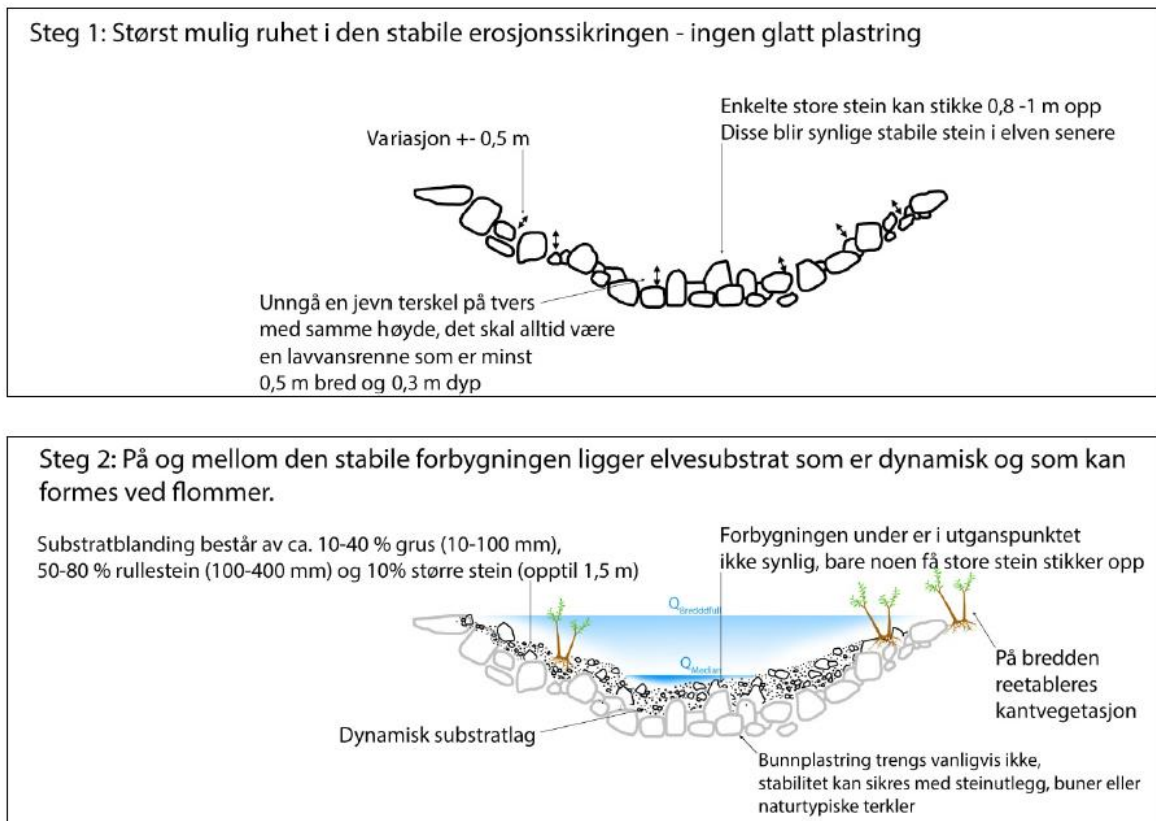


Figur 2-3: Skisse som viser hvordan en steinranke på land fungerer ved erosjon (fra [14]).

2.2.3 Erosjonssikring i Gaua (hele elveløp)

Gaua er en elv som er viktig for fisk, og det legges derfor til grunn nedsenket erosjonssikring som tar hensyn til fisk og vegetasjon.

En prinsippskisse for erosjonssikring av Gaua er vist i figur 2-4. Det er viktig å ha uregelmessig steinutlegg som gir mer variasjon og skjul enn glatt plastring. Anbefalinger for valg av bunnsstrat og gytesstrat er blant annet beskrevet i modul «F0.101: Miljøtilpassing av sikring i vassdrag» [13]. Detaljer av utforming av elveløp, bl.a. stabil steinstørrelse, substrat, tilrettelegging for variasjon i elveløpet, skjulmuligheter og vegetasjon, utføres i reguleringsplanfase/teknisk plan.

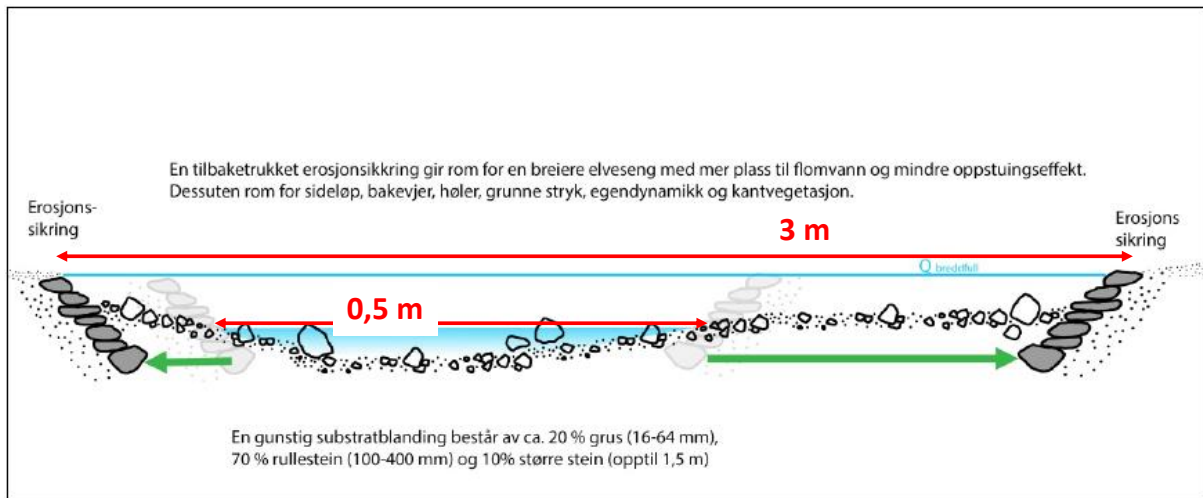


Figur 2-4: Prinsippkisse for erosjonssikring av hele elveløp (Kilde: Uni Research, [11]).

2.2.4 Bekkeomlegging og bygging av nytt bekkeløp

Det er behov for omlegging av Øyabekken, Gyllbekken, Grinnibekken og Loa. Gyllbekken, Grinnibekken og Loa er svært viktig for fiskebestanden og nytt bekkeløp må planlegges i samsvar med dette.

Figur 2-5 viser en prinsippkisse for utforming av de nye bekkeløpene og generelle anbefalinger for å skape dynamikk. Erosjonssikringen er tilbaketrukket, og det bør legges egnet substrat samt noen store steiner for å gi variasjon i bekkestrengen. Anbefalinger for valg av bunns substrat og gytesubstrat er blant annet beskrevet i modul «F0.101: Miljøtilpassing av sikring i vassdrag» [13]. Detaljer av utforming av bekkeløp, bl.a. stabil steinstørrelse, substrat, tilrettelegging for variasjon i bekkeløpet, skjulmuligheter og vegetasjon, utføres i reguleringsplanfase/teknisk plan.



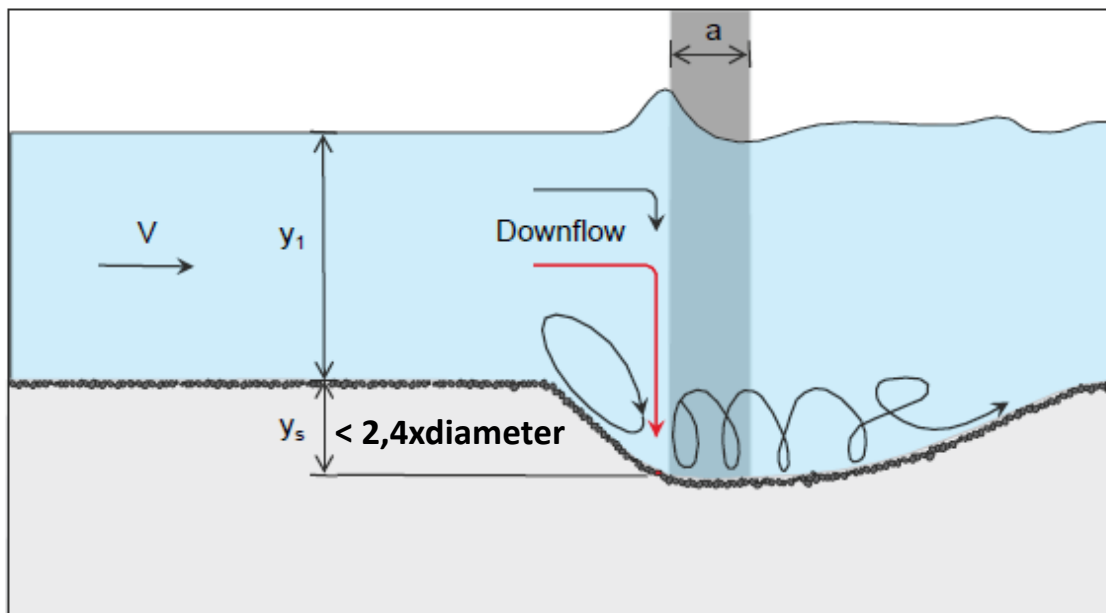
Figur 2-5: Prinsippsskisse for utforming og erosjonssikring av nytt bekkeløp med dimensjoner basert på Gyllbekken (Kilde: Uni Research, fra [11]).

2.2.5 Erosjonssikring i forbindelse med bruer: Landkar og brupilarer

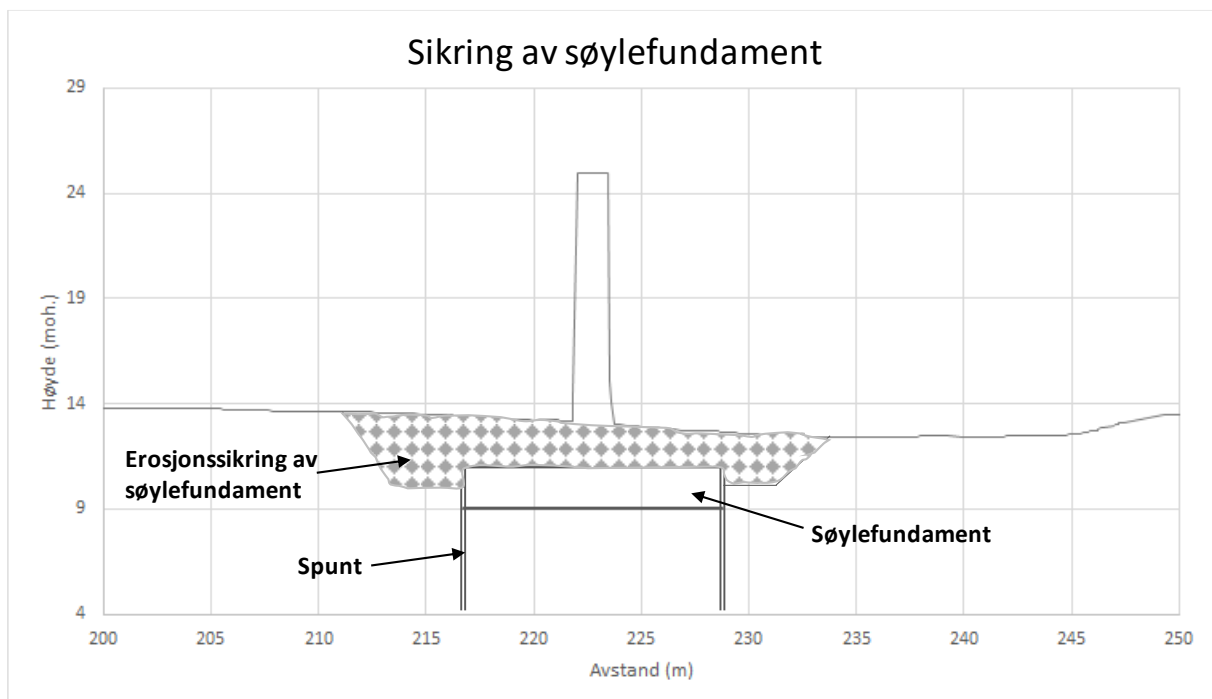
Bruer over Gaula ved Ler, Kåsa og Øyan er planlagt med pilarer i Gaulas elveløp. På steder der bru krysser elva er det elvører og ved Kåsa er det også et viktig gyteområde. I tillegg har brua over Gammelelva naturreservat ett søylepar i det gamle elveløpet. Her er erosjonssikringsbehov mindre da hastighetene er mye lavere enn i Gaulas hovedløp, men det forventes at grunnen vil bli forstyrret ved bygging av søylefundamentene.

Brufundamentene er planlagt plassert ca. 2 meter under elvebunn. Arbeidene blir utført ved å lage en spunkasse rundt søylefundament slik at støpen kan utføres tørt. Etter støp, kappes spunt på nivå med overkant fundament. Plassering av pilarer i vannstrømmen kan føre til erosjon og dannelse av en grop rundt hver pilar, som vist i figur 2-6. Fundamentene har foreløpig dimensjoner på ca. 12 x 12 m og vil fungere som erosjonssikring rundt brusøylene.

I dimensjonering av fundamentene forutsettes at spuntene er ført så langt ned at de tåler erosjon på noen meter. Selv om fundamentene vil kunne tåle erosjon er det ikke ønskelig at fundamentene stikker ut i elveløpet ved eventuell erosjon rundt disse. Derfor er det anbefalt å sikre søylefundamentene som vist i figur 2-7. Detaljer av sikringstiltaket utføres i reguleringsplanfase/ teknisk plan.



Figur 2-6: Skisse av erosjon rundt brupilarer (Kilde: US Department of Transportation, fra [15]).



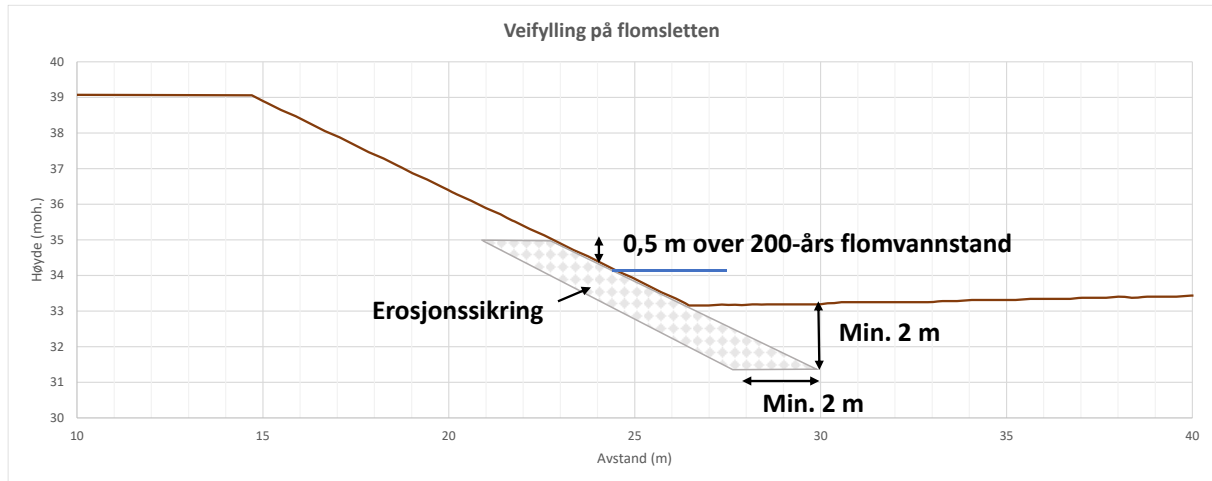
Figur 2-7: Skisse av erosjonssikring av søylefundament.

2.2.6 Erosjonssikring av veifylling på flomsletta

En prinsippskisse for sikring av veifylling bygd på flomsletta vises i figur 2-8.

Det vurderes at det vil ikke være behov for sikring av veifylling på begge sidene av veifyllingene, men dette er avhengig av type masser som benyttes i oppbygging av veifyllingen og lokale hydrauliske forhold.

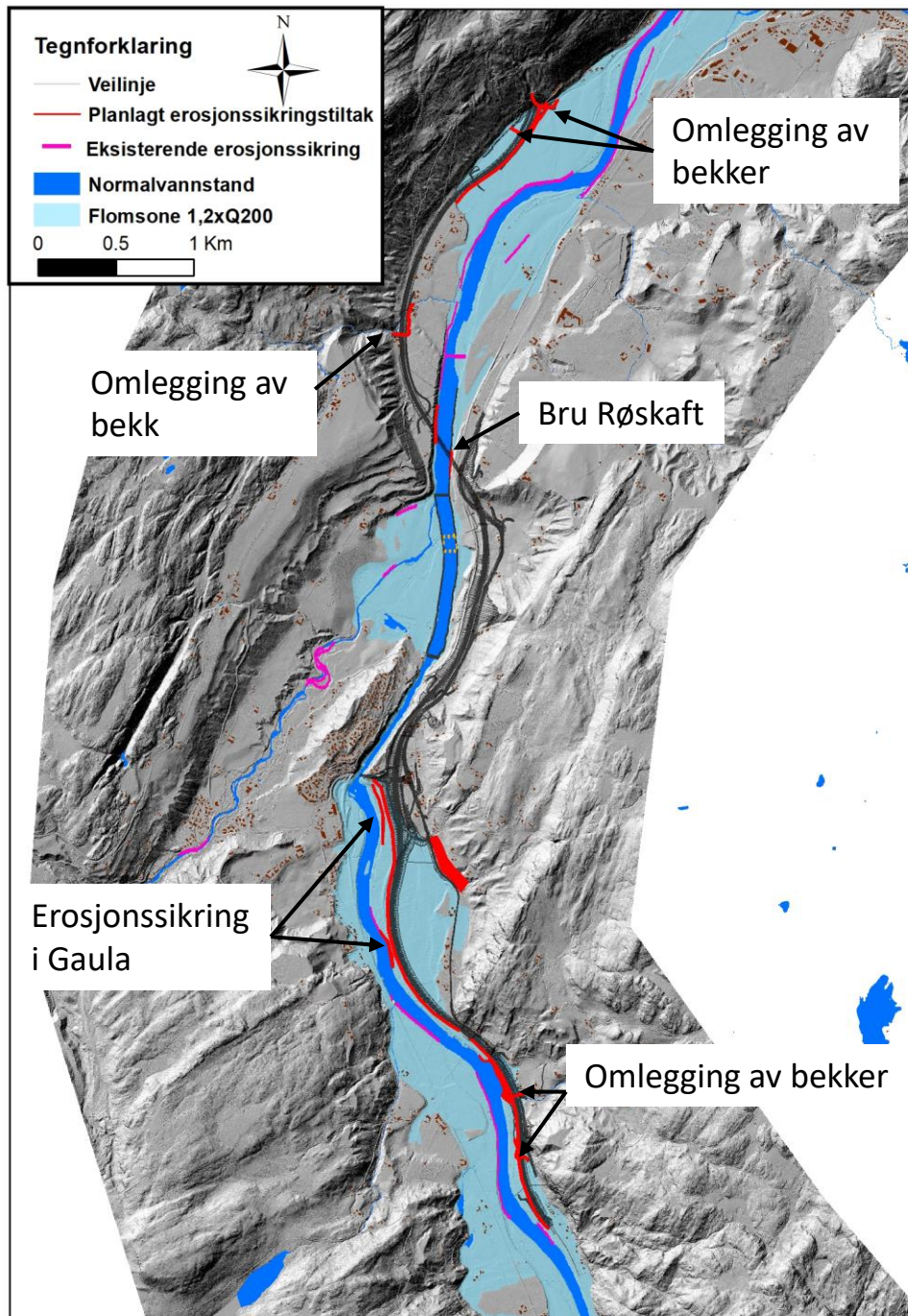
Behov for tetning eller forsterkning av veifyllingen bør vurderes basert på vanntrykk og type masser som benyttes. Dette kan utføres i reguleringsplan/teknisk plan.



Figur 2-8: Prinsippkisse for erosjonssikring av veifylling på flomsletta.

3 ALTERNATIV 1.1 GYLLAN – HOMYRKAMTUNNEL SØR

Figur 3-1 viser en oversikt av strekningen Gyllan – Homyrkamtunnelen sør som vurderes erosjonssikret. Hvert sted er beskrevet i påfølgende kapitler.



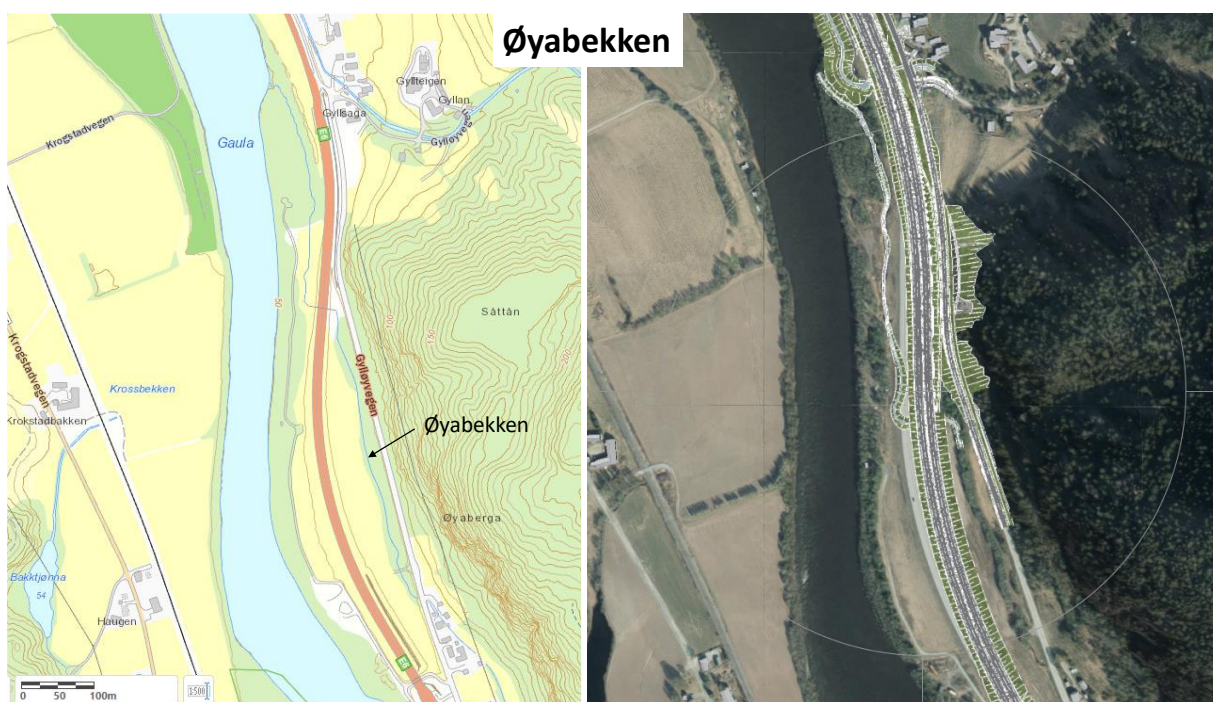
Figur 3-1: Alternativ 1.1 Gyllan – Homyrkamtunnel sør. Oversikt over forventet erosjonssikringstiltak for (Kilde: Norconsult).

For delstrekningen Gyllan – Hovinkrysset er alternativene 1.1 og 1.2 sammenfallende.

3.1 Øyabekken

Bekkekryssingen under dagens E6 flyttes ca. 120 m sør for dagens kulvert. Det er behov for omlegging av 200 – 300 m av bekken, både før og etter kryssing under ny E6 og ved utløp i Gaula. Figur 3-2 viser en oversikt over dagens og planlagt situasjon.

Figur 2-5 i kapittel 2.2 viser et forslag til bekkeprofil etter omlegging, med et lavvannføringsløp, tilbaketrukket erosjonssikring og uregelmessig steinutlegg som gir mer variasjon enn glatt plastring. Dette kan bidra til å reetablere Øyabekken som gytebekk.

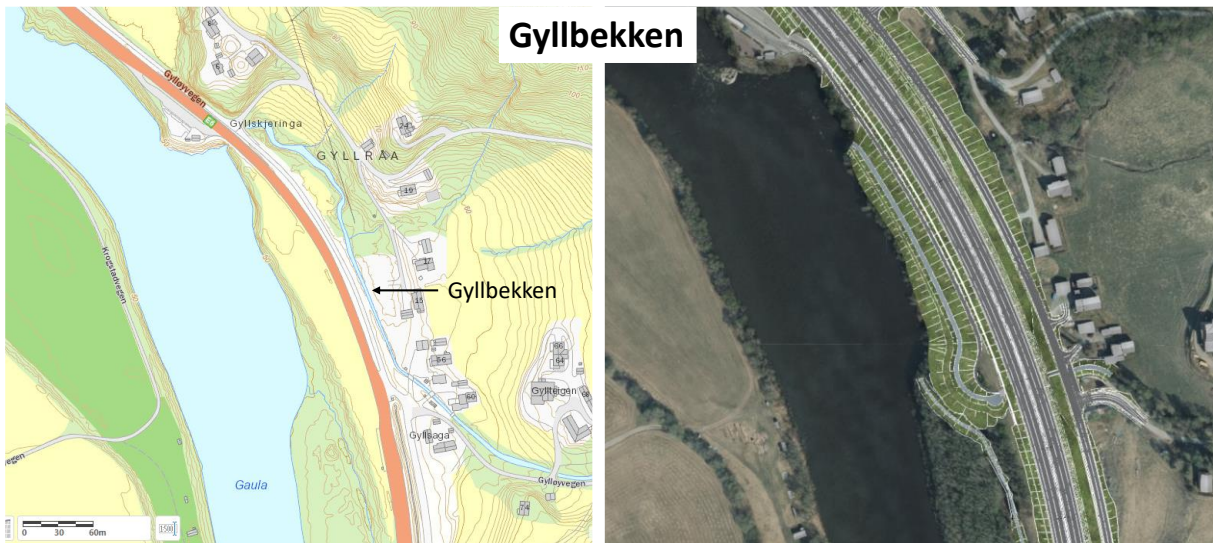


Figur 3-2: Øyabekken i dagens situasjon (venstre) og med planlagt linje (høyre) (Kilde: Norconsult).

3.2 Gyllbekken

Bekkekryssingen under dagens E6 flyttes ca. 280 m sør for dagens kulvert. Det er behov for omlegging av ca. 230 m av bekken på vestsiden av ny E6 og ved utløp i Gaula. Figur 3-3 viser en oversikt over dagens og planlagt situasjon. Bekkeløpet skal planlegges med mer variasjon enn hva som er vist i figur 3-3.

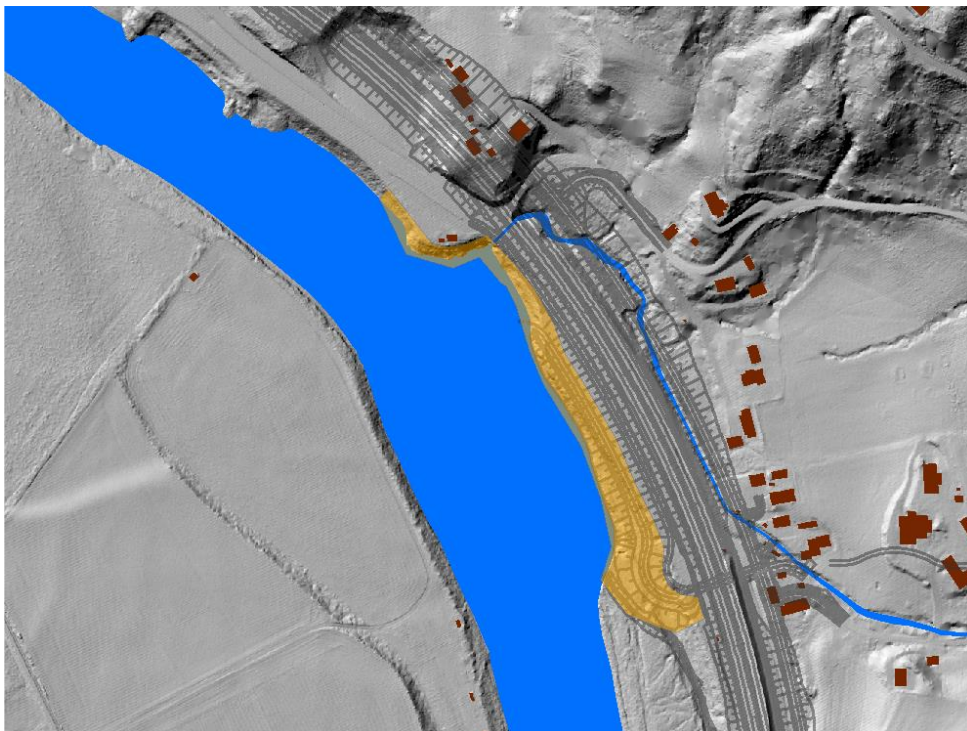
Gyllbekken er svært viktig for fiskebestanden og nytt bekkeløp må planlegges i samsvar med det. Figur 2-5 i kapittel 2.2 viser et forslag til bekkeprofil etter omlegging, med et lavvannføringsløp, tilbaketrukket erosjonssikring og uregelmessig steinutlegg som gir mer variasjon enn glatt plastring. Løsningen samsvarer med reguleringsplan fra 2016.



Figur 3-3: Gyllbekken i dagens situasjon (venstre) og med planlagt linje (høyre) (Kilde: Norconsult).

3.3 Ny erosjonssikring i Gaula nord for utløp Gyllbekken

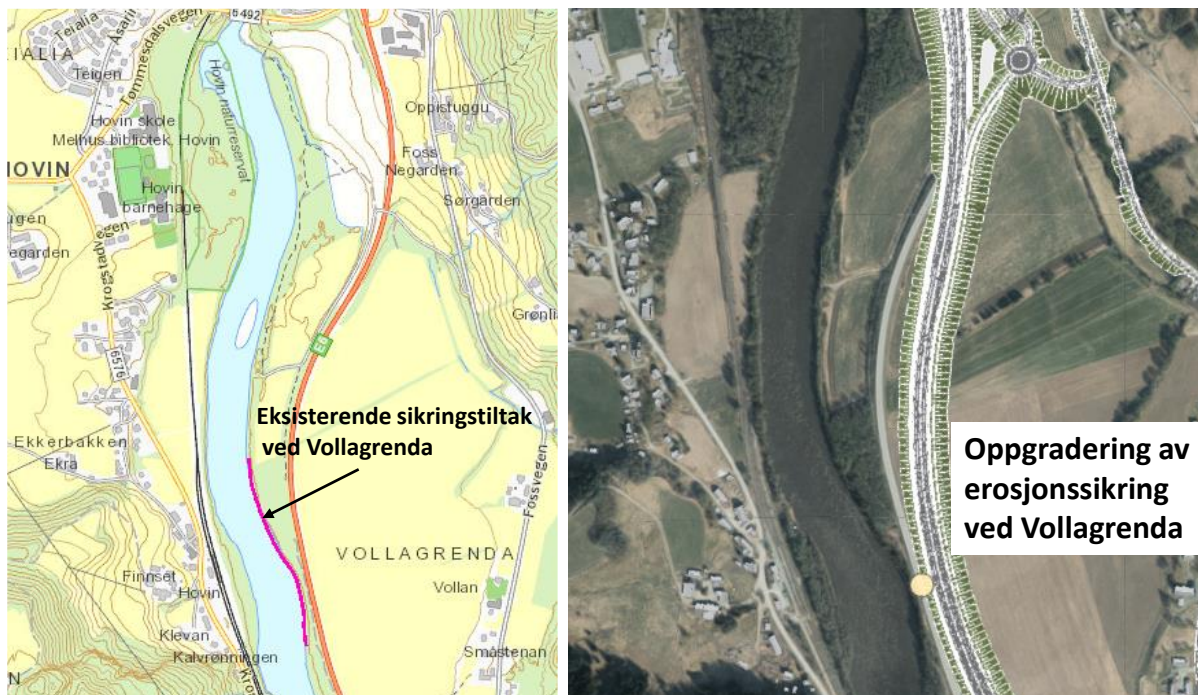
Nord for det nye utløpet av Gyllbekken i Gaula er det planlagt et sikringstiltak pga. skråningsstabilitet og nærheten til veifylling. Tiltaket vil berøre kantvegetasjon, men det bør revegeteres etter at sikringen er bygd. Plasseringen er vist i figur 3-4. Løsningen samsvarer med reguleringsplan fra 2016.



Figur 3-4: Plassering av sikringstiltak geoteknikk vist med gulffarge (Kilde: Norconsult).

3.4 Oppgradering av eksisterende erosjonssikring ved Vollagrenda

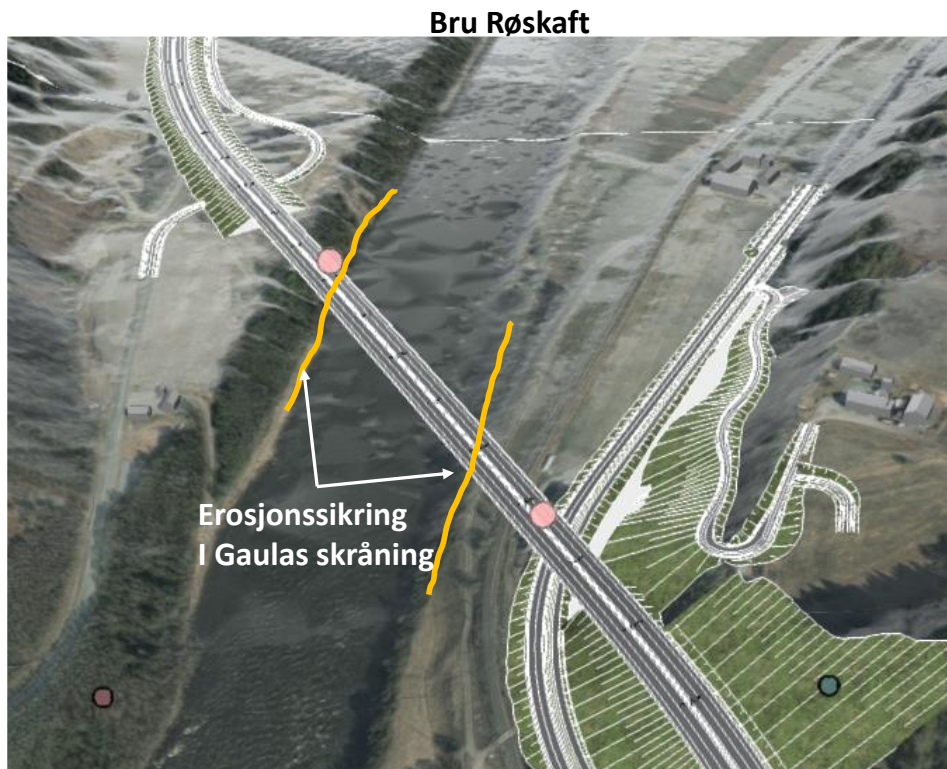
Eksisterende erosjonssikring ved Vollagrenda (vist i figur 3-5) er ifølge [7] mangelfullt. Sikringen er noe slitt med småsår og det er steder der foten muligens er noe tynn og hvor det mangler stein. Det regnes med at sikringstiltaket bør oppgraderes til dagens standard da det ligger en kvikkleiresone i nærheten.



Figur 3-5: Eksisterende sikringstiltak ved Vollagrenda og planlagt linje. (Kilde: Norconsult).

3.5 Bru Røskaft

Brua er en frittframbyggbru, uten pilarer i elveløpet. For å sikre landkarene er det behov for sikring på vestsida av elva med en lengde på om lag 250 m. Det vil også være behov for erosjonssikring på østsida av elva pga. at pilarene ikke er fundamentert på fjell. Det finnes erosjon-/flomsikringstiltak på denne siden, men det vurderes en oppgradering av eksisterende sikring (ca. 200 m lang strekning).



Figur 3-6: Forslag til erosjonssikring i Gaulas skråning for bru ved Røskaft (Kilde: Norconsult).

På strekningen Sandbrauta – Homyrkamtunnelen sør er alternativ 1.1 og 1.2A sammenfallende.

3.6 Grinnibekken

Bekkekryssingen under E6 ligger ca. 130 m sør for dagens kulvert under lokalveien (se figur 3-7). Bekken legges om i en ca. 310 m lang strekning. Strekningen som omlegges er viktig for fisk og må utformes slik at den beholder dagens funksjon. Som generelt forslag til bekkeprofil etter omlegging henvises til profilet for Gyllbekken, vist i figur 2-5 i kapittel 2.2. figur 3-7 viser beliggenheten til planlagt omleggingen. Den endelige løsningen for omleggingen vil ha en mer variert og naturlig utforming enn det som er foreløpig vist i denne figuren. Etter kryssing av E6 og lokalveien har det nye bekkeløpet en skarp kurve. Her må det erosjonssikres ekstra godt da det finnes bløte masser i området.

Grinnibekken



Figur 3-7: Grinnibekken i dagens situasjon (venstre) og med planlagt linje i alternativ 1.1./1.2A (høyre) (Kilde: Norconsult).

3.7 Veifylling sør for søndre påhugg Homyrkamtunnel

Veilinje sør for søndre påhugg til Homyrkamtunnelen vil på en ca. 750 – 800 m lang strekning ligge i et flomutsatt område ved en 200-års-flom, inkludert 20 % klimapåslag (figur 3-8). Her må veifyllingen sikres med en nedgravd tå langs nederste delen av selve fyllingen, som vist i figur 2-8 i kapittel 2.2.



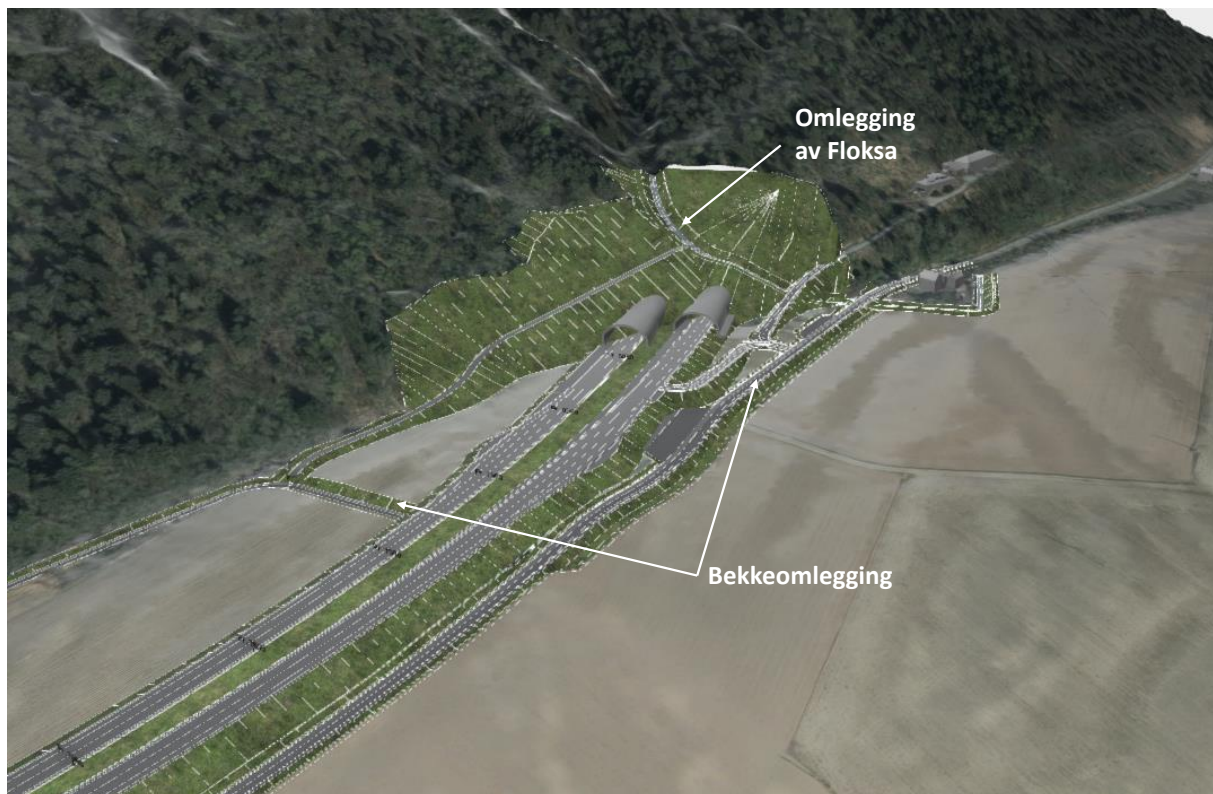
Figur 3-8: Fylling på flomsletta sør for Homyrkamtunnel (Kilde: Norconsult).

3.8 Bekkeomlegging ved søndre påhugg Homyrkamtunnel

Bekken Floksa krysser i dag området hvor tunnelpåhugget er planlagt. Bekken vil legges om som vist i figur 3-9. Bekkeløpet er bratt (opp til ca. 40 % fall) og har en kurve. Nytt bekkeløp sikres mot erosjon.

Det er et vannsig (en bekk) i nedkant av dalsiden langs skråningen vest for planlagt E6. Vannet renner mot nord og samler tilsig fra flere små bekker i dalsiden. Dagens løp ligger under ny planlagt E6 og må derfor legges om. Nytt bekkeløp skal sikres mot erosjon.

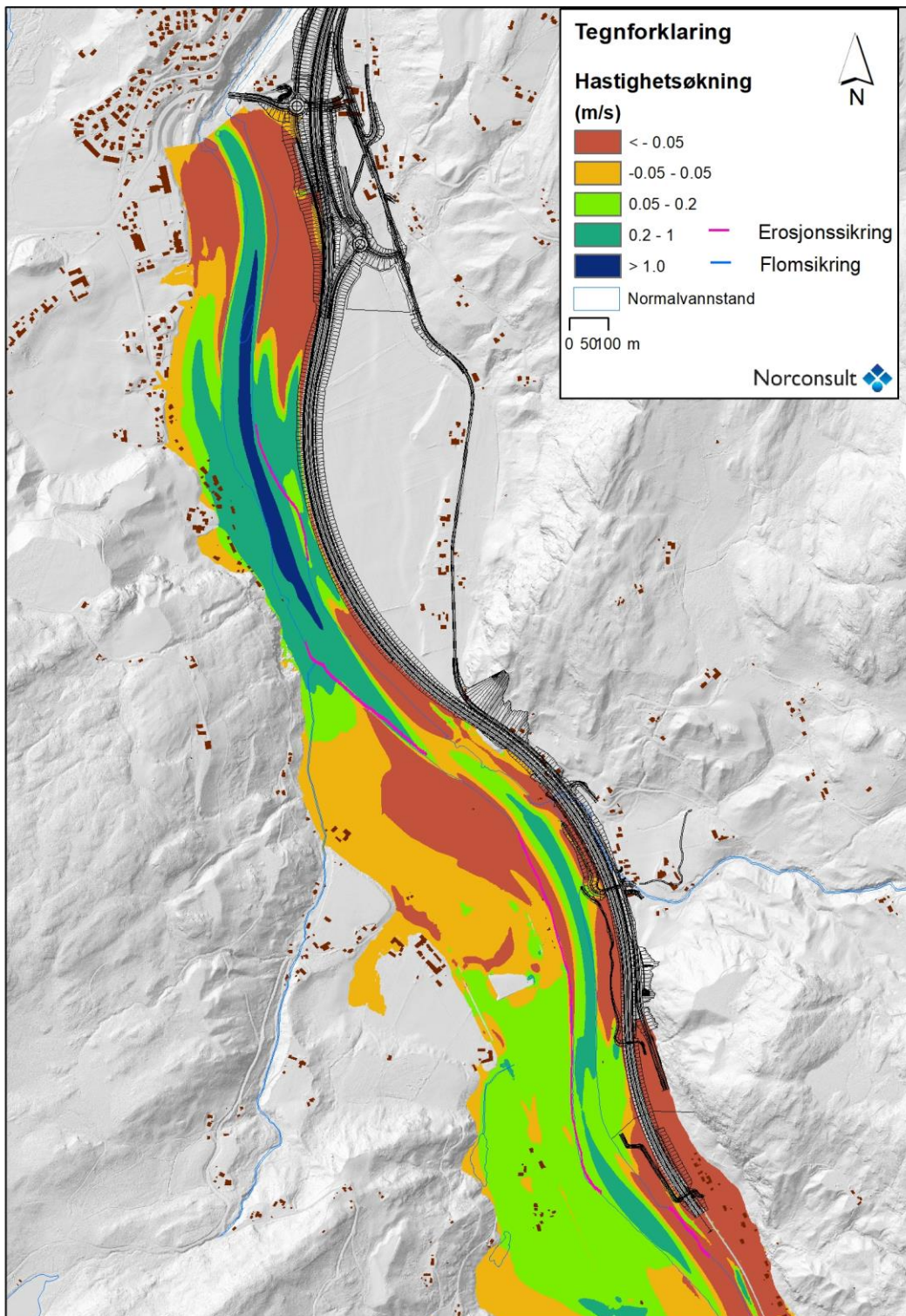
Bekkeløpene samles og føres til dagens løp som ligger nordøst for påhugget.



Figur 3-9: Omlegging av bekker ved søndre påhugg Homyrkamtunnel (Kilde: Norconsult).

3.9 Konsekvenser av tiltaket og mulige avbøtende tiltak

Bygging av veifylling på en flomslette medfører økning av vannhastigheter på flomsletta, og dette vil kunne øke faren for erosjon. Det er en betydelig økning i hastigheter i Gaula ved Vollagrenda, en økning på mellom 1 og 1,3 m/s. Ved Gyllan er økningen i hastighet på ca. 0,3 m/s. Behov for erosjonssikringstiltak på disse stedene vurderes i teknisk plan/reguleringsplan. Figur 3-10 viser steder med økte hastigheter.



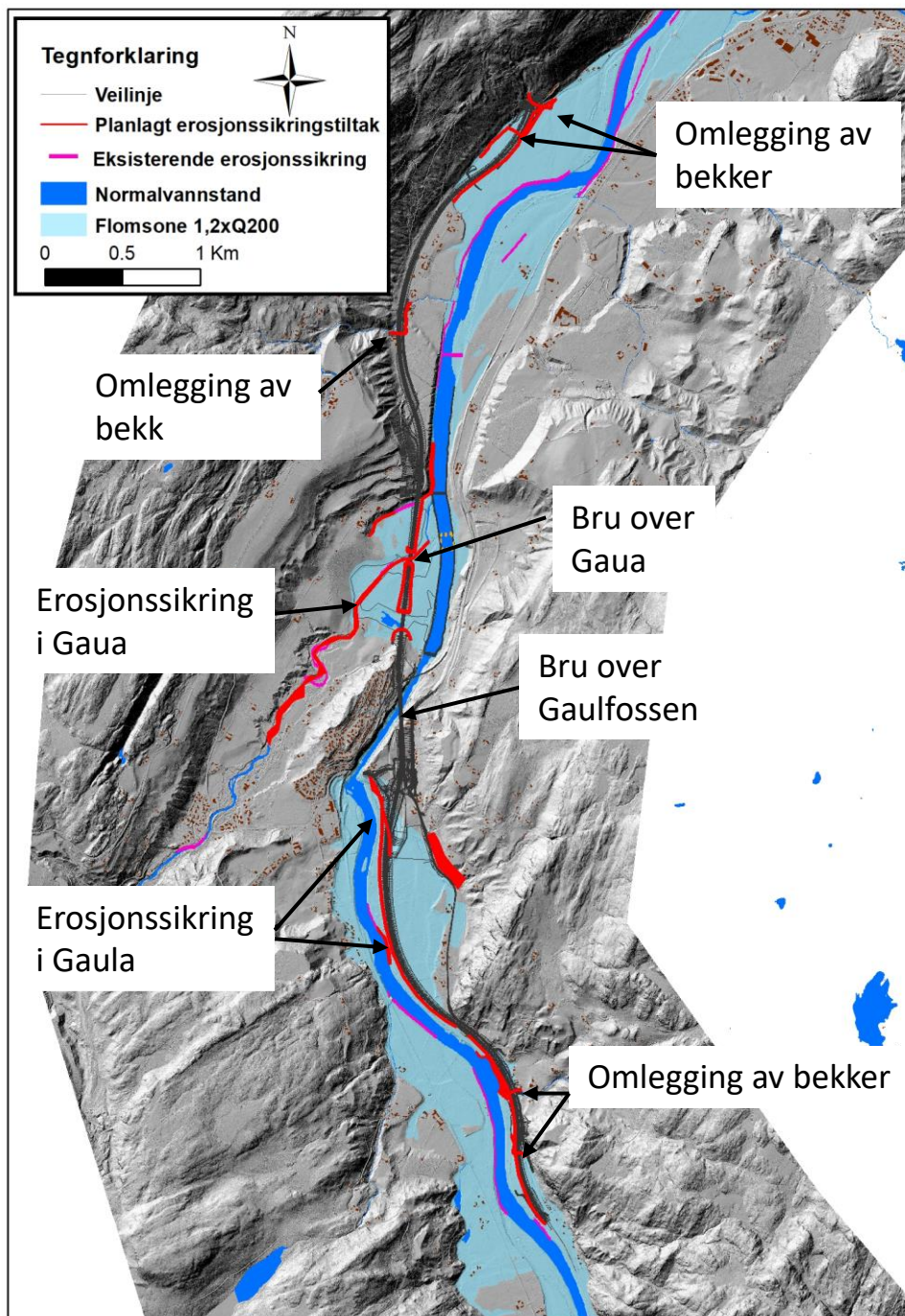
Figur 3-10: Alternativ 1.1. Områder med økning i hastigheter (Kilde: Norconsult).

4 ALTERNATIV 1.2 GYLLAN – HOMYRKAMTUNNEL SØR

Dette alternativet er sammenfallende med alternativ 1.1 mellom Gyllan og Hovinkrysset (Fossgrenda). Deretter krysser linjen til vestsiden av Gaula med en bru over Gaulfossen. Denne brua ligger godt over 200-års flomvannstandnivå. På vestsiden av Gaula vil veien ligge på fylling over flomsletta, der Gaua har samløp med Gaula.

Mellom Sandbrauta og søndre påhugg til Homyrkamtunnelen er det utarbeidet to varianter av veilinjen, der variant 1.2A ligger tilbaketrukket fra Gaula, langs bunnen av fjellskråningen og er sammenfallende med alternativ 1.1. Variant 1.2B følger i større grad Gaula fra Sandbrauta og nordover, før den ledes over flomsletta mot tunnelpåhuggsområdet.

Figur 4-1 viser hvilke deler av strekningen som vurderes erosjonssikret. Sikringstiltakene sør for Hovin er beskrevet i kapittel 3.1 til 3.4 og vil ha tilsvarende utforming for dette alternativet. Sikringstiltakene mellom Sandbrauta og Homyrkamtunnelen er beskrevet i kapittel 3.7 og 3.8, og har tilsvarende utforming for dette alternativet. Tiltakene mellom Hovin/Gaulfossen og Sandbrauta er beskrevet i kapittel 4.1.



Figur 4-1: Oversikt over erosjonssikringstiltak alternativ 1.2. Gyllan – Sandbrauta og variant 1.2A Sandbrauta – Homyrkamtunnel sør (Kilde: Norconsult).

4.1 Gammelelva - Gaua

Det er planlagt at ny E6 vil krysse Gammelelva i ei bru med bunnbredde på ca. 10 m og helningen på fyllingene på begge sider på 1:2 (figur 4-3). Det er planlagt ei ca. 85 m lang bru over Gaua (figur 4-4).

Østre sida av veifyllingene, vestre side av den midterste fyllingen og veifyllingen under bru over Gammelelva og bru over Gaua bør erosjonssikres med en nedgravd tå langs nederste delen av selve fyllingen, som vist i figur 2-8 i kapittel 2.2.

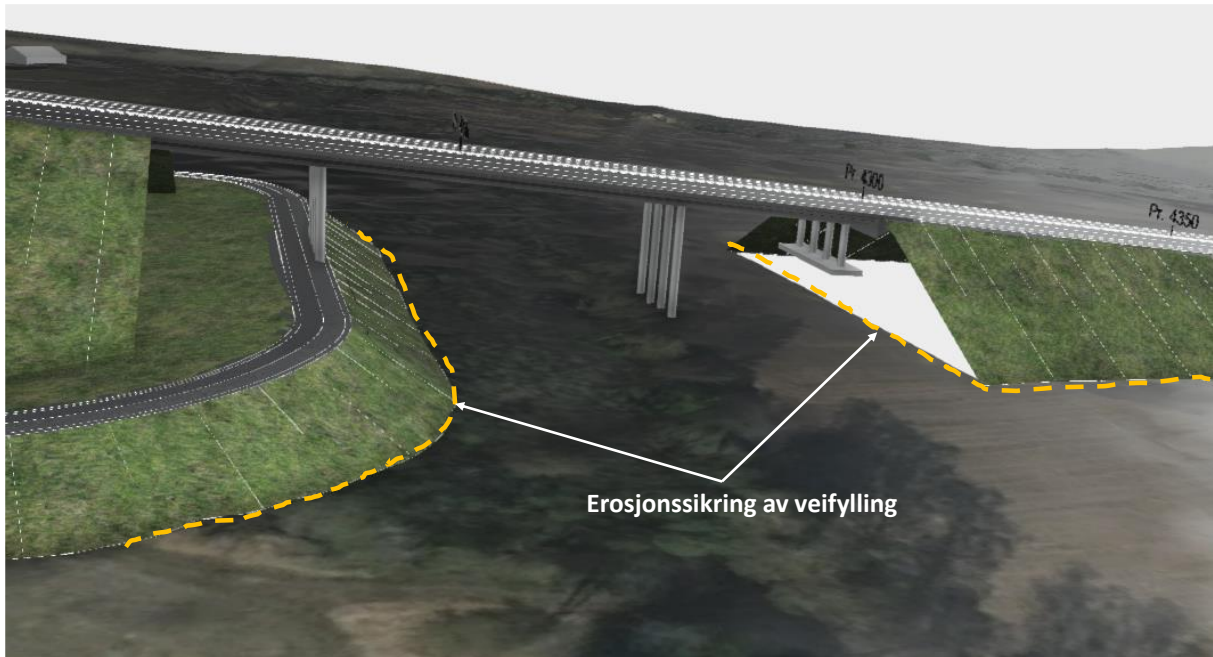
Pilarene til begge bruene skal fundamenteres slik at de tåler erosjon (dvs. med fundament under forventet erosjonsdybde). Det regnes med tiltak for å sikre landkarene til brua over Gaua, som ligger ca. 25 m fra elveløpet. Sikring av landkarene utføres med en steinranke på land som vist i figur 2-2 i kapittel 2.2.

En ca. 380 m lang strekning av Gaua i nærheten av brukrysning bør erosjonssikres med en tilbaketrukket erosjonssikring som tar hensyn til fisk og vegetasjon. Lenger oppe i vassdraget finnes det en kvikkleiresone og ca. 1500 m av elveløpet er planlagt sikret for å unngå fare for kvikkleireskred ved stor flom i Gaua. En skisse av forslaget til erosjonssikring er vist i figur 2-4 i kapittel 2.2. En illustrasjon over de planlagte tiltakene i Gaua er vist i figur 4-5. I dette området finnes det sprøbruddmateriale fra ca. 3 m under toppen av terrenget. Dette medfører at graving bør begrenses til mindre enn 2,5 m.



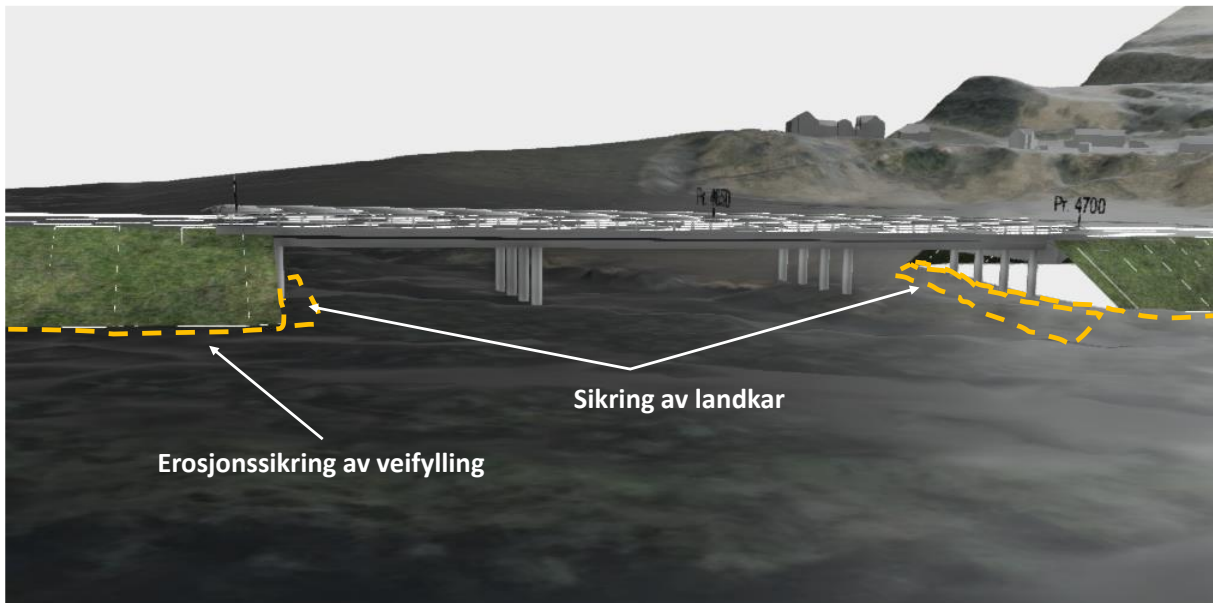
Figur 4-2: Oversikt over veilinjen på flomsletta Gammelelva–Gaua (Kilde: Norconsult).

Bru over Gammelelva

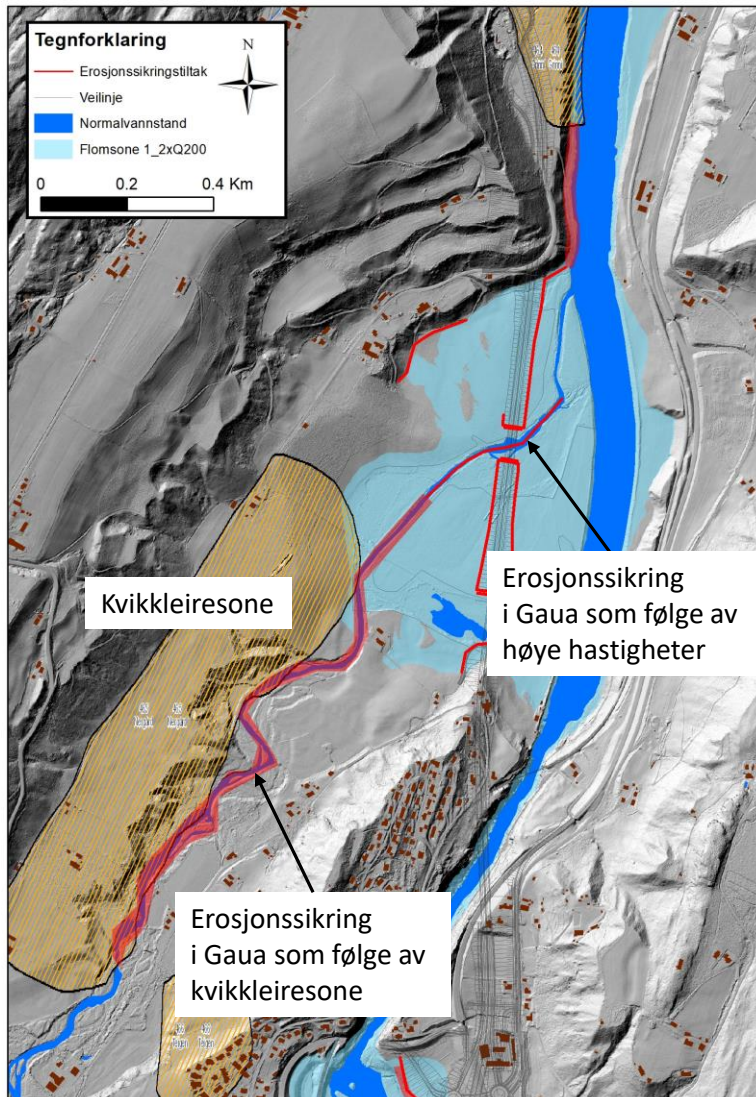


Figur 4-3: Krysning av Gammelelva med bru (Kilde: Norconsult).

Bru over Gaua



Figur 4-4: Bru over Gaua (Kilde: Norconsult).



Figur 4-5: Alternativ 1.2. Planlagte sikringstiltak i Gaua (Kilde: Norconsult).

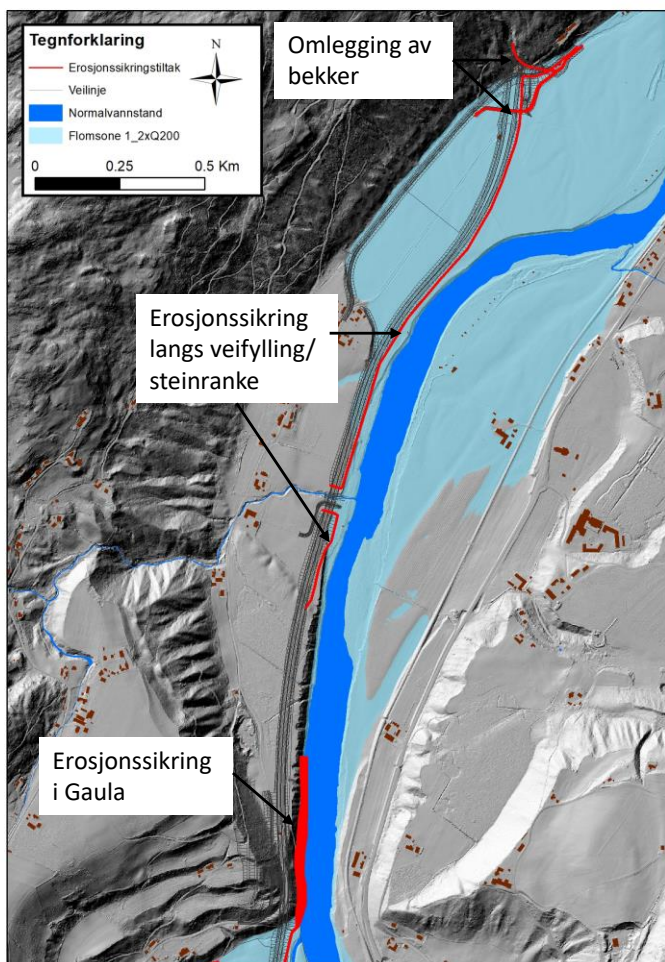
4.2 Variant 1.2A Sandbrauta – Homyrkamtunnel sør

Mellom Sandbrauta og søndre påhugg til Homyrkamtunnelen er variant 1.2A sammenfallende med alternativ 1.1.

4.3 Variant 1.2B Sandbrauta – Homyrkamtunnel sør

Mellom Sandbrauta og søndre påhugg til Homyrkamtunnelen ligger veilinjens 1.2B langs Gaula.

Figur 4-6 viser en illustrasjon av strekningen Sandbrauta - Homyrkamtunnelen som vurderes erosjonssikret. Sikringstiltakene mellom Sandbrauta og søndre påhugg Homyrkamtunnelen er beskrevet i kapitler 4.3.1 til 4.3.3.



Figur 4-6: Alternativ 1.2B Sandbrauta - Homyrkamtunnel. Forslag til erosjonssikringstiltak (Kilde: Norconsult).

4.3.1 Erosjonssikring ved Sandbrauta

Ved Sandbrauta ligger veilinj nær elveløpet, og det er fare for erosjon pga. de høye hastighetene ved flom i Gaula. Det vurderes at Gaulas vestre skråning bør sikres i en lengde på ca. 500 m, som vist i figur 4-7. Sikringstiltaket avsluttes der veien har tilstrekkelig avstand til elvekanten og kan sikres langs veilinj. Avstanden er vurdert basert på at helning mellom veilinj og elveløp må være minst 3: 1 (H: V). Dette skal utredes nærmere i teknisk plan/reguleringsplan.

En prinsippskisse er vist i figur 2-1 i kapittel 2.2.

4.3.2 Erosjonssikring av veilinen mellom Sandbrauta og søndre påhugg Homyrkamtunnel

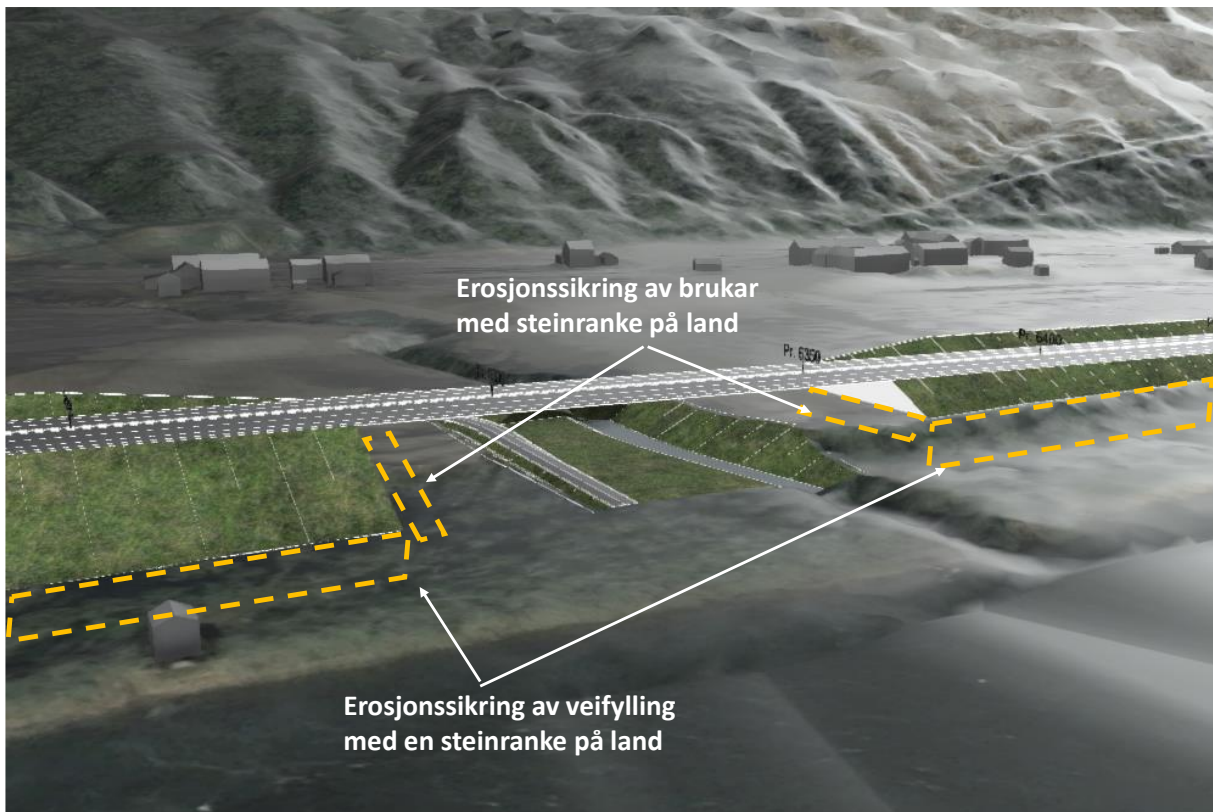
Avstanden mellom veilinen og elvekanten reduseres litt sør for utløp Grinnibekken. Her er det planlagt å sikre selve veifyllingen med en steinranke på land, som vist på prinsippskissen i figur 2-2 i kapittel 2.2. Løsningen bør også kombineres med sikring av veifylling på flomsletta, vist i figur 2-8 i kapittel 2.2. Strekingen som bør sikres er ca. 1100 m lang (se figur 4-7).



Figur 4-7: Alternativ 1.2.B Sandbrauta – søndre påhugg Homyrkamtunnel, erosjonssikring (Kilde: Norconsult).

4.3.3 Bru over Grinnibekken

Ny E6 krysser Grinnibekken med en bru (figur 4-8). Brupilarene fundamenteres slik at de tåler erosjon (dvs. fundamentet plasseres lavere enn forventet erosjonsdybde), men brukar bør sikres mot erosjon. Sikringen av landkarene er planlagt som en steinranke på land. En prinsippskisse er vist i figur 2-2 i kapittel 2.2.



Figur 4-8: Sikring av landkar til bru over Grinnibekken (Kilde: Norconsult).

4.4 Konsekvenser av tiltaket og mulige avbøtende tiltak

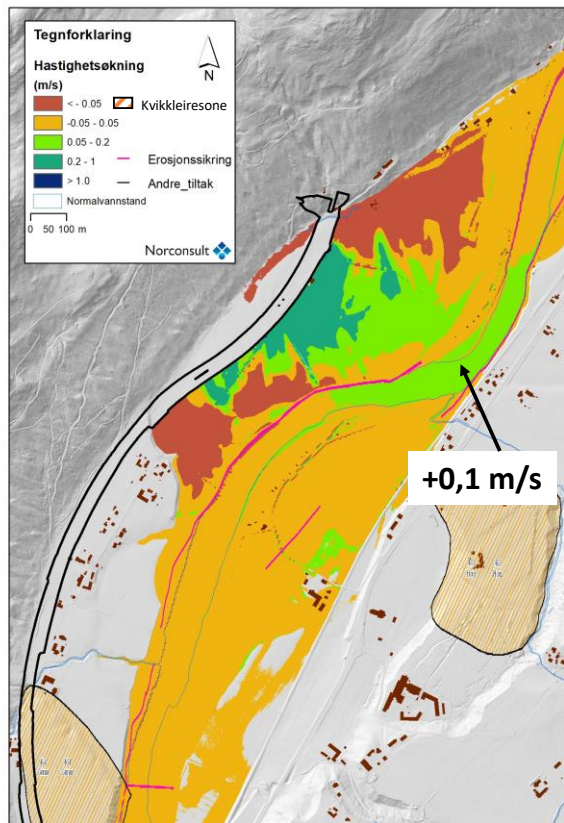
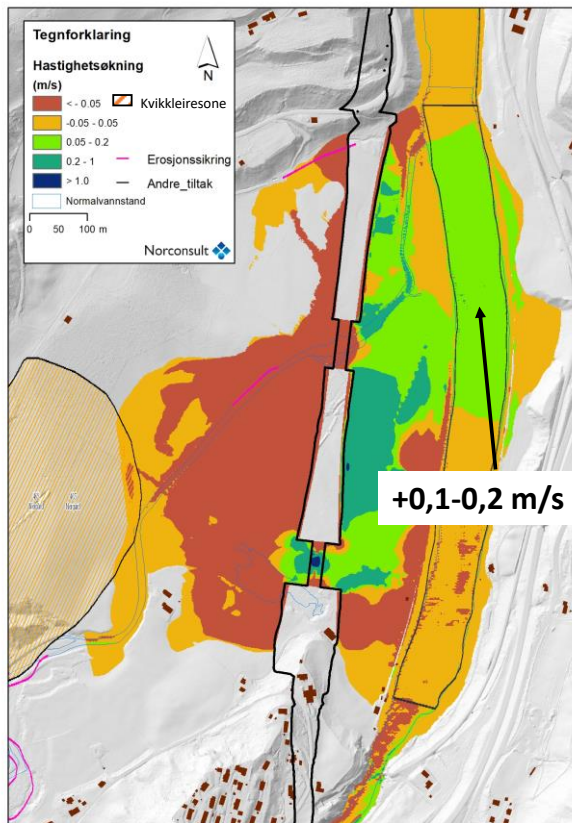
Bygging av veifylling på flomsletta medfører økning av hastigheter, og dette vil kunne øke fare for erosjon. De hydrauliske beregningene er presentert i rapport «NV50E6GK-VAA-RAP-002 Hydrauliske beregninger Gyllan–Kvål» [16].

Figur 4-9 viser steder med økte hastigheter i Gaula for alternativ 1.2A. Disse strekningene i Gaula er per i dag erosjonssikret. Behov for ytterlige sikringstiltak på disse stedene vurderes i teknisk plan/ reguleringsplan.

1,2xQ200 i Gaula og 1,2xQM i Gaua

Alternativ 1.2.A

Alternativ 1.2.A



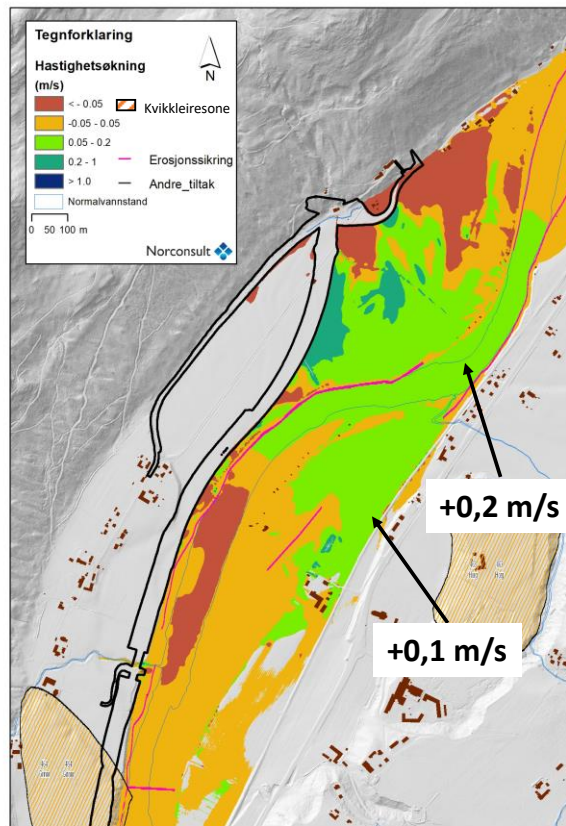
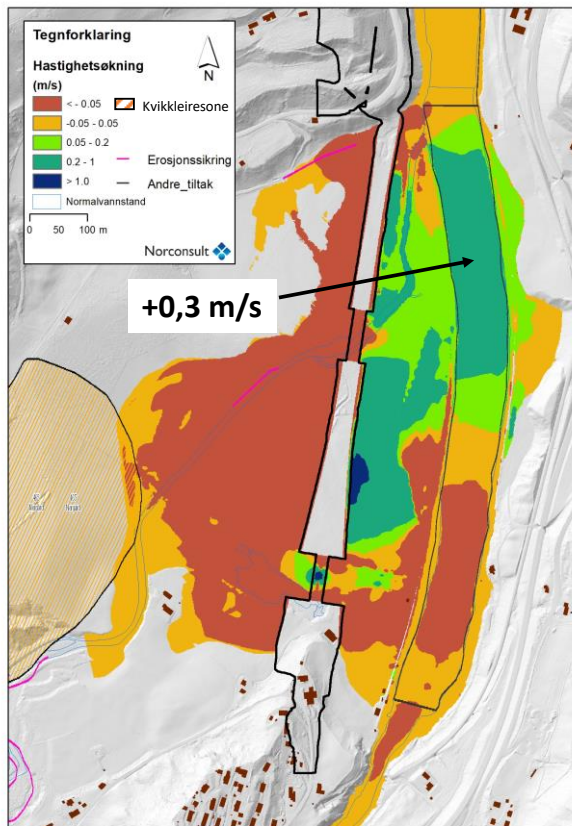
Figur 4-9: Alternativ 1.2A. Områder med økning i hastigheter ved 200-års flom i Gaula inkludert 20 % klimapåslag (Kilde: Norconsult).

Figur 4-10 viser steder med økte hastigheter i Gaula for alternativ 1.2B. Disse strekningene i Gaula er per i dag erosjonssikret. I tillegg blir det en liten økning i hastigheter ved jernbanelinja ved Horg. Behov for ytterlige sikringstiltak på disse stedene vurderes i teknisk plan/ reguleringsplan.

1,2xQ200 i Gaula og 1,2xQM i Gava

Alternativ 1.2.B

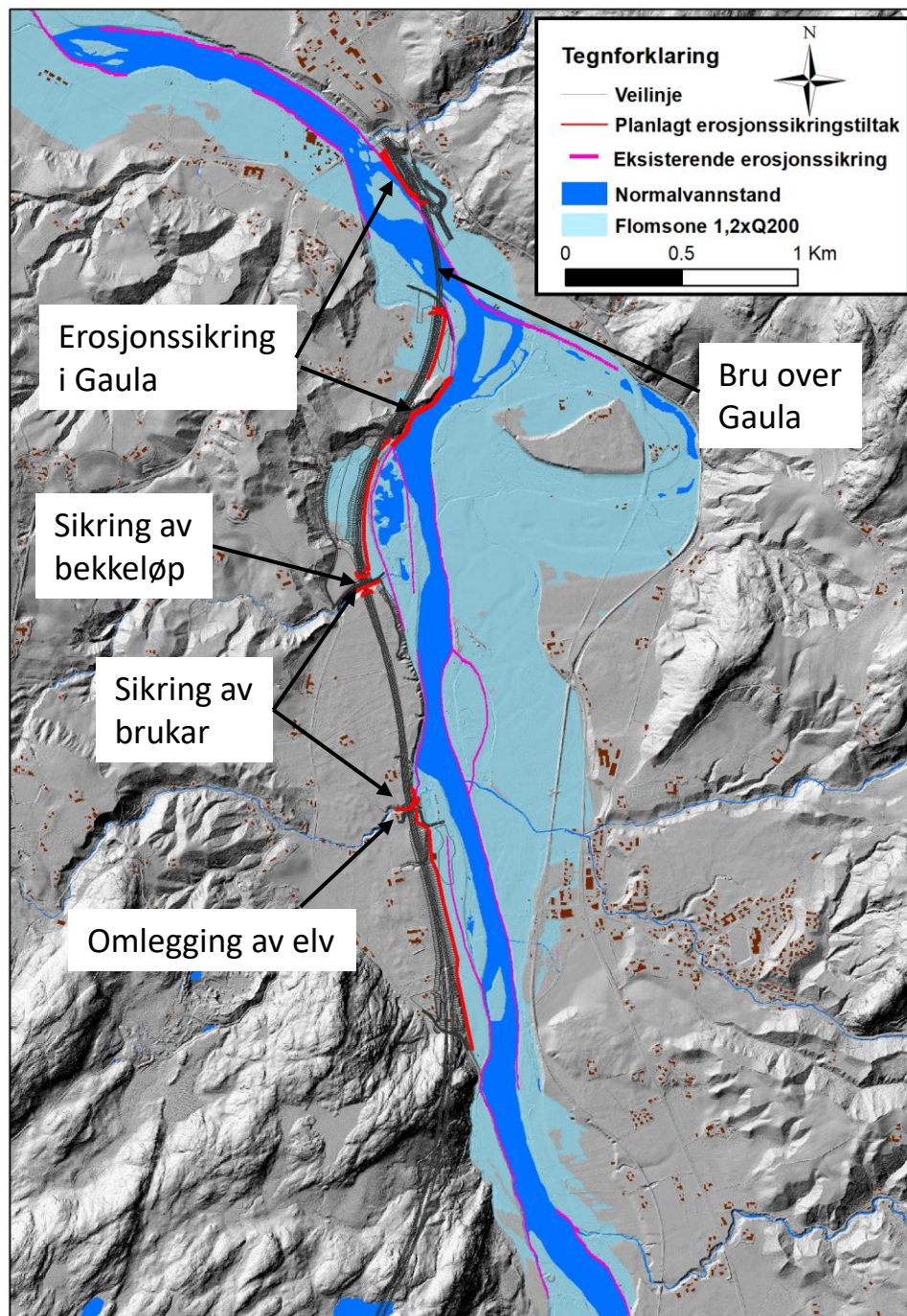
Alternativ 1.2.B



Figur 4-10: Alternativ 1.2.B. Områder med økning i hastigheter ved 200-års flom i Gaula inkludert 20 % klimapåslag (Kilde: Norconsult).

5 ALTERNATIV 2.1 HOMYRKAMTUNNEL - KVÅL VEST

Figur 5-1 viser strekningen som vurderes erosjonssikret. Hvert sted er beskrevet i følgende kapitlene.



Figur 5-1: Alternativ 2.1 Homyrkamtunnel – Kvål vest. Oversikt over erosjonssikringstiltak (Kilde: Norconsult).

5.1 Omlegging av Loa

Der hvor E6 krysser Loa har elva en sving, og det er derfor planlagt at elveløpet flyttes og forkortes (som vist i figur 5-2).

Loa er svært viktig for fiskebestanden og nytt bekkeløp må planlegges i samsvar med det. Figur 2-5 i kapittel 2.2 viser et forslag til bekkprofil etter omlegging, med et lavvannføringsløp, tilbaketrukket erosjonssikring og uregelmessig steinutlegg som gir mer variasjon enn glatt plastring. Det kan være nødvendig med noen lave terskler på strekningen hvor elva forkortes for å unngå at en økning i fall gir lavere vannstander og høyere vannhastigheter og dermed erosjon lengre opp i vassdraget. Disse bør utformes slik at det ikke er en hindre til fiskevandring.

Ved oppbygging av nytt bekkeløp vil brukar sikres mot erosjon ved å benytte en tilbaketrukket erosjonssikring.



Figur 5-2: Loa i dagens situasjon (venstre) og med planlagt linje (høyre) (Kilde: Norconsult).

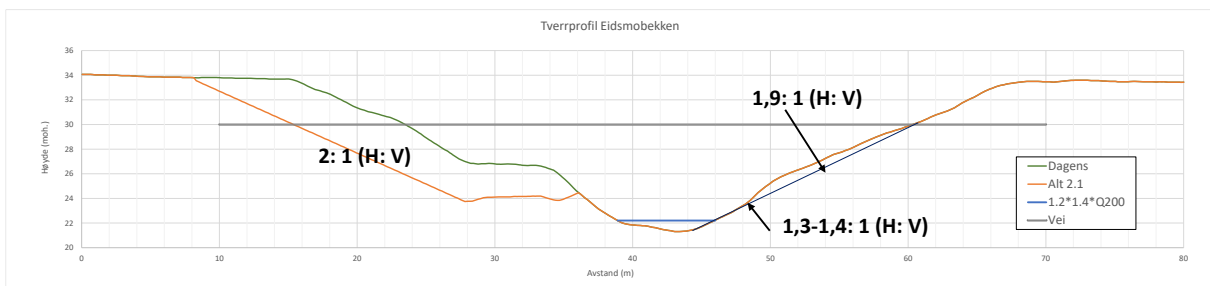
5.2 Bru over Eidsmobekken

Ny E6 vil krysse på bru over Eidsmobekken (se figur 5-3). Traktorveien på nordre side av bekken vil oppgraderes. Et tverrprofil av kryssingen er vist i figur 5-4 (høyde på veien er vurdert skjønnsmessig fra 3D-modell).

Det er tegn på erosjon i bekkeløp, og derfor vurderes behov for sikring av bekkeløp ved brukryssing. Lengda på strekningen som sikres er ca. 150 m. Figur 2-5 i kapittel 2.2 viser et forslag til bekkprofil etter omlegging, med et lavvannføringsløp, tilbaketrukket erosjonssikring og uregelmessig steinutlegg som gir mer variasjon enn glatt plastring.



Figur 5-3: Krysning over Eidsmo bekken (Kilde: Norconsult).



Figur 5-4: Tverrprofil ved bru over Eidsmobekken.

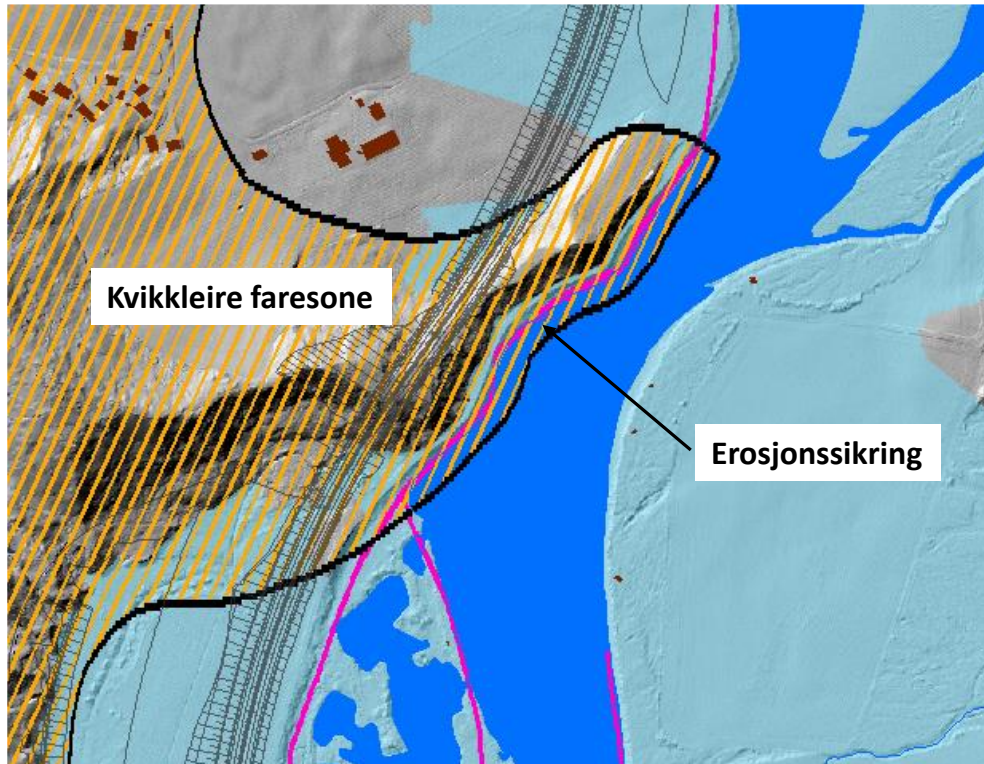
5.3 Oppgradering av erosjonssikring i Gaula ved Kåsa

Nordvest for Gaula ved Kåsa finnes det en kvikkleiresone, se figur 5-5. Skråningen ned til Gaula er erosjonssikret med ordnet steinlag, og anlegget er registrert bygd i 1931. Beskrivelsen av området fra [7] er gjengitt nedenfor:

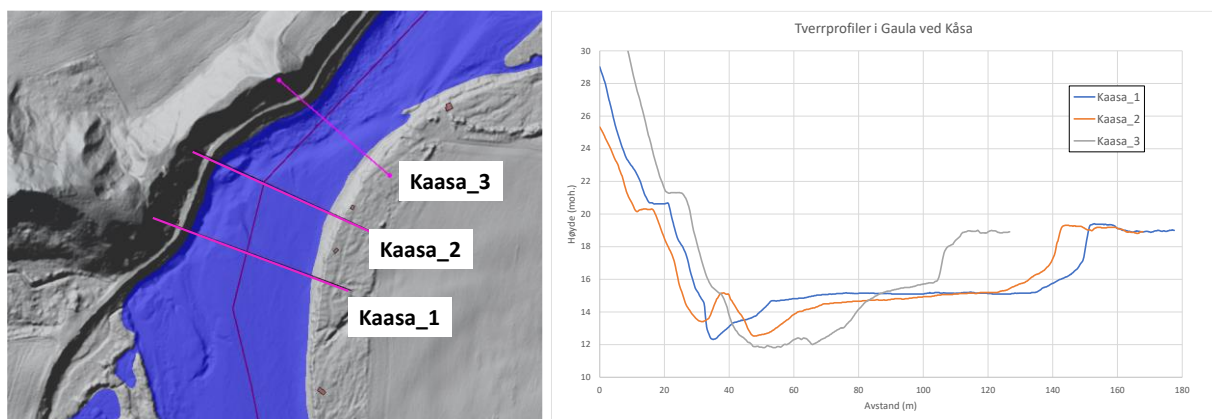
«Elva er veldig smal i øvre deler av dette området. Den vider seg ut og tar en sving, slik at anlegget ligger utsatt til i en yttersving. Her har elva erodert bort mange meter de siste 10-årene, store endringer. Elva er dyp og har middels til stor strømhastighet. Ingen markerte stryk. Grunnforholdene består av elve-, hav- og fjordavsetninger. Kvikkleiresonen Forset 449 med faregrad middels går helt ned til elva».

Ifølge opplysninger i [7] (fra 2010) ble anlegget vedlikeholdt i 2007 i forbindelse med et dypt hull midt i elven her. Deler av anlegget som ikke ble vedlikeholdt ligger delvis gjengrodd eller ser bra ut [7].

Figur 5-6 viser tverrprofiler i Gaula ved Kåsa. Det merkes en fordypning av elvebunnen ved yttersvingen ved sikringstiltaket. Det vurderes at denne erosjonssikringen bør kontrolleres og sannsynligvis må oppgraderes.



Figur 5-5: Kvikkleire faresone og erosjonssikringstiltak i Gaula ved Kåsa (Kilde kvikkleire faresone: NVE Atlas).



Figur 5-6: Tverrprofiler i Gaula ved Kåsa (Kilde: Norconsult).

5.4 Kåsabruer

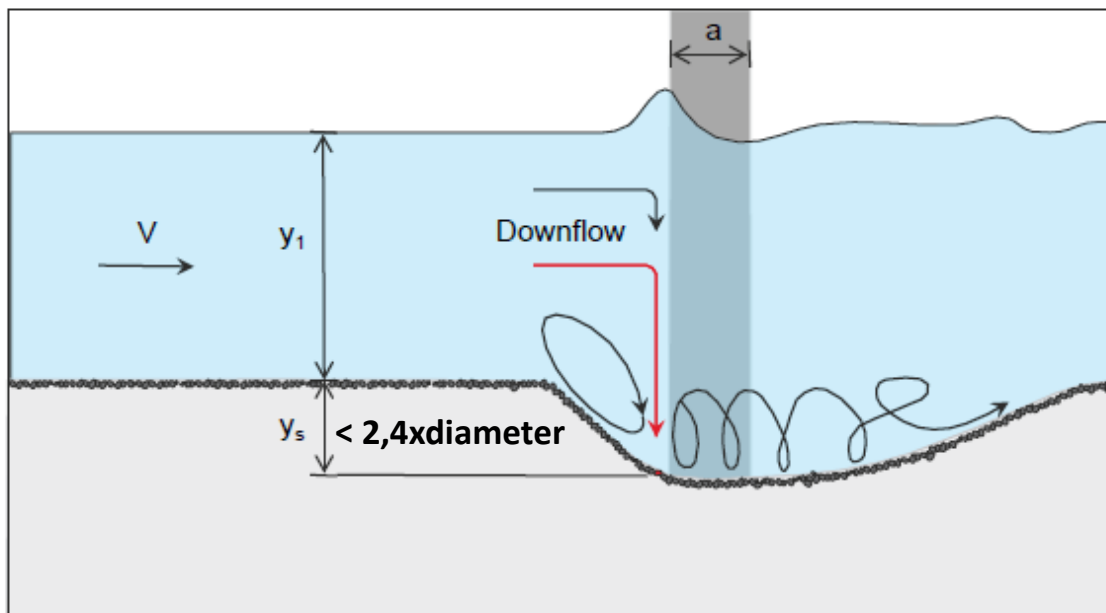
Ved Kåsabruene har Gaula et viktig gyteområde og det finnes elvør/sandbanker (se figur 5-7).

Ved plassering av brupilare i elv med fine masser, vil man få lokale strømningsendringer med følgende erosjonsgrop rundt pilaren, som vist i figur 5-8. Erosjonsdybder er avhengig av hastigheter og til en viss grad stedlige masser, men er ifølge litteraturen begrenset til 2,4 ganger pilardiameter. Pilarene i Kåsabuene har en diameter på 1 m, og største erosjonsdybde vurderes til maksimal 2,4 m. I tillegg kan det forekomme endringer i lokale bunnivåer på grunn av naturlige bevegelser i dypålen og elvøren.

I dimensjonering av brusøyer/fundamenter er det forutsatt at spuntene føres så dypt ned at fundamentene tåler noen meter erosjon. Det er uansett ikke ønskelig at fundamentene stikker ut i elveløpet da dette vil forårsake betydelig turbulens. Det foreslås å sikre rund søylefundamentene som vist i figur 2-7 i kapittel 2.2.5.

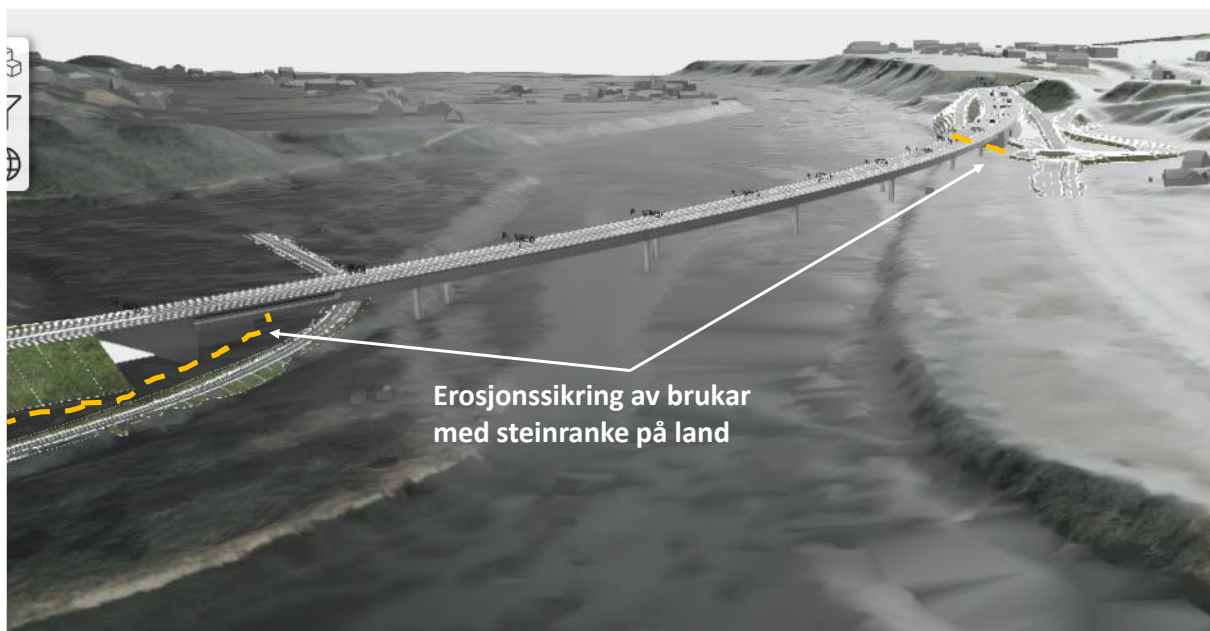


Figur 5-7: Gaula ved Kåsabuene, flyfoto (Kilde: ArcGIS Basemap).



Figur 5-8: Skisse av erosjon rundt brupilarer (Kilde: US Department of Transportation, fra [15]).

Brukarene og annet infrastruktur innenfor flomutsatt område sikres mot erosjon ved bruk av steinranke på land (se figur 5-9). En prinsippskisse er vist i figur 2-2 i kapittel 2.2.



Figur 5-9: Kåsabuene fra 2D-modell, erosjonssikring ved brukar (Kilde: Norconsult).

5.5 Fylling sør for Kvålbrua

Avkjøring fra E6 ved Kvål ligger til dels på fylling langs Gaulas skråning, se figur 5-10. I NVE Atlas [6] er det registret erosjonssikring på dette stedet. Det vurderes at sikringen bør oppgraderes. En prinsippskisse for sikring i Gaulas skråning er vist i figur 2-1 i kapittel 2.2.

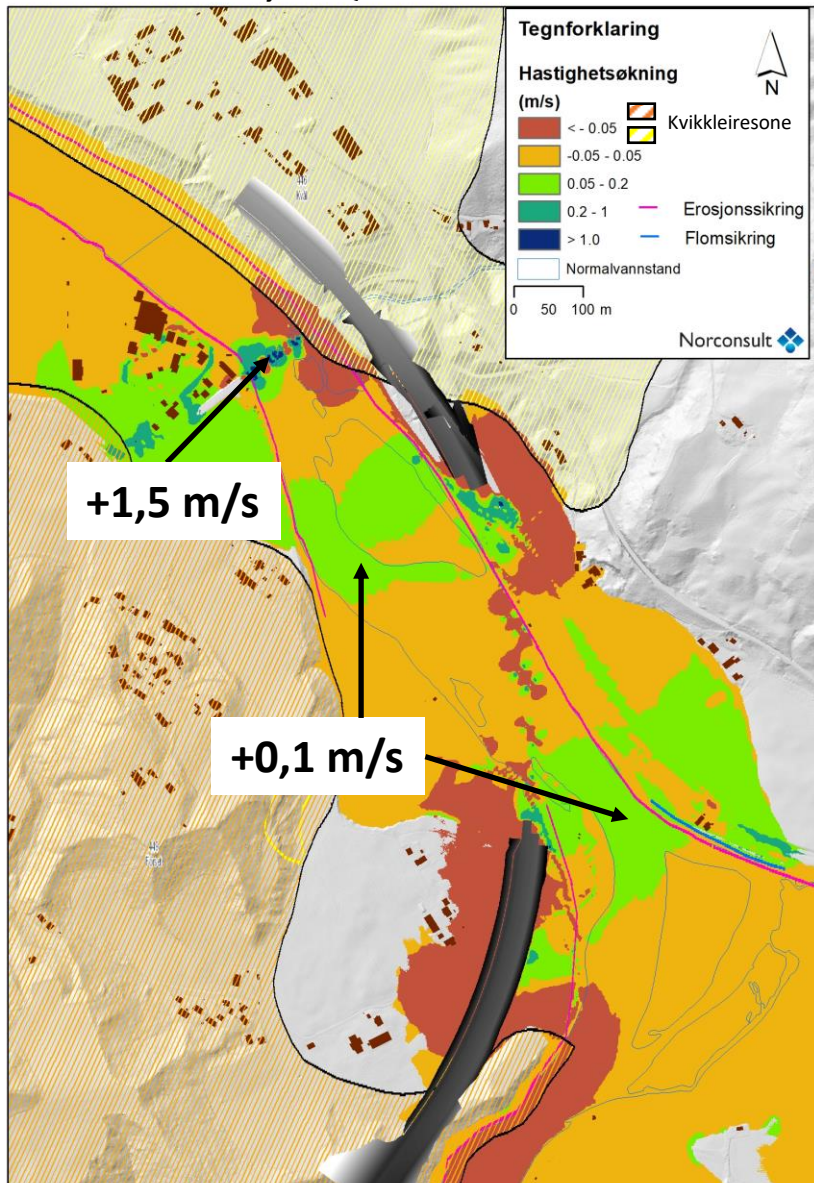


Figur 5-10: Fylling i Gaulas skråning, avkjøring ved Kvål, alternativ 2.1 (Kilde: Norconsult).

5.6 Konsekvenser av tiltaket og mulige avbøtende tiltak

Bygging av veifylling på flomsletta ved Nerkåsa og Øyan medfører økning av hastigheter, og dette vil kunne øke fare for erosjon. De hydrauliske beregningene er presentert i rapport «NV50E6GK-VAA-RAP-002 Hydrauliske beregninger Gyllan – Kvål» [16]. Figur 5-11 viser steder med økte hastigheter i Gaula. Områdene i Gaula er per i dag erosjonssikret. Området ved Kvålbrua får en betydelig lokal økning i hastigheter (+1,5 m/s) som følge av at mer av vannet strømmes til den vestlige elvebredden. Rett nedstrøms brua finnes det en forsenkning i elvebunnen (erosjonshull) og påvirkning av dette bør undersøkes nærmere. Behov for erosjonssikringstiltak på disse stedene vurderes i teknisk plan/ reguleringsplan.

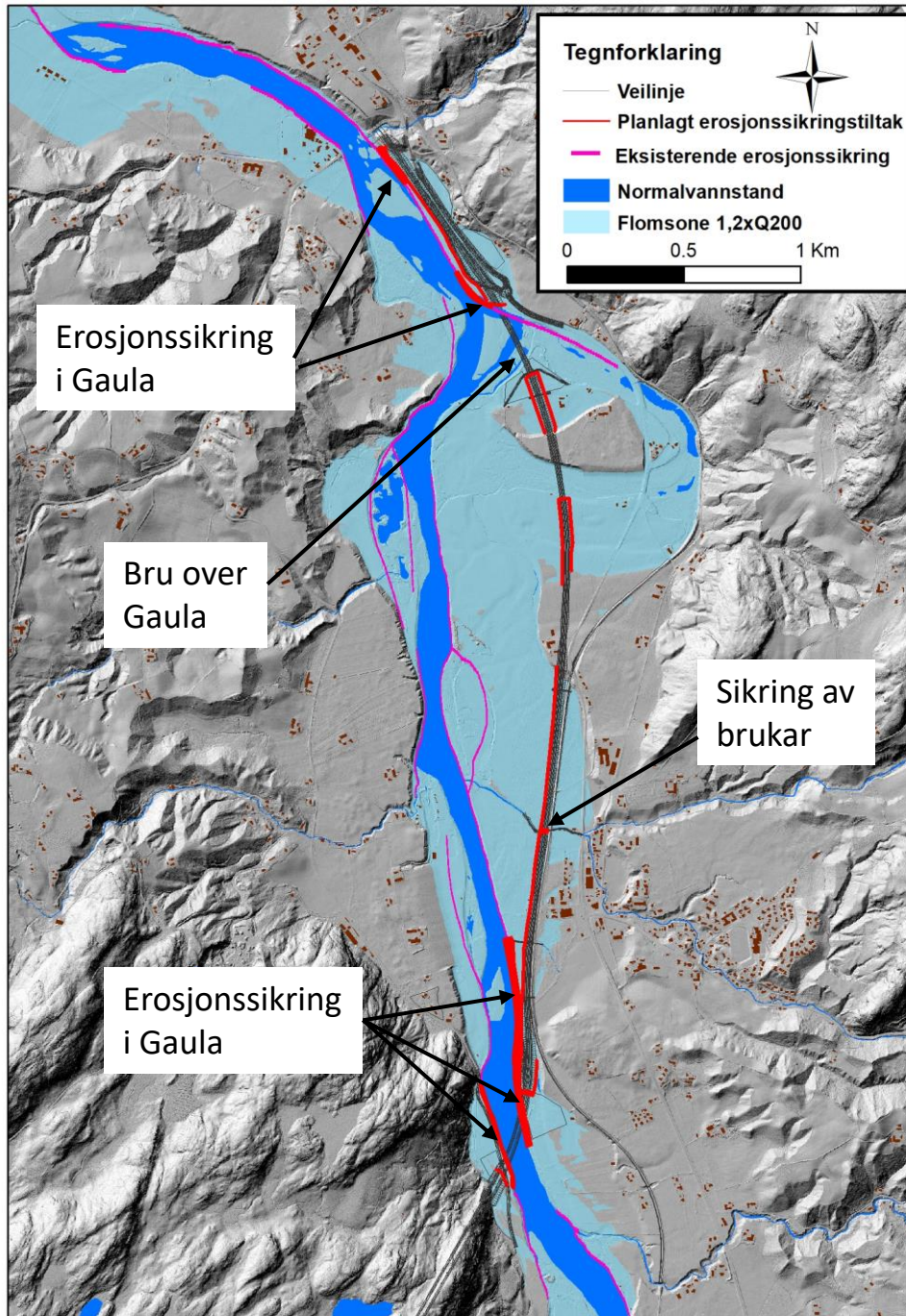
1,2xQ200 i Gaula



Figur 5-11: Alternativ 2.1 Områder med økning i hastigheter (Kilde: Norconsult).

6 ALTERNATIV 2.2 HOMYRKAMTUNNEL – KVÅL ØST

Figur 6-1 viser strekningen som vurderes erosjonssikret. Hvert sted er beskrevet i følgende kapitlene.



Figur 6-1: Alternativ 2.2 Homyrkamtunnel – Kvål øst. Oversikt over erosjonssikringstiltak (Kilde: Norconsult).

6.1 Bru Ler

Ved bru Ler har Gaula elvør/sandbanker (se figur 6-2), og det finnes gyteområder både oppstrøms og nedstrøms brua.

Ved plassering av brupilarer i elv med fine masser vil man få lokale strømningsendringer med følgende erosjonsgrøp rundt pilaren, som vist i figur 5-8. Erosjonsdybder er avhengig av hastigheter og til en viss grad stedlige masser, men er ifølge litteraturen begrenset til 2,4 ganger pilardiameter [15]. Pilarene i bru Ler har en diameter på 0,6 m, og største erosjonsdybde vurderes til maksimal 1,5 m.

I dimensjonering av brusøyler/fundamenter er det forutsatt at spuntene føres så dypt ned at fundamentene tåler noen meter erosjon. Det er uansett ikke ønskelig at fundamentene stikker ut i elveløpet da dette vil forårsake betydelig turbulens. Det foreslås å sikre rund søylefundamentene som vist i Figur 2-7 i kapittel 2.2.5.

Brukarene og annet infrastruktur innenfor flomutsatt område sikres mot erosjon ved bruk av steinranke på land (figur 6-3). En prinsippskisse av dette er vist i figur 2-2 i kapittel 2.2.



Figur 6-2: Gaula ved bru Ler, flyfoto (Kilde: ArcGIS Basemap).



Figur 6-3: Bru Ler fra 2D-modell, erosjonssikring ved brukar (Kilde: Norconsult).

6.2 Erosjonssikring i Gaula ved bru Ler

På begge av sider av Gaula finnes det kvikkleiresoner, se figur 6-4. Gaulas skråninger er erosjonssikret med ordnet steinlag, og anlegget er registrert bygd mellom 1939 og 1960.

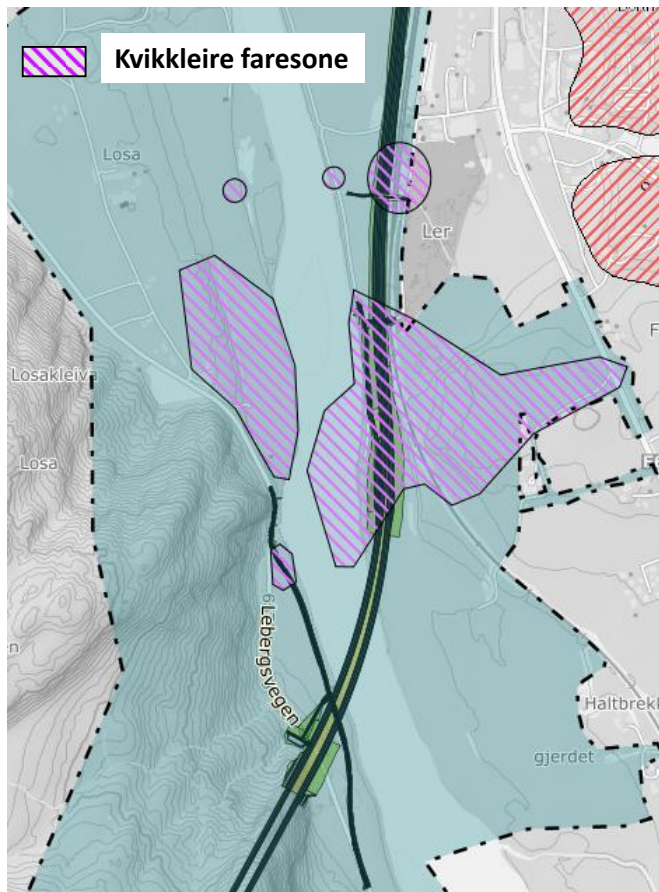
Beskrivelsen av vestre sikringstiltaket fra [7] er gjengitt nedenfor:

«Anlegg 1973 har flere sammenhengende skader, er undergravid og har åpne sår. Anlegg 923 har også flere skader i nedre deler, men det finnes fortsatt noe stein der. Det er behov for reparasjoner på anlegg 1973».

Beskrivelsen av østre sikringstiltaket fra [7] er gjengitt nedenfor:

«Tilstanden på 872 er tilfredsstillende. Elva har senket seg slik at anlegget ligger delvis bak grusør som det eroderer i leire på. Anlegg 2000 er tynnslett og ser ut til å mangle fot langs nedre deler av anlegget. Det vil ikke prioriteres å utføre vedlikehold på dette anlegget».

I tillegg mangler sikringstiltakene forankringer [7]. Det vurderes at erosjonssikring bør kontrolleres og må sannsynligvis oppgraderes. Sikringstiltaket på østre side bør i tillegg forlenges litt sørover for å dekke hele kvikkleire-faresonen.



Figur 6-4: Kvikkleiresoner ved Gaula nær bru Ler (Kilde: Norconsult).

6.3 Kaldvella

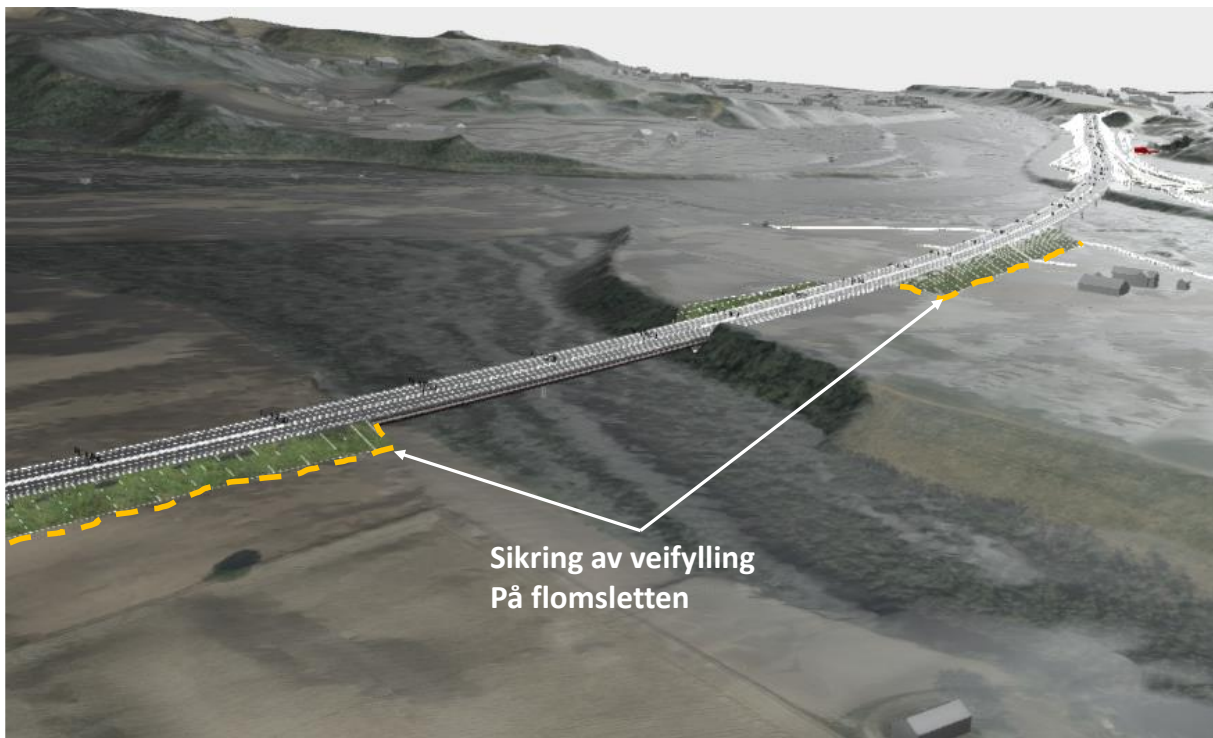
Ny E6 vil krysse Kaldvella på ei bru (se figur 6-5). Kaldvella er preget av kanalisering og har utfordringer med isgang, og pilarer i elveløpet bør derfor unngås. Brukarene bør sikres mot erosjon. Sikringen av landkarene er planlagt som en steinranke på land. En prinsippsskisse er vist i figur 2-2 i kapittel 2.2.



Figur 6-5: Bru over Kaldvella (Kilde: Norconsult).

6.4 Bru over Gammelelva naturreservat

Ny E6 vil krysse Gammelelva naturreservat på bru (figur 6-6). Ved flom er hastigheter i dette området veldig lave (ca. 0,2 - 0,5 m/s). Gitt at det finnes mye vegetasjon i det gamle elveløpet, vurderes det at det er ikke behov for erosjonssikring, bortsett fra sikring av veifyllingen på flomsletta. En prinsippkisse av dette er vist i figur 2-8 i kapittel 2.2.



Figur 6-6: Bru over Gammelelva naturreservat (Kilde: Norconsult).

6.5 Bru over Gaula ved Øyan (Kvålsbruer)

Ny E6 vil krysse Gaula ved Øyan på ei bru (**Feil! Fant ikke referanseilden.**). Søndre delen av brua ligger over et elveløp med mye vegetasjon siden det er ikke mye vann her til vanlig. Nordre delen ligger over ei elvør/sandbanke.



Figur 6-7: Bru over Gaula ved Øyan, flyfoto (Kilde: ArcGIS Basemap).

Ved plassering av brupilarer i elv med fine masser, vil man få lokale strømningsendringer med følgende erosjonsgrop rundt pilaren, som vist i figur 5-8. Erosjonsdybder er avhengig av hastigheter og til en viss grad stedlige masser, men er ifølge litteraturen begrenset til 2,4 ganger pilardiameter [15]. Pilarene over Gaula ved Øyan har en diameter på 1,0 m, og største erosjonsdybde vurderes til maksimal 2,4 m. I tillegg kan det forekomme endringer i lokale bunnivåer på grunn av naturlige bevegelser i dypålen og elvøren.

I dimensjonering av brusøyler/fundamenter er det forutsatt at spuntene føres så dypt ned at fundamentene tåler noen meter erosjon. Det er uansett ikke ønskelig at fundamentene stikker ut i elveløpet da dette vil forårsake betydelig turbulens. Det foreslås å sikre rund søylefundamentene som vist i figur 2-7 i kapittel 2.2.5.

Brukarene og annet infrastruktur innenfor flomutsatt område sikres mot erosjon, som skissert i figur 6-8. På søndre side av brua er hastigheter lave (0,2 – 0,4 m/s), og det finnes en del vegetasjon. Det vurderes at det er ikke behov for erosjon her, bortsett fra sikring av veifyllingen på flomsletta ved Gammelelva naturreservatet. En prinsippsskisse av dette er vist i figur 2-8 i kapittel 2.2. På nordre side av brua ligger veifyllingen ganske nær elvekanten, og her er hastigheter vesentlige høyere (3 – 4 m/s). Det er derfor vurdert at eksisterende erosjonssikring bør oppgraderes.



Figur 6-8: Bru over Gaula ved Øyan, 3D-modell (Kilde: Norconsult).

6.6 Fylling sør for Kvålbrua

Avkjøring fra E6 ved Kvål ligger til dels på fylling langs Gaulas skråning, se figur 6-9. I NVE Atlas [6] er det registret erosjonssikring på dette stedet. Det vurderes at sikringen bør oppgraderes på en strekning på ca. 140 m. En prinsippskisse for sikring i Gaulas skråning er vist i figur 2-1 i kapittel 2.2.



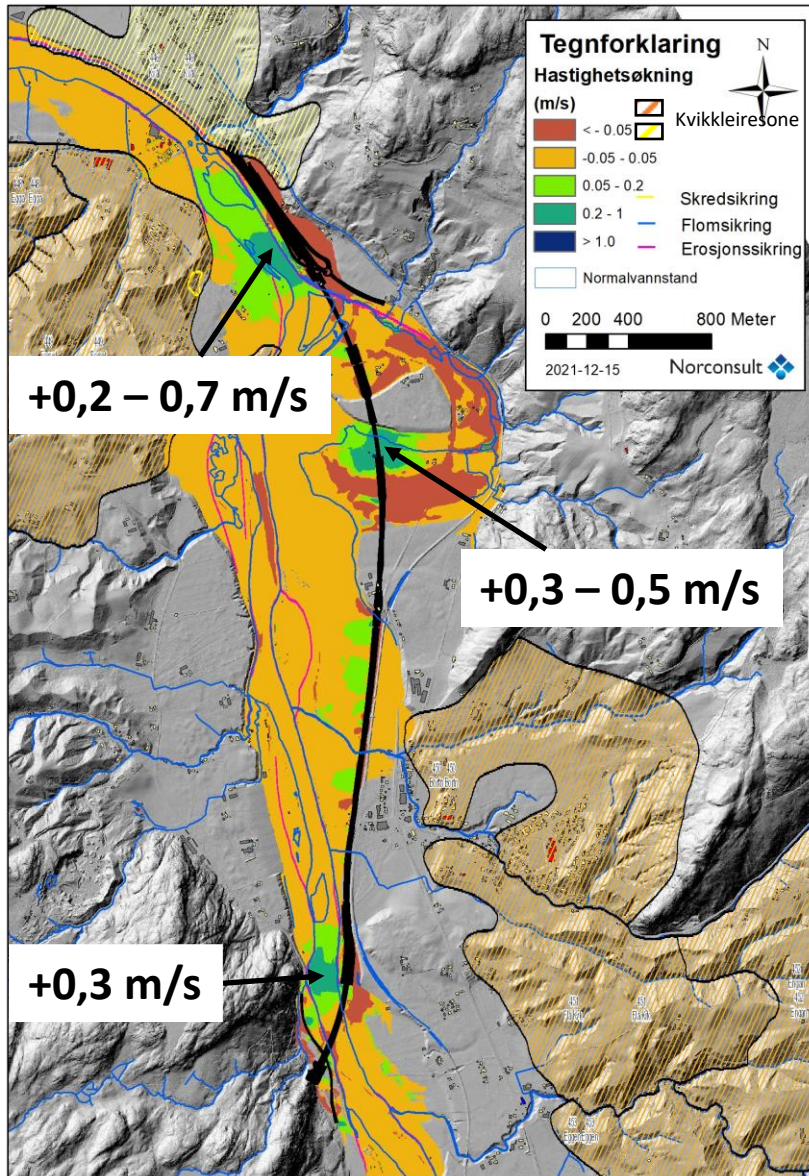
Figur 6-9: Fylling i Gaulas skråning, avkjøring ved Kvål, alternativ 2.2 (Kilde: Norconsult).

6.7 Konsekvenser av tiltaket og mulige avbøtende tiltak

Bygging av veifylling på flomsletta ved Ler, Gammelelva naturreservat og Øyan medfører økning av hastigheter, og dette vil kunne øke fare for erosjon. De hydrauliske beregningene er presentert i rapport «NV50E6GK-VAA-RAP-002 Hydrauliske beregninger Gyllan – Kvål» [16]. Figur 6-10 viser steder med økte hastigheter.

Området nord for Ler bru har i tillegg kvikkleiresoner som grenser til elva, men disse er ikke vist på kartet. Her er det planlagt oppgradering av eksisterende erosjonssikring ved elveløpet. Ved Øyan er Gaula erosjonssikret. Behov for erosjonssikringstiltak på disse stedene vurderes i teknisk plan/ reguleringsplan.

1,2xQ200 i Gaula



Figur 6-10: Alternativ 2.2. Områder med økning i hastigheter ved 200-års flom i Gaula inkludert 20 % klimapåslag (Kilde: Norconsult).

7 SAMMENSTILLING AV ALTERNATIVER

For å sammenligne konsekvensene av de forskjellige alternativene i delstrekningene er det i Tabell 7-1 og tabell 7-2 presentert en sammenstilling av erosjonssikringstiltakene i hovedelven Gaula og den største sideelv Gaua (erosjonssikring av veifylling på flomsletta er ikke inkludert). Identifiserte lengder til erosjonssikring er basert på en innledende vurdering og angis for å kunne sammenligne alternativene på et overordnet nivå. Endelig krav for, utstrekning og utforming av erosjonssikring skal fastsettes i en senere fase.

I tillegg er det presentert antall søylepar i disse elvene. Disse er tatt med siden søylefundamentene skal erosjonssikres og i tillegg forventes det en påvirkning av elveløpet under anleggsgjennomføring.

Tiltakene vil forårsake en økning av hastigheter i Gaula. På disse strekningene bør det vurderes behov for erosjonssikring i neste fase. I Tabell 7-1 og tabell 7-2 presenteres antall meter i gaula som får en merkbar økning i hastigheter.

Tabell 7-1: Strekning 1 Gyllan – Hommyrkamtunnel.

Delstrekning	Alternativ 1.1	Alternativ 1.2A	Alternativ 1.2B
Gyllan – Hovinkrysset	Erosjonssikring i Gaulas elvebredd: 1050 m. Gaulas elvebredder med økte hastigheter: 6000 m.	Erosjonssikring i Gaulas elvebredd: 1050 m. Gaulas elvebredder med økte hastigheter: 6000 m.	Erosjonssikring i Gaulas elvebredd: 1050 m. Gaulas elvebredder med økte hastigheter: 6000 m.
Hovinkrysset – Sandbrauta	Erosjonssikring i Gaulas elvebredd: 530 m.	Erosjonssikring i Gaulas elvebredd: 200 m Erosjonssikring i Gaua: 1800 m. 85 m lang bru over Gaua, men pilarer skal plasseres utenfor hovedløpet. Gaulas elvebredder med økte hastigheter: 1000 m.	Erosjonssikring i Gaulas elvebredd: 500 m Erosjonssikring i Gaua: 1800 m. 85 m lang bru over Gaua, men pilarer skal plasseres utenfor hovedløpet. Gaulas elvebredder med økte hastigheter: 1000 m.
Sandbrauta - Hommyrkamtunnel	Gaulas elvebredder med økte hastigheter: 1360 m.	Gaulas elvebredder med økte hastigheter: 1360 m.	Gaulas elvebredder med økte hastigheter: 2260 m.

Tabell 7-2: Strekning 2 Hommyrkamtunnel – Kvål.

Delstrekning	Alternativ 2.1	Alternativ 2.2
Hommyrkamtunnel - Kvål	Erosjonssikring i Gaulas elvebredd: 780 m 4 søylepar i Gaula ved Kåsa/Øyan. Gaulas elvebredder med økte hastigheter: 820 m.	Erosjonssikring i Gaulas elvebredd: 1770 m 2 søylepar i Gaula ved Ler; 1 søylepar i Gammelelva naturreservat og 3 søylepar i Gaula ved Øyan. Gaulas elvebredder med økte hastigheter: 1450 m.

Tabell 7-3 presenterer en sammenstilling av erosjonssikringstiltakene i Gaula og Gaua for hvert samlet alternativ (strekning 1 og 2). Alternativ 1.1 + 2.1 har de minste behov for erosjonssikring i hovedelvene Gaula og Gaua. Det bemerkes at den største delen av de anbefalte erosjonssikringene i Gaua (ca. 1400 m av de 1800 m) er knyttet til stabilitet av en kvikkleiresone. Sikringstiltaket knyttet til kvikkleirestabilitet eller deler av dette vil kanskje bli utført uavhengig av veiprosjektet.

I tabell 7-3 presenteres i tillegg eventuelt behov for erosjonssikring som følge av økning av hastigheter etter tiltaket. Det faktiske behovet vurderes i neste planfase.

Tabell 7-3: Sammenstilling av strekning 1 + strekning 2.

Delstrekning	1.1 + 2.1	1.1 + 2.2	1.2A + 2.1	1.2A + 2.2	1.2B + 2.1	1.2B + 2.2
Behov for erosjonssikring	2360 m i Gaula og 4 søylepar i Gaula	3350 m i Gaula, 5 søylepar i Gaula og 1 søylepar i Gammelelva naturreservat	2030 m i Gaula, 1800 m i Gaua 4 søylepar i Gaula	3020 m i Gaula, 1800 m i Gaua, 5 søylepar i Gaula og 1 søylepar i Gammelelva naturreservat	2330 m i Gaula, 1800 m i Gaua 4 søylepar i Gaula	3320 m i Gaula, 1800 m i Gaua, 5 søylepar i Gaula og 1 søylepar i Gammelelva naturreservat
Eventuelt behov for erosjonssikring	8200 m	8800 m	9200 m	9800 m	10100 m	10700 m

8 REFERANSELISTE

- [1] S. sentralbyrå, «Regionale befolkningsframskrivninger,» 2020. [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/befolkning/befolkningsframskrivninger/statistikk/regionale-befolkningsframskrivninger>. [Funnet 3 januar 2022].
- [2] Samferdselsdepartementet, «Meld. St. 20 (2020–2021),» 2021.
- [3] Statens vegvesen, «Håndbok V712 Konsekvensanalyser,» 2021.
- [4] Miljødirektoratet, «Veileder M-1941 Konsekvensutredninger for klima og miljø,» 2021.
- [5] Nye Veier, «NV50E6GK-PLA-RAP-0011,» 2021.
- [6] NVE, «NVE Atlas,» NVE, [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/html5Viewer/?viewer=nveatlas>. [Funnet 15 11 2021].
- [7] NVE, «Erosjonssikringstiltak i Gaula. Kartlegging av tilstand og reparasjonsbehov,» 2010.
- [8] NVE, «Moduler,» NVE, [Internett]. Available: <https://www.nve.no/moduler/modul-f2-201-ordna-steinlag-sidesikring-prosjektering/>. [Funnet 15 12 2021].
- [9] NVE, Vassdragshåndboka. Håndbok i vassdragsteknikk, 2010.
- [10] NORCE, «Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforberedende tiltak i elver og bekker.,» 2018.
- [11] U. Research, «Mer miljøvennlige erosjonssikringstiltak,» 2017.
- [12] NVE, «Kantvegetasjon langs vassdrag,» 2019.
- [13] NVE, «Sikringshåndboka,» NVE, 25 05 2018. [Internett]. Available: <https://sikringshandboka.nve.no/moduler/modul-f0-101-miljotilpassing-av-sikring-i-vassdrag/>. [Funnet 22 02 2022].
- [14] F. NHI, «HEC-23. Bridge Scour and Stream Instability Countermeasures. Volume 2,» 2009.
- [15] U. D. o. Transportation, «HEC-18. Evaluating Scour at Bridges. Fifth Edition,» 2012.
- [16] Norconsult, «NV50E6GK-VAA-RAP-002 Hydrauliske beregninger Gyllan - Kvål,» 2022.