



E6 Kvithammar – Åsen

Detaljregulering Stjørdal kommune

Hydrologisk vurdering Langsteinelva

Rapport nr.	Dato
R1-HYD-01	25.08.2020

		Side 2 av 3
Rapport nr. R1-HYD-01	E6 Kvithammar – Åsen. Detaljregulering Stjørdal kommune	
	Hydrologisk vurdering Langsteinelva	

Revisjonshistorikk

					
Rev.	Dato	Beskrivelse	Sign.	Kont.	Godkj.
00	25.08.2020	Detaljregulering	IHS	OAH	AKL



RAPPORT

E6 Kvithammar-Åsen

R1-HYD-01 HYDROLOGISK VURDERING
LANGSTEINELVA

DOK.NR. 20180628-10-R
REV.NR. 00 / 2020-08-25

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentsiteteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



Prosjekt

Prosjekttittel: E6 Kvithammar-Åsen
Dokumenttittel: R1-HYD-01 Hydrologisk vurdering Langsteinelva
Dokumentnr.: 20180628-10-R
Dato: 2020-08-25
Rev.nr. / Rev.dato: 00

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Aas-Jakobsen Trondheim AS
Kontaktperson: Hans Petter Hansen
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse samhandlingsfase E6 K-Å_NGI, datert 06.05.2019.

for NGI

Prosjektleder: Alf Kristian Lund
Utarbeidet av: Ingar Haug Steinholt
Kontrollert av: Øyvind A. Høydal

Sammendrag

NGI er engasjert til å beregne flomvannføringer og tilhørende vannstander ved dimensjonerende 200-årsflom for krysningspunkter mellom ny E6 Kvithammar - Åsen og de større elvene Vollselva, Vulua, Langsteinelva og Fossingelva. Denne rapporten fokuserer på kryssingen av Langsteinelva.

På bakgrunn av de hydrologiske analysene og hydrauliske beregningene anbefales det å benytte en halvørsløsning som gjennomføring av elva under ny vegtrasé. En slik løsning vil ha tilstrekkelig kapasitet til å ta unna flomvannføringer, samt være stor nok til å opprettholde kapasiteten ved oppfylling av sedimenter ved inntaket. I prinsipp vil flytting av inntaksdam til oppstrøms side av E6 virke som et sedimentasjonsbasseng som reduserer sannsynligheten for avlagring av sedimenter. Det vil oppstå oppstuvning oppstrøms kulvertinntak.

Grunnet høye vannhastigheter anbefales det å sikre elveløpet oppstrøms kulvertinntaket med utsortert stor stein lagt i plastring. Utløpet til kulverten sikres mot erosjon ved hjelp av et energidreperbasseng.

Innhold

1	Innledning	6
2	Flomberegning	7
2.1	Normalvannføring og alminnelig lavvannføring	7
3	Hydraulisk beregning av situasjon før utbygging	7
3.1	Terrengmodell	7
3.2	Friksjonsforhold og grensebetingelser	8
4	Resultater	8
5	Vurdering av kryssingsløsning	11
5.1	Dimensjonering av løsning	11
5.2	Modelleringsparametere	12
5.3	Endringer i dagens elveløp	12
5.4	Modelleringsresultater	13
6	Erosjons- og sikringsløsninger	15
6.1	Sikring av elveløp oppstrøms kulvertinntak	15
6.2	Sikring bunn kulvertløp	16
6.3	Sikring av kulvertutløp	16
6.4	Massetransport i elva	18
7	Konklusjon	18
8	Referanser	18

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Nye Veier planlegger ny E6 fra Kvithammar til Åsen i Stjørdal og Levanger kommune. Vegen planlegges som firefelts motorveg med fartsgrense 110 km/t på hele strekningen, og vil redusere reisetiden mellom Åsen og Stjørdal med 9 minutter.

Eksisterende E6 mellom Stjørdal og Åsen er en tofelts veg med fartsgrense 70 km/t på store deler av strekningen. Forbi Skatval er det mange kryss og avkjørsler, mens det på strekningen fra Skatval til Åsen er det lite bebyggelse langs E6. Her går imidlertid vegen i sidebratt terreng parallelt med jernbanen, en strekning som er svært sårbar ved hendelser. I nord går eksisterende E6 gjennom Åsen sentrum.

Strekningen er ulykkesutsatt med en ulykkefrekvens som er dobbelt så høy som tilsvarende veger. ÅDT på dagens veg er ca. 12000 på strekningen Kvithammar – Skatval, mens det på strekningen Skatval – Åsen er en ÅDT på ca. 8800. Gjennom Åsen sentrum er ÅDT på ca. 8400. Tungtrafikkandelen er ca. 16 % (trafikk tallene er 2019-tall fra NVDB).

Planforslaget går ut på å bygge firefelts veg på strekningen. Total lengde på ny E6 er 19,8 km, hvorav 9,3 km ligger i Stjørdal kommune. Det skal bygges to tunneler i Stjørdal kommune, Forbordsfjelltunnelen (6080 m) og Høghåmmårtunnelen (1360 m). Kommunegrensa mellom Stjørdal og Levanger går midt i Høghåmmårtunnelen. På strekningen mellom Kvithammar og Holan bygges det ny bru over Vollselva og Nordlandsbanen, Vollselvbrua. Kvithammarkrysset vil bygges om med større rundkjøringer og nye nordvendte ramper. Det etableres ingen andre kryss på strekningen i Stjørdal kommune. I Langsteindalen vil Langsteinvegen gå under E6 i en ny undergang.

Som en konsekvens av planforslaget vil dagens E6 bli nedklassifisert til fylkesveg. Vegen vil kobles til eksisterende vegnett i Kvithammarkrysset.

NGI er engasjert til å beregne flomvannføringer og tilhørende vannstander ved 200-årsflom for krysningspunkter mellom ny E6 Kvithammar - Åsen og de større elvene Vollselva, Vulua, Langsteinelva og Fossingelva.

Denne rapporten omhandler Langsteinelva og foreslått kryssingsløsning. Rapporten tar for seg situasjon før og etter utbygging.

2 Flomberegning

For detaljert beskrivelse av nedbørfelt og flomberegninger henvises det til R0-HYD-01 Hydrologiske forutsetninger for Vollselva, Langsteinelva og Vulua (1). De beregnede flomstørrelsene brukt videre i denne rapporten er vist i tabell 1. Dimensjonerende 200-årsflom er definert som $Q_{200\text{-årsflom, dimensjonerende}} = Q_{200\text{-årsflom}} \times F_k \times F_u$ hvor F_k er sikkerhetsfaktor for fremtidige klimaendringer og F_u er sikkerhetsfaktor som tar høyde for usikkerheter i flomberegningene.

Tabell 1 Beregnede flomstørrelser for gitte gjentakstintervall.

Gjentaksintervall	$Q_{\text{middelflom}}$	$Q_{5\text{-årsflom}}$	$Q_{200\text{-årsflom}}$	$Q_{200\text{-årsflom, dimensjonerende}}$
Vannføring (m ³ /s)	8,40	10,40	23,00	36,00

2.1 Normalvannføring og alminnelig lavvannføring

Basert på NVEs verktøy NEVINA er normalvannføring og alminnelig lavvannføring beregnet for punktet hvor ny vegtrasé vil krysse Langsteindalen. Dette fremkommer av tabell 2.

Tabell 2 Beregnede vannføringer utført ved hjelp av NEVINA.

Areal nedbørfelt (km ²)	14,00
Spesifikk normalvannføring (l/s km ²)	30,00
Normalvannføring (m ³ /s)	0,42
Spesifikk alminnelig lavvannføring (l/s km ²)	4,90
Alminnelig lavvannføring (m ³ /s)	0,07

3 Hydraulisk beregning av situasjon før utbygging

Det er benyttet modelleringsprogrammet HEC-RAS¹ for å utføre de hydrauliske beregningene for en flomsituasjon før utbygging av ny vegtrasé. Den utførte modelleringen er gjort i 2D, og under følger en beskrivelse av parameterne brukt i modellen.

3.1 Terrengmodell

Som grunnlag for den todimensjonale hydrauliske modellen er det innhentet en terrengmodell fra Kartverkets nettsjeneste hoydedata.no. Terrengmodellen er basert på innhentet laserdata fra 2015 og er den del av Kartverkets NDH-prosjekt (2).

¹ HEC-RAS versjon 5.0.7. utviklet av USACE. For mer informasjon besøk <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>.

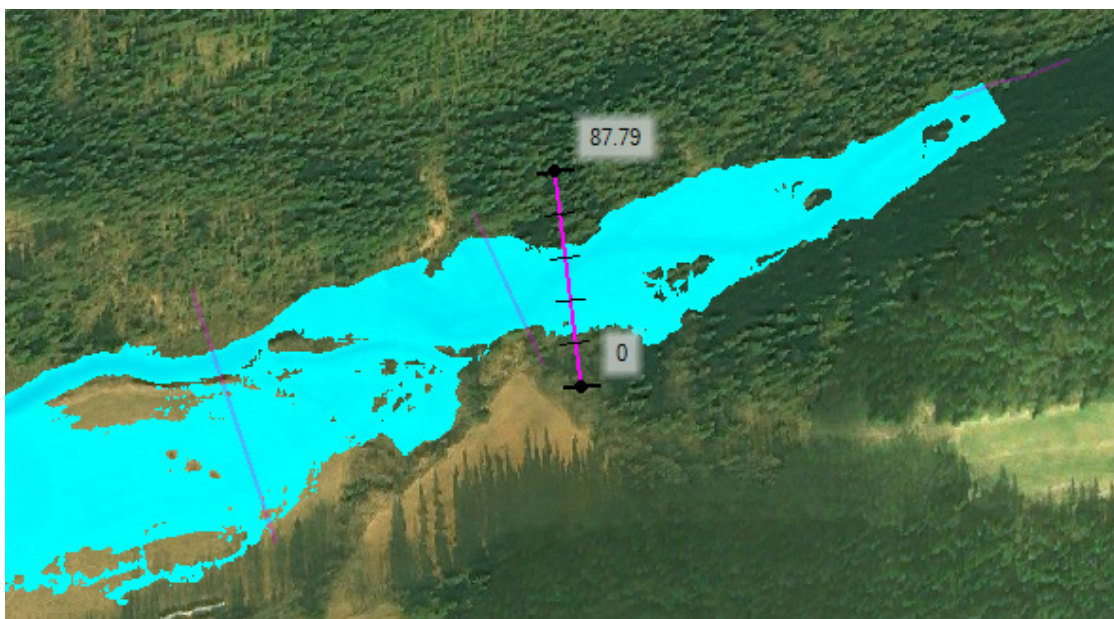
3.2 Friksjonsforhold og grensebetingelser

For å kunne modellere flomforløpet trenger den hydrauliske modellen flere parametere. Disse er:

- Friksjonsforhold (ruhetskoeffisienter) er i HEC-RAS definert som den empiriske konstanten Mannings n . Dette er et tall som beskriver friksjonsforholdene vannet møter når det strømmer over terrenget. I Norge opererer man ofte med Manningstall M , som er definert som $1/n$. I Langsteinelva er ruheten satt til $M = 25$ i elvekanalen og de omkringliggende områdene er satt til $M = 17$. I HEC RAS tilsvarer dette henholdsvis $n = 0,06$ og $n = 0,04$.
- Grensebetingelser i modellen definerer hvordan vannet strømmer inn og ut av det modellerte området, samt hvilke vannføringer som skal modelleres. I denne modellen er nedstrøms grensebetingelse satt til normaldybde med helning på 0,06, som svarer til lokal helning i utløp av modellen. Oppstrøms grensebetingelse er en hydrograf der de beregnede flomstørrelsene vist i tabell 1.
- Vannføringene er holdt konstante over en tidsperiode for å oppnå tilnærmede stasjonære forhold. Stasjonære forhold er konservativt for et relativt lite vassdrag. Modellen må fylle området med vann før det oppnås stasjonær situasjon. Dette grunnet usikkerhet knyttet til et eventuelt flomforløp.

4 Resultater

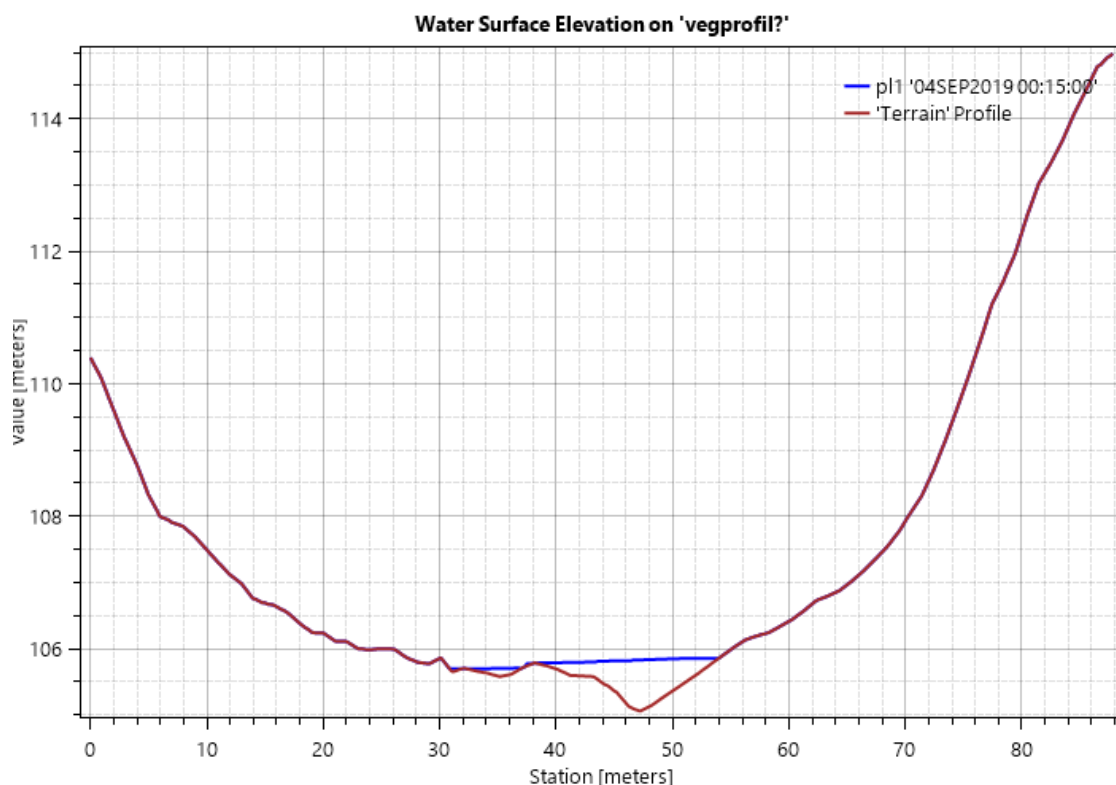
Resultatet av den todimensjonale hydrauliske modelleringen for dagens situasjon fremkommer av figur 1. Her kan man se at store deler av dalbunnen vil bli oversvømt ved en dimensjonerende 200-årsflom. Rosa proffillinje viser ca. plassering av kryssing av Langsteinelva. Vannstanden ved flom med gitte gjentaksintervall er gitt i tabell 3 og viser at vannstanden ikke vil øke nevneverdig med økende vannføring. Bredden på elva øker derimot markant ved økende vannføring, noe som fremkommer av figur 2 og figur 3. Her kan man se at elva går fra omtrent 20 m bredde til om lag 40 m bredde.



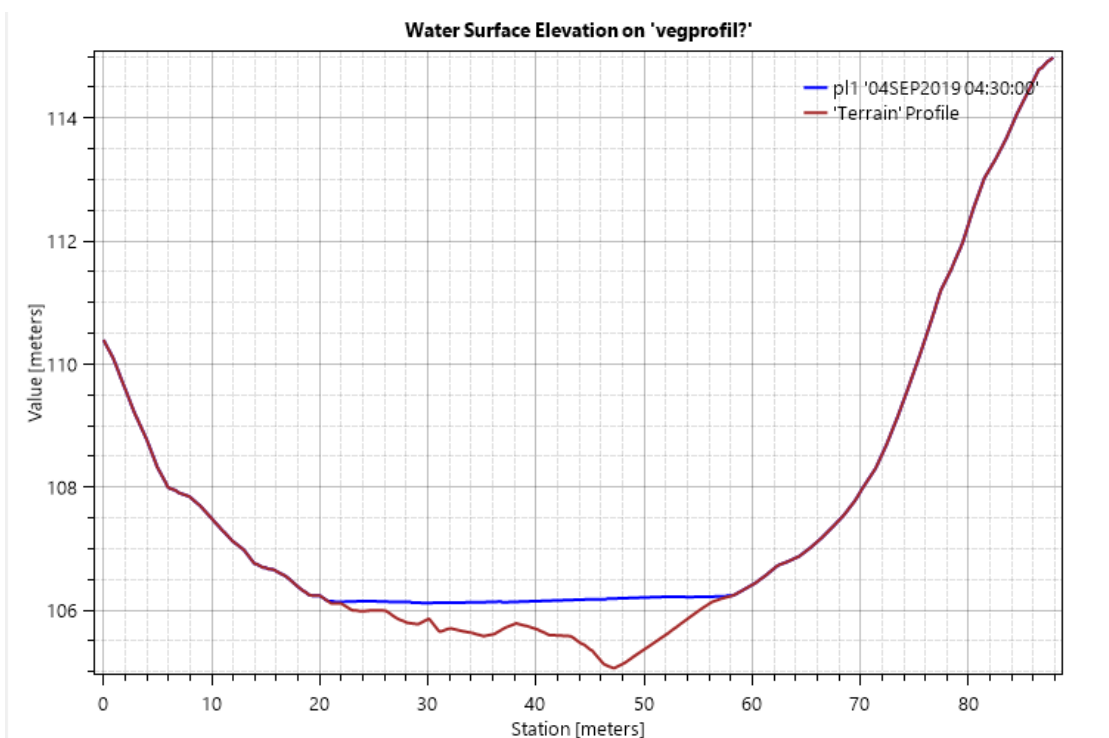
Figur 1 Modellert flomforløp for en vannføring tilsvarende en 200-årsflom med klimapåslag. Rosa strek indikerer profil ved estimert kryssing av Langsteinelva. Dette er også et profil hvor data presentert senere i rapporten er hentet fra.

Tabell 3 Vannføring for gitte gjentakintervall med tilhørende vannstand. Disse verdiene er hentet fra profilet vist i figur 1.

Gjentaksintervall	Vannføring m ³ /s	Vannstand i profilet (moh.)
Q _{middelflom}	8,40	105,90
Q _{200-årsflom}	23,00	106,17
Q _{200-årsflom, dimensjonerende}	36,00	106,22



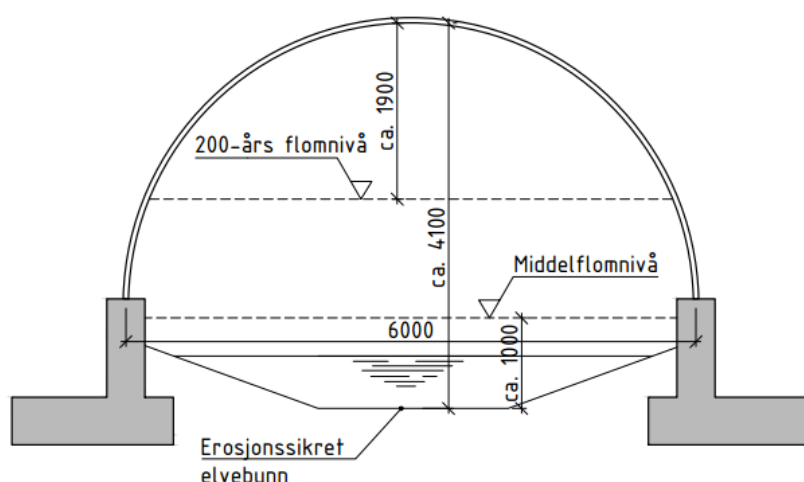
Figur 2 Vannstand ved en middelflom ($Q_{middelflom}$) ved profil vist i figur 1.



Figur 3 Vannstand ved en 200-årsflom med klimapåslag ($Q_{200\text{-årsflom, dimensjonerende}}$) ved profil vist i figur 1.

5 Vurdering av kryssingsløsning

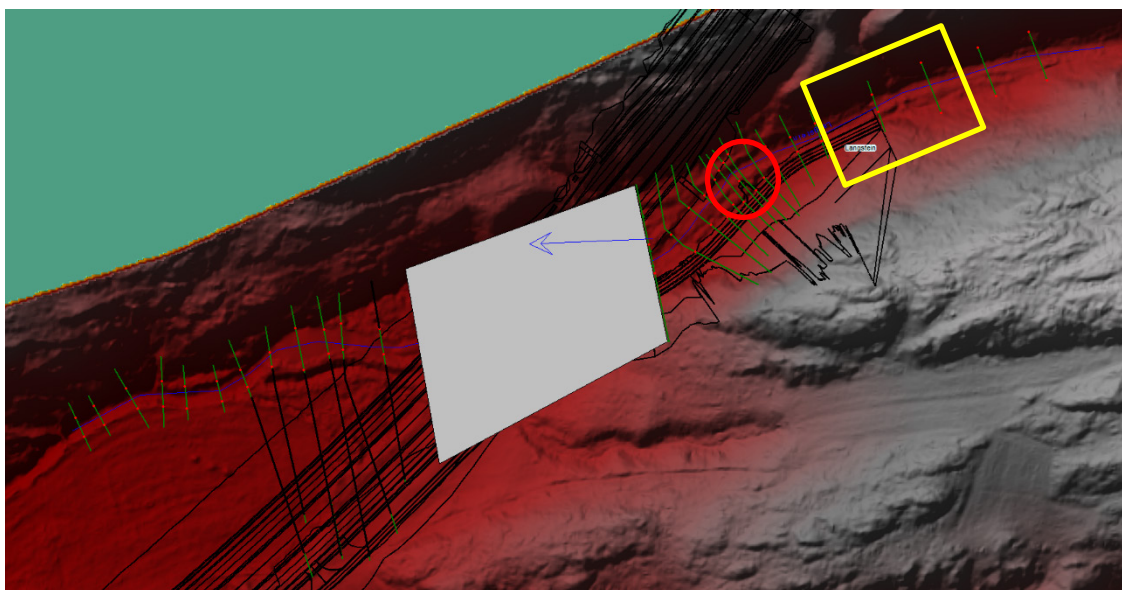
Løsning for gjennomføring av Langsteinelva er skissert i figur 4 og består av en halvrør-løsning med maksimal høyde 3 900 mm og bredde 6 000 mm. Figuren er en prinsippfigur og midtpartiet kan justeres for lave vannføringer.



Figur 4 Skissert halvrørsløsning for gjennomføring av Langsteinelva under ny vegtrasé.

5.1 Dimensjonering av løsning

For å kunne bestemme om den skisserte løsningen er riktig dimensjonert er det behov for en hydraulisk analyse. Dette er gjort ved hjelp av en 1D-modell i modelleringsprogrammet HEC-RAS. Geometrien (figur 5) brukt i modellen består av en rekke tverrprofiler som bygger på terrengmodellen beskrevet i kapittel 3.1.



Figur 5 Geometri brukt i 1D-modell. Svart omriss viser plasseringen av ny vegtrasé. Demning for ny inntaksdam vil omtrent bli plassert slik gul firkant indikerer. Skissert snuplass er vist i rødt. Det grå feltet indikerer vegdekket som ligger over modellert kulvert. Plassering er ikke riktig i forhold til planlagt vegtrasé, da kulverten ikke vil ligge vinkelrett i forhold til veien. Dette er har ingen innvirkning på modellert resultat. Blå pil indikerer strømningsretningen til elva.

5.2 Modelleringsparametere

Flomstørrelsene brukt i modelleringene, beskrevet i kapittel 2, er også benyttet i modelleringen av rørgjennomføringen. Øvre grensebetingelse er satt til normaldyp og $S = 0,1$ (fall), og nedre grensebetingelse er satt til normaldyp og $S = 0,025$. Øvre grensebetingelse er satt for at modellen skal kunne beregne “mixed-flow”, det vil si at både over- og underkritisk strømning (strykende eller rolig strømning) beregnes og styres ut fra strømningsforholdene. Ved opptredende underkritisk strømning i oppstrøms ende brukes ikke oppstrøms grensebetingelse. Ruhetskoeffisienten M er satt til 25 for selve elveløpet og 20 for omkringliggende områder. HEC-RAS opererer med Mannings n , gitt som $1/M$.

Dagens flomareal er i praksis fjernet i den endrede topografien. Hele jorden heves slik at det blir liggende skrånende mot bekken. Flomareal som ikke ligger direkte i elveløpet er ansett som ineffektive strømningsarealer i modellen (figur 7).

5.3 Endringer i dagens elveløp

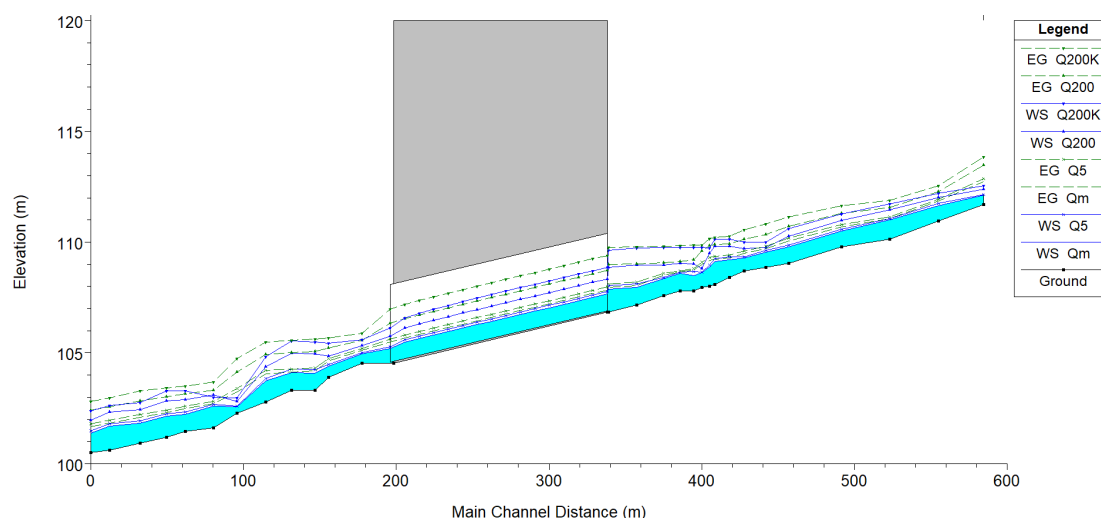
Den nye vegtraseen, samt adkomstveg til nytt damanlegg øst for E6, vil føre til en omlegging og kanalisering av dagens elveløp oppstrøms ny vegtrasé. Disse endringene er tatt høyde for i den hydrauliske modellen gjennom å konstruere tverrprofiler som representerer fremtidig terreng.

Nedstrøms gjennomføringen er det i dag en dam. Denne vil bli fjernet i anleggsfasen og geometrien i modellen er endret deretter.

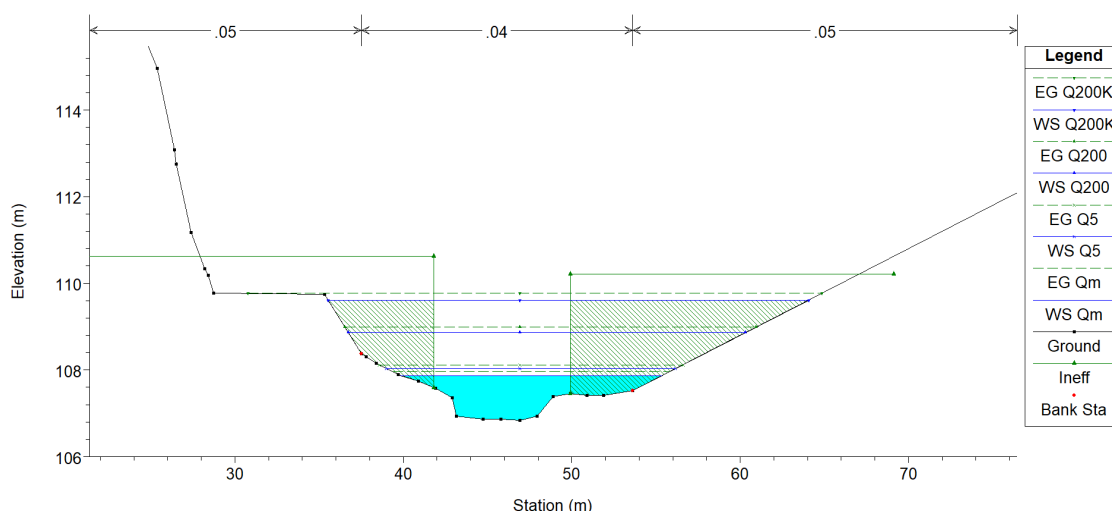
5.4 Modelleringsresultater

Ved en dimensjonerende 200-årsflom vil en halvrørsløsning lik den skissert i figur 4 ha god nok kapasitet til å ta unna vannmengdene. Det vil oppstå oppstuvning oppstrøms kulvertinntak, og figur 7 viser modellert vannstand rett oppstrøms kulvertinntak under en middelflom, 5-årsflom, 200-årsflom og dimensjonerende 200-årsflom. Til venstre kan adkomstvegen sees og det er antatt at den ikke vil bli oversvømt ved den største flommen. Det skraverte området indikerer ineffektive strømningsarealer. Vannstander i kulverten og profilet rett oppstrøms kulvert kan ses i tabell 4.

Det vil også oppstå oppstuvning oppstrøms snuplass (vist i figur 6) forårsaket av innnevringen av elvekanalen. Konsekvensen av dette er en hastighetsøkning forbi snuplassen fra ca. 1,2 m/s oppstrøms snuplassen til ca. 2,8 m/s forbi snuplassen (tabell 5).



Figur 6 Modelleringsresultat av halvrør-løsning. Figuren viser modellert resultat av en flom med gjentaksintervall middelflom, 5 år, 200 år og dimensjonerende 200-årsflom.



Figur 7 Profil som viser modellert vannstand rett oppstrøms kulvertinntak under en middelflom, 5-årsflom, 200-årsflom og dimensjonerende 200-årsflom. Til venstre kan adkomstvegen ses som en vannrett strek, og det er antatt at den ikke vil bli oversvømt ved den største flommen. Det skraverte området indikerer ineffektive strømningsarealer.

Tabell 4 Utvalgte vannstander for gitte gjentaksintervall.

Gjentaksintervall	Q _{middelflom}	Q _{5-årsflom}	Q _{200-årsflom}	Q _{200-årsflom, dimensjonerende}
Profil 17 m oppstrøms kulvertinntak	107,97 moh.	108,12 moh.	108,97 moh.	109,75 moh.
Inntak kulvert	107,87 moh.	108,03 moh.	108,86 moh.	109,62 moh.
Utløp kulvert	104,96 moh.	105,02 moh.	105,33 moh.	105,60 moh.

Gjennomsnittlige vannhastigheter ved flommer med gitte gjentaksintervall fremkommer av tabell 5. Her kan man se en trend med økende hastighet ved økende vannføring. Det er derimot enkelte steder hvor hastigheten går ned ved økende vannføring. Dette skyldes i all hovedsak at kulverten har smalere inntak enn elveleiet. Konsekvensen er at det vil bli oppstuvning ved høy vannføring, og følgende en lavere hastighet sammenlignet med lavere vannføring der oppstuvning ikke er en like stor utfordring.

Tabell 5 Modellerte gjennomsnittlige vannhastigheter ved gitte gjentaksintervall. Hastigheten er hentet fra profiler vist i figur 6.

Gjentaksintervall	Q _{middelflom}	Q _{5-årsflom}	Q _{200-årsflom}	Q _{200-årsflom, dimensjonerende}
121 m oppstrøms kulvertinntak (m/s)	2,30	2,41	2,98	3,22
106 m oppstrøms kulvertinntak (m/s)	1,70	1,84	3,34	3,87
72 m oppstrøms kulvertinntak (m/s)	1,38	1,39	1,11	1,22
70 m oppstrøms kulvertinntak (m/s)	2,40	2,51	2,54	2,81
17 m oppstrøms kulvertinntak (m/s)	1,23	1,17	1,02	0,97
Inntak kulvert (m/s)	1,87	2,03	2,74	3,23
Utløp kulvert (m/s)	2,40	2,58	3,41	4,03

6 Erosjons- og sikringsløsninger

6.1 Sikring av elveløp oppstrøms kulvertinntak

Vannhastigheter vist i tabell 5 indikerer at det er behov for erosjonssikring langs det nye elveløpet. Elva har et fall på mellom 1,5 – 2 % og man kan dermed bruke Maynords formel med dimensjonerende vannhastighet og -dyp til å beregne D_{30} (3). Resultatet fremkommer av tabell 6. D_{30} er definert som den størrelsen som 30 % av en prøve er mindre enn, altså 70 % av massene i sikringslaget skal ha en diameter større enn D_{30} . I følge NVEs veileder 4/2019 finnes det ikke dokumentasjon på at plastring har bedre stabilitet enn sikring med sprengt, samfengt stein. En overflate med sprengt stein vil ha betydelig høyere friksjon, men lavere vannhastighet. I motsetning vil en sikringsløsning som innebærer plastring ha lav friksjon med tilsvarende høyere hastighet, noe som også kan føre til høyere belastning. Da det er et ønske om å gjenbruke mest mulig overskuddsmasser fra tunneldrivingen, kan man sikre elvebunn og -sidene med samfengt sprengt stein. For å kunne fungere som sikring må massene tilfredsstille korn(stein)fordeling i tabell 6. I tillegg må det legges filterlag hvis sikringslaget ikke tilfredsstiller filterkriterier for underliggende masser. For å sikre at fiskebiologiske hensyn blir tatt, skal prinsipper fra «Tilstandshåndbok for bedre fysisk vannmiljø» brukes ved arbeid i elve- og bekkeløp (4). For nærmere beskrivelse av tiltak, vises det til rapport R1-YM-03 (5).

Tabell 6 Beregnet kornfordeling av samfengt masse basert på beregnet vannhastighet og -dyp.

Dimensjonerende vannhastighet	Dimensjonerende vanndyp	D_{30}	D_{50}	D_{85}	D_{maks}
4,0 m/s	1,5 m	0,4 m	0,5 m	0,7 m	1,0 m

Hvis det ikke er praktisk mulig å bygge med slike masser, må en gå for jevn plastring med stor stein. Stor stein sorteres da ut for plastring. D_{50} -stein vist i tabell 6 ovenfor vil da typisk være den minste stein som brukes. Den må ha en lengre lengdeakse som plasseres vertikalt eller normalt på sikringsflata. Underliggende masse må tilpasses stedlige masser og sprekker i plastringene. Tykkelsen på sikringstiltaket må oppfylle kriteriene vist i figur 8.

Innløp til kulvert bør utføres med skrå vanger, utført som tørrmur. Det bedrer innløpsforholdene til kulverten, samt at vegfyllingen beskyttes. Fot av vegfylling må bestå av drenert steinfylling opp til beregnet høyde for oppstuvning eller over topp kulvert. Plasshensyn til elv og lokalveg kan også gjøre at mellomliggende skråning blir strammet opp med mur.

6.2 Sikring bunn kulvertløp

Kulvertløpet skal sikres mot dimensjonerende vannhastighet og her må sikkerheten for dette laget være god. Vannhastigheten indikerer at det skal brukes stor stein som legges til forband der alle enkeltsteiner er så store at de er stabile. Stein med lengste akse lik D_{50} kan da brukes ved å sette lengdeaksen vertikalt. Underliggende masse skal være knust stein med filteregenskaper for overliggende plastring. Da det vil bli vanskelig å utføre vedlikeholdsarbeid i en slik kulvert, er det benyttet konservative parametere i beregningen av stabil steinstørrelse. Resultatet av dette fremkommer av tabell 7. Dette er i praksis stein som må plasseres ved plastring.

Tabell 7 Beregnede stabile steinstørrelser til bruk i sikring av bunn kulvertløp.

Dimensjonerende vannhastighet	Dimensjonerende vanddyb	D_{15}	D_{30}	D_{50}	D_{85}	D_{maks}
4,5 m/s	1 m	0,5 m	0,6 m	0,7 m	0,9 m	1,4 m

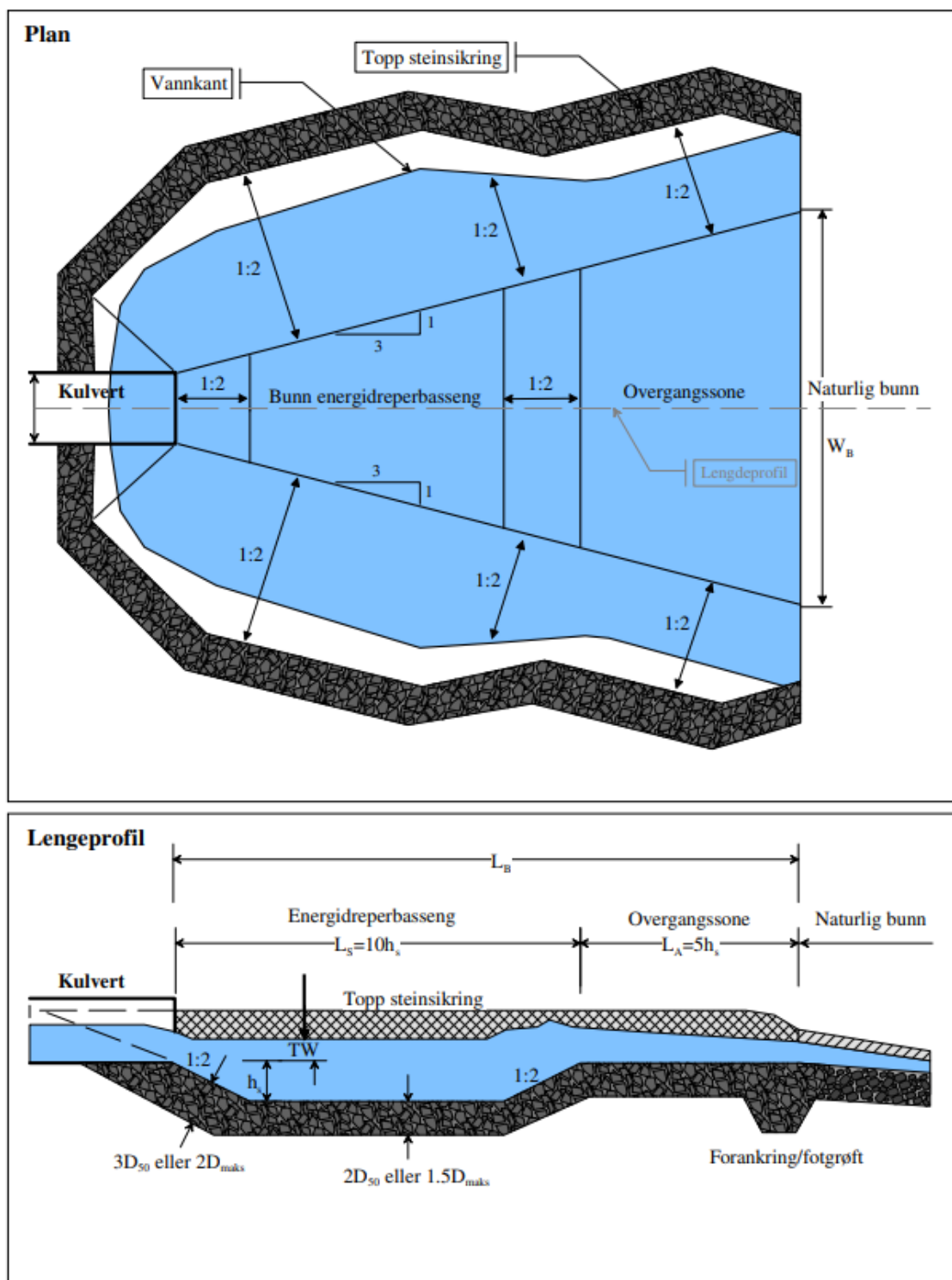
Tykkelsen på sikringslaget, t , bør oppfylle følgende krav (Brown 1989):

- $t_{min} \geq 300 \text{ mm}$
- $t_{min} \geq D_{maks}$
- $t_{min} \geq 1,5 D_{50}$

Figur 8 Utsnitt fra NVEs veileder 4/2009 som viser anbefalt beregningsmetode for tykkelse på sikringslaget.

6.3 Sikring av kulvertutløp

Som det fremkommer av tabell 5, vil vannet ved utløpet av kulverten ha en relativt høy hastighet, høyere enn ovenfor og gjennom kulverten. Utløpet og lengde på sikring nedstrøms må tilpasses slik at området med forhøyet fall og hastighet er sikret. For å unngå erosjon ved utløpet der det i modellen er stort fall, må det bygges energidrepere ved bygging av terskler og bunnsikring. Da endelig plan for terrengendring ikke foreligger, vil sikringsløsning bare kunne beskrives på generell basis. For å sikre at fiskebiologiske hensyn blir tatt skal prinsipper fra «Tilstandshåndbok for bedre fysisk vannmiljø» brukes ved arbeid i elve- og bekkeløp (4). Siden den skisserte løsningen vil gi høye vannhastigheter ved utløpet av kulverten, anbefaler NVE å bygge et energidreperbasseng. En konseptuell skisse av et energidreperbasseng er vist i figur 9.



Figur 9 Konseptuell fremstilling av energidreperbasseng.

6.4 Massetransport i elva

I eksisterende inntaksdam for Salmar er det avlagt en del masse i innløp. Når denne dammen flyttes oppstrøms ny E6, vil masse i stor grad stoppe opp her, og dette forenkler drift og bedrer sikkerheten for kryssing av elva. Det vil være tilsyn på denne dammen som etterser at den har kapasitet til grovere sedimenter.

7 Konklusjon

Det anbefales at man konstruerer en halvrør-løsning lik den skissert i figur 4. En slik løsning vil ha ekstra kapasitet ved en eventuell storflom, samt at avsatte sedimenter ved innløpet ikke vil ha like stor innvirkning på den totale kapasiteten over tid. Det vil være endrede løp både oppstrøms og nedstrøms med forhøyede sider slik at en bedrer inn- og utstrømningsbetingelser. Grunnet høye vannhastigheter anbefales det å sikre elveløpet oppstrøms, gjennom og nedstrøm kulverten med utsortert stor stein plassert i forband. Utløpet til kulverten sikres mot erosjon ved hjelp av et energidreperbasseng. I detaljprosjekteringen vil omfang og løsninger kunne justeres basert på mer detaljerte beregninger og vurderinger

8 Referanser

1. Høydal ØA. R0-HYD-01 Hydrologiske forutsetninger for Vollselva, Langsteinelva og Vulua. Oslo; 2019.
2. Kartverket. Høydedata. 2020.
3. Jenssen L, Tesaker E. Veileder nr. 4 - Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein [Internett]. Oslo; 2009. Tilgjengelig på: http://publikasjoner.nve.no/veileder/2009/veileder2009_04.pdf
4. Pulg U, Barlaup, Bjørn T, Skoglund H, Velle G, Gabrielsen S-E, Stranzl S, mfl. Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker [Internett]. Bergen; 2018. 195 s. Tilgjengelig på: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1051/m1051.pdf>
5. Sweco. R1-YM-03 E6 Kvithammar – Åsen, Detaljregulering Stjørdal kommune, Temarapport konsekvensutredning naturmangfold. 2020.

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title R1-HYD-01 Hydrologisk vurdering Langsteinelva		Dokumentnr./Document no. 20180628-10-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Oppdragsgiver/Client Aas-Jakobsen Trondheim AS	Dato/Date 2020-08-25
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr.&dato/Rev.no.&date 00
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Vei, hydrologi, flom, kulvert, flomberegning		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Trøndelag	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Stjørdal	Feltnavn/Field name
Sted/Location Stjørdal, Langsteinelva	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: Øst: Nord:	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns- kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter- disciplinary review by:
00	Originaldokument	2020-08-25 Ingar Haug Steinholt	2020-08-25 Øyvind Armand Høydal		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 25. august 2020	Prosjektleder/Project Manager Alf Kristian Lund
--	-------------------------------------	---

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

