



E6 Kvithammar – Åsen

Detaljregulering Stjørdal kommune

Hydrologisk vurdering Vollselva

Rapport nr.	Dato
R1-HYD-02	02.12.2020
	

Rapport nr.
R1-HYD-02

E6 Kvithammar – Åsen. | Detaljregulering Stjørdal kommune
Hydrologisk vurdering Vollselva

Revisjonshistorikk

Rev.	Dato	Beskrivelse	Sign.	Kont.	Godkj.
00	25.08.2020	Detaljregulering	IHS	OAH	AKL
01	02.12.2020	Endringer etter offentlig ettersyn og høring	IHS	OAH	AKL

RAPPORT

E6 Kvithammar-Åsen

R1-HYD-02 HYDROLOGISK VURDERING
VOLLSELVA

DOK.NR. 20180628-11-R
REV.NR. 01 / 2020-12-02

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autenticiteten 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-02 Hydrologisk vurdering Vollselva
Dokumentnr.: 20180628-11-R
Dato: 2020-08-25
Rev.nr. / Rev.dato: 01 / 2020-12-02

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

På oppdrag fra Aas-Jakobsen Trondheim AS, har NGI utført en hydrologisk og hydraulisk analyse av Vollselva. Bakgrunnen er kryssing av Vollselva i forbindelse med ny E6-trasé fra Kvithammar til Åsen i Trøndelag. Rapporten konkluderer på bakgrunn av de modellerte flomvannføringene, at en kryssingsløsning bestående av en bru som tilfredsstiller krav i N400 vil ha tilstrekkelig sikkerhet ved en dimensjonerende 200-årsflom.

Det anbefales å sikre øvre del av elveløpet opp til beregnet høyde for dimensjonerende flom med samfengt stein med $D_{50} = 0,20$ m. For å hindre pilarerosjon, anbefales det å erosjonssikre disse med stein med $D_{50} = 0,20$ m eller 0,25 m alt etter hvilken form brupilarene har. For nedre del av elveløpet anbefales det å senke terrenget gradvis ved hjelp av syvdeterskler. Disse konstrueres med sprengstein med $D_{50} = 1,44$ m, og med erosjonssikring 10 m oppstrøms og nedstrøms selve terskelen.

Innhold

1	Innledning	6
2	Flomberegning	7
2.1	Normalvannføring og alminnelig lavvannføring	7
3	Terrenginngrep	8
4	Hydraulisk beregning	9
4.1	Terrengmodell	9
4.2	Friksjonsforhold og grensebetingelser	9
4.3	Modelleringsresultat	9
5	Vurdering av kryssingsløsning	13
6	Krav til erosjonssikring i elvekanal	14
6.1	Øvre del	14
6.2	Nedre del	15
7	Tiltakets virkning på nærliggende jernbane	17
8	Konklusjon	17
9	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 ulykkesfrekvens 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-års flom for krysningpunkter mellom ny E6 Kvithammar - Åsen og de større elvene Vollselva, Vulua, Langsteinelva og Fossingelva.

Dette notatet omhandler Vollselva og foreslått kryssingsløsning. Rapporten tar for seg situasjonen før og etter utbygging.

2 Flomberegning

For en 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)	15,5	19,5	43,6	68,0

2.1 Normalvannføring og alminnelig lavvannføring

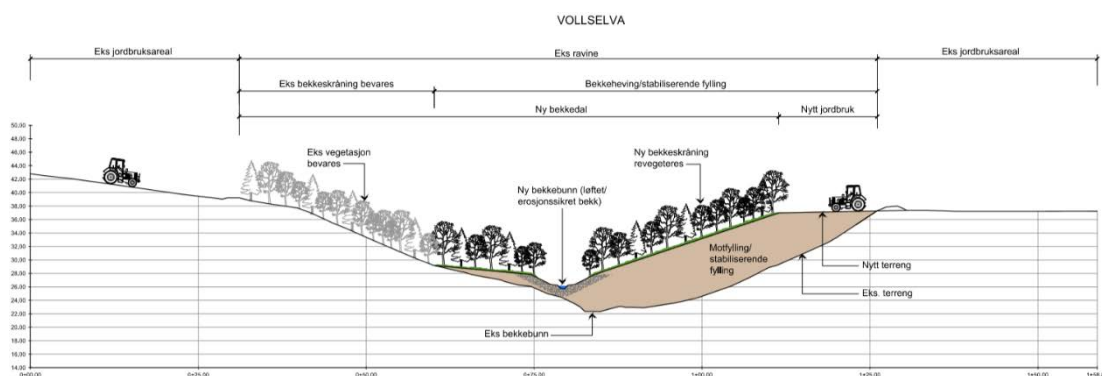
Basert på NVEs verktøy NEVINA, er normalvannføring og alminnelig lavvannføring beregnet for punktet hvor ny vegtrasé vil krysse Vollselva. Dette fremkommer av tabell 2.

Tabell 2 Beregnet normalvannføring og alminnelig lavvannføring ved hjelp av NEVINA.

Areal nedbørfelt (km^2)	25,90
Spesifikk normalvannføring (l/s km^2)	21,00
Normalvannføring (m^3/s)	0,54
Spesifikk alminnelig lavvannføring (l/s km^2)	5,10
Alminnelig lavvannføring (m^3/s)	0,13

3 Terrenginngrep

Vollselva går i dag gjennom ravineterreng omgitt av landbruksarealer. Geotekniske utfordringer knyttet til grunnforholdene i området i og rundt Vollselva gjør at det skal gjøres endringer i eksisterende topografi. Det er planlagt en heving av elvebunnen på inntil 2,7 meter, samt endring i den generelle elvegeometrien. Dette for å sikre og stabilisere området mot kvikkleireskred. Elvetraseen vil i tillegg til å bli hevet, forskyves mot sør. Bredden på elveløpet vil bli tilsvarende som i dag. Hevingen vil bli gjort med overskuddsmasse fra tunneldrivingen på prosjektet. En prinsippskisse er vist i figur 1. Man kan dele inn terrenginngrepet i to deler. Den øvre delen som strekker seg fra dagens E6-trasé og ned til rundt 100 m forbi Vollselvbrua. Her vil terrenget bli hevet på en slik måte at fallet i elva blir omtrent det samme som ved dagens situasjon. I den nedre delen vil fyllingen gradvis trappes ned og helningen på elva vil således bli høyere enn ved dagens situasjon.



Figur 1 Prinsippskisse av hvordan terrenget langs Vollselva skal heves for å bøte på geotekniske utfordringer. Prinsippsnittet er hentet fra området like ovenfor ny E6-trasé.

4 Hydraulisk beregning

For å analysere en flomsituasjon før og etter utbyggingen av ny vegtrasè, er modelleringsprogrammet HEC-RAS (versjon 5.0.7) benyttet. Programmet er utviklet av U.S. Army Corps of Engineers (2). Modelleringen er gjort i både 1D og 2D, og under følger en beskrivelse av parameterne brukt i modellen.

4.1 Terrengmodell

Det er utført hydrauliske beregninger for både dagens situasjon og fremtidig situasjon. Som grunnlag for begge de hydrauliske modellene er det brukt en digital terrengmodell innhentet fra Kartverkets nettjeneste hoydedata.no. Terrengmodellen er basert på innhentet laserdata fra 2015 og er del av Kartverkets NDH-prosjekt (3). For å kunne modellere effekten av en fremtidig situasjon med hevet elvebunn, er det generert nytt terreng i elvebunnen fra 3D-linjer gitt av landskapsarkitekt. Her er elveleiet hevet med 0 m fra dagens E6 og inntil 2,7 meter (kapittel 3). Modellert resultat fremkommer av figur 2.

4.2 Friksjonsforhold og grensebetingelser

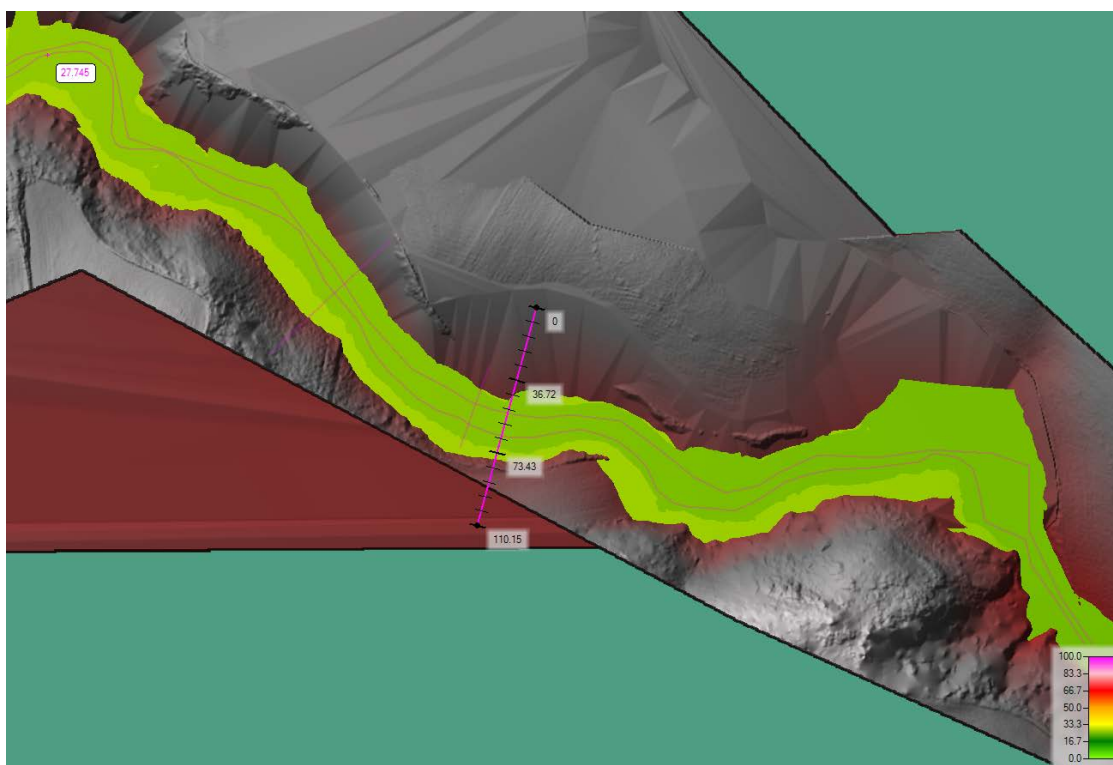
For å kunne modellere flomforløpet trenger den hydrauliske modellen flere parametere. Disse er:

- 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 Vollselsva er ruheten satt til $M = 25$ i elvekanalen. I HEC-RAS tilsvarer dette henholdsvis $n = 0,04$.
- Grensebetingelser i modellen definerer hvordan vannet strømmer inn og ut av det modellerte området, samt hvilke vannføringer som skal modelleres. I 2D-modellen er nedstrøms grensebetingelse satt til normaldybde, med friksjonshelning (gitt av Mannings formel (4)) på 0,06. Oppstrøms grensebetingelse er en hydrograf (graf der vannføring er plottet mot tid) der de beregnede flomstørrelsene vist i tabell 1, er holdt konstante over en gitt periode for å oppnå tilnærmede stasjonære forhold. I 1D-modellen er både oppstrøms og nedstrøms grensebetingelse hydrografer (vannføring per tidsenhet) hentet ut fra 2D-modelleringen.

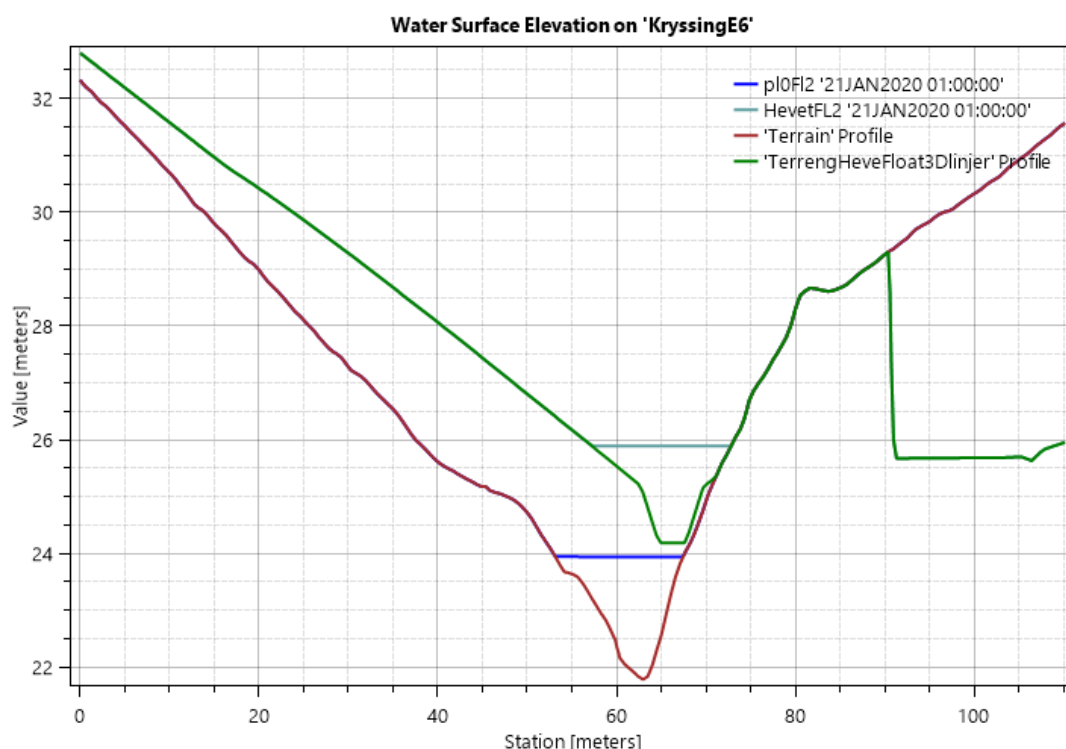
4.3 Modelleringsresultat

I figur 2 fremkommer modellert flomvannstand før og etter hevingen av elvebunnen. Et resultat av denne hevingen er at flomvannet vil bre mer om seg enn ved dagens situasjon. I figur 3 til figur 6 fremkommer modellert vannlinje ved dagens og fremtidig terreng.

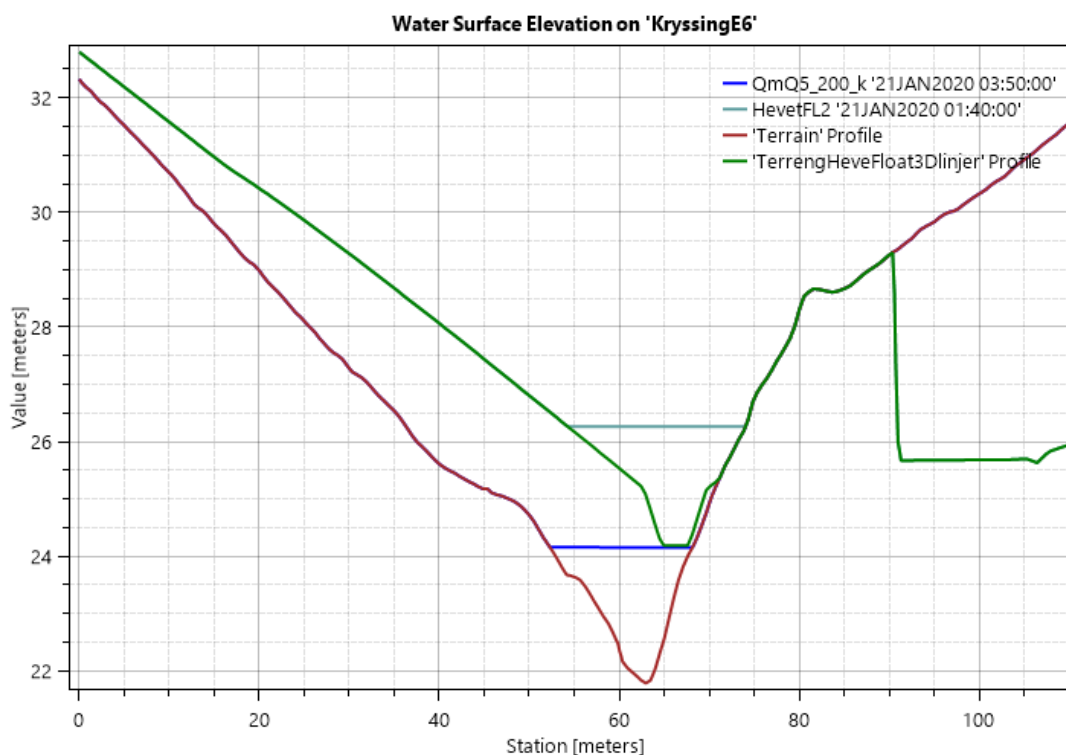
Flomvannstand gitt i meter over havet for flom ved dagens og fremtidig terreng er vist i tabell 3.



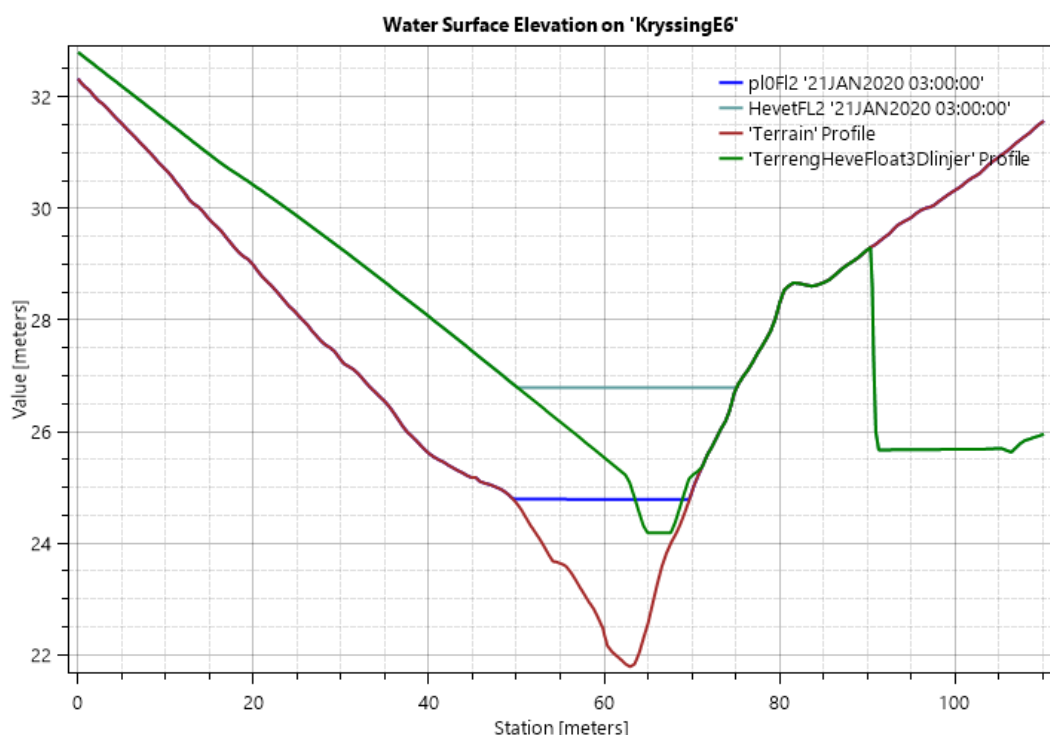
Figur 2 Modellert flomvannstand i moh. ved en dimensjonerende 200-årsflom. Figuren viser vannstand ved hevet elvebunn og dagens terrengutforming. Vannstand ved hevet elvebunn er vist med den lyseste fargen. Elvebunnen er også flyttet mot sørvest. Lyst område strekker seg derfor mer på sørsiden av elveleiet.



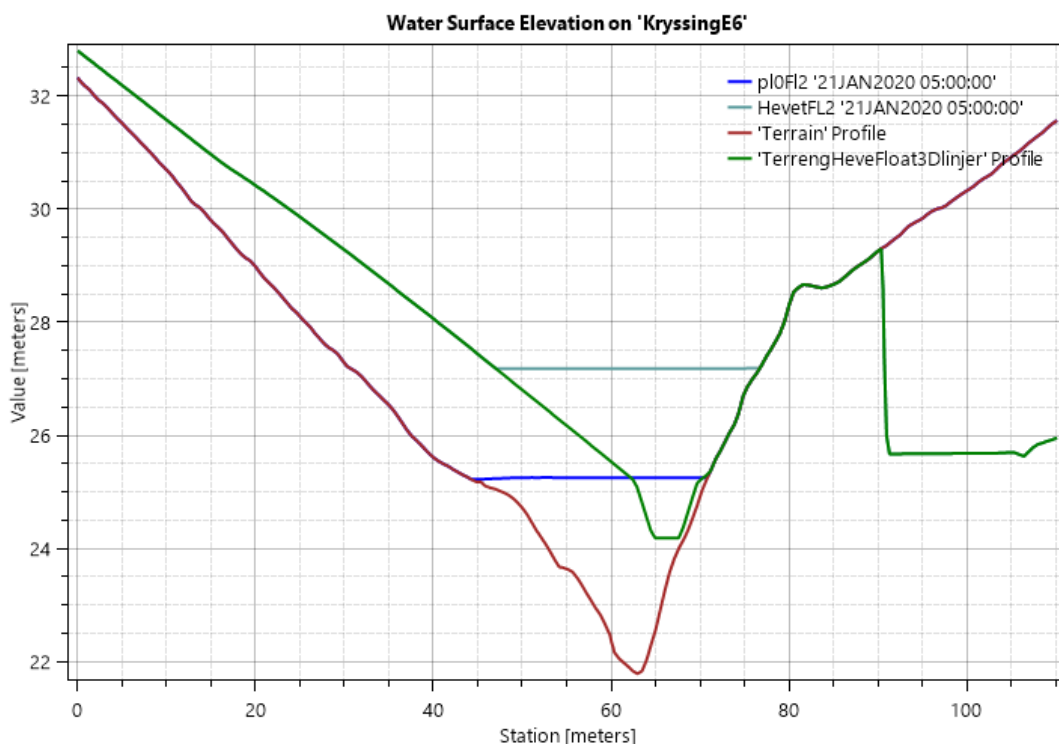
Figur 3 Modellert vannstand ved en middelflom. Den høyeste vannlinjen indikerer vannstanden ved en hevet elvebunn, mens den laveste viser vannstanden ved dagens terreng.



Figur 4 Modellert vannstand ved en 5-årsflom. Den høyeste vannlinjen indikerer vannstanden ved en hevet elvebunn, mens den laveste viser vannstanden ved dagens terreng.



Figur 5 Modellert vannstand ved en 200-årsflom. Den høyeste vannlinjen indikerer vannstanden ved en hevet elvebunn, mens den laveste viser vannstanden ved dagens terreng.



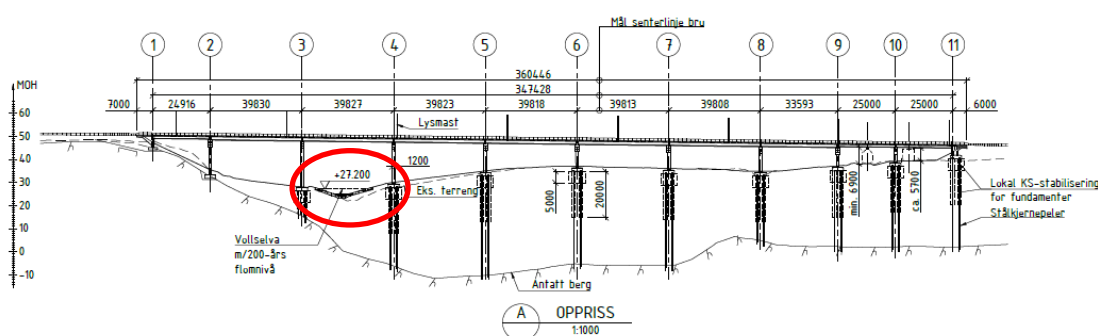
Figur 6 Modellert vannstand ved en dimensjonerende 200-årsflom. Den høyeste vannlinjen indikerer vannstanden ved en hevet elvebunn, mens den laveste viser vannstanden ved dagens terreng.

Tabell 3 Kotehøyde for utvalgte vannstander ved gitte gjentakintervaller der ny E6 krysser Vollselva.

Gjentaksintervall	Q _{midelflom}	Q _{200-årsflom}	Q _{200-årsflom, dimensjonerende}
Hevet elvebunn	25,97 moh.	26,79 moh.	27,18 moh.
Eksisterende terreng	23,94 moh.	24,79 moh.	25,25 moh.

5 Vurdering av kryssingsløsning

Kryssingen av Vollselva vil være en bru som er pelefundamentert til berg (figur 7). Pilarene vil ikke stå i selve elveløpet, og de vil dermed kun være i kontakt med vann i en flomsituasjon. Fyllmassene brukt til å heve bunnen av ravinen er av en slik størrelse at det ikke vil være store utfordringer knyttet til erosjon rundt brufundamentene. Skulle brufundamentene blir stående i vann under en flomsituasjon, kan det derimot oppstå pilarerosjon. Dette oppstår grunnet økt hastighet i bakkant av brupilarer, og vil dermed gi økt skjærspenning. Pilarerosjonen kan unngås ved å erosjonssikre rundt utsatte brupilarer. For å finne stabil steinstørrelse kan man bruke formel fra Lagasse (2007) (5). Det er her tatt utgangspunkt i en lokal vannhastighet på 2,5 m/s rett oppstrøms brupilaren. Dette er vurdert å være et konservativt anslag. Resultatet fremkommer av tabell 4. Tykkelsen på sikringslaget skal være minst $3x D_{50}$, og største stein bør ikke overskride $2x D_{50}$ (6). For å sikre at fiskebiologiske hensyn blir tatt, skal prinsipper fra «Tilstandshåndbok for bedre fysisk vannmiljø» brukes ved arbeid i elve- og bekkeløp (7). For nærmere beskrivelse av tiltak, vises det til rapport R1-YM-03 (8).



Figur 7 Plantegning som viser brua som skal krysse Vollselva. Her kan man se hvordan brua fundamenteres gjennom løsmassene og til berg. Vollselva er markert i rødt.

Tabell 4 Beregnet stabil steinstørrelse for erosjonssikring rundt brupilarer.

Brupilar med spiss eller rund nese	Brupilar med butt nese
$D_{50} = 0,20 \text{ m}$	$D_{50} = 0,25 \text{ m}$

Den skisserte brua vil bli konstruert slik at det blir et fribord (avstand fra undersiden av brua og ned til vannoverflate) på 20 m som vil være mer en nok for å tilfredsstille krav satt i N400 (9). Dette vil gi tilstrekkelig fribord i en flomsituasjon og vil gjøre at eventuelt drivgods kan passere fritt uten å utgjøre en fare for brufundamentene og brudekket. Dette fremkommer fra figur 7.

6 Krav til erosjonssikring i elvekanal

Erosjonssikringen vil i en slik fylling utføres ved at det settes krav til steinstørrelse og sortering i mettet/våt periferi for dimensjonerende flomstørrelse. Erosjonssikringen vil i stor grad bli dekt med vekstmasse over middelflommivå, og tilordnet et elvemiljø ved lavere, mer normale vannføringer. Da det skal brukes overskuddsmasser fra tunneldrivingen til å heve det aktuelle elveløpet, kan det være tilstrekkelig å sette krav til et dekklag av disse overskuddsmassene uten filterlag. Erfaringsmessig vil slike overskuddsmasser være såkalt samfengt stein, noe som betyr at de består av et bredt spekter av kornstørrelsesfraksjoner. Her vil de finere kornstørrelsesfraksjonene virke som filter (tettelag), mens de større groveste steinene vil virke som et dekklag (erosjonssikring). Vannet vil over tid erodere og frakte bort finstoffet, noe som gjør at de grovere massene blir liggende igjen. Det er derfor helt avgjørende at massene som blir brukt i sikringsarbeidet inneholder grove nok masser til å motstå dimensjonerende vannhastighet (maksimal vannhastighet som virker på elvebunn og -kant). Dette sikres gjennom å beregne stabil steinstørrelse ved hjelp av Maynords formel (6). Konseptuell beskrivelse av erosjonssikring for øvre og nedre del av fyllingen blir beskrevet under.

6.1 Øvre del

Basert på beregnede gjennomsnittlige vannhastigheter og dyp gir det anbefalte steinstørrelser gitt i tabell 5. Her er det lagt til 0,5 m/s på vannhastigheten for å ta høyde for usikkerheter i beregningen, samt brukt en sikkerhetsfaktor på 1,2. 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} . Løsningen bør oppfylle kriteriene stilt i NVEs veileder 4/2019 (10). Skulle den sprengte samfengte steinen ikke oppfylle filterkriteriene, må det legges et filterlag under sikringslaget.

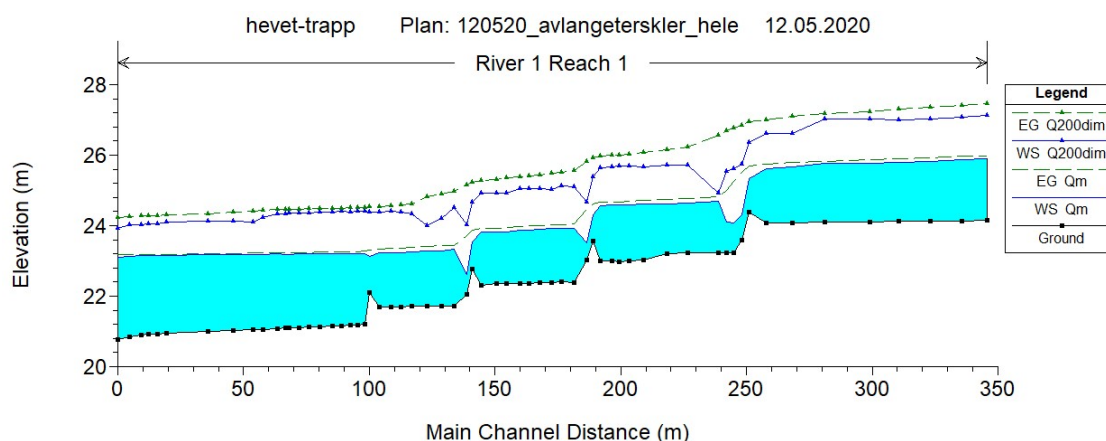
Ved endelig landskapsutforming sjekkes flere kombinasjoner av vannhastighet og vannstand på løftet og sikret strekning. Sikringen må avsluttes nedgrunnet i eksisterende elvebunn slik at overgang er sikret der anlegget endrer vannhastighet eller vanddyp.

Tabell 5 Beregnede vannhastigheter og -dyp med tilhørende steinstørrelser.

Dimensjonerende vannhastighet	Dimensjonerende vanddyp	D_{30}	D_{50}	D_{85}	D_{maks}
2,50 m/s	2,00 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,35 m

6.2 Nedre del

I den nedre delen av fyllingen er det modellert vannhastigheter opp mot 5 m/s ved en dimensjonerende 200-årsflom. For å unngå å måtte plastre hele elveløpet med grov stein, anbefales det å senke terrenget gradvis ved hjelp av såkalte syvdeterskler. Disse tersklene tilpasses for dimensjonerende flom og har et lavparti i midten for normalvannstand. En slik løsning vil gjøre at behovet for plastring med stor stein vil kunne begrenses til området rundt disse tersklene. Det anbefales å bygge flere terskler i serie der hver terskel er rundt 0,5-0,75 m høy. Dette vil føre til bedre vannmiljø, fallet nedstrøms hver terskel bli lavere, stabiliteten blir bedre, og steinstørrelsen brukt til sikring av resten av elvebunnen kan reduseres. Eksempel på effekt ved dimensjonerende flom er vist i figur 8.



Figur 8 Modellert vannstand ved bruk av terskler. Lengst til høyre kan man se området rett oppstrøms Vollselvbrua, og lengst til venstre kan man se vannstand ved avslutningen av fyllingen. Her fremkommer det tydelig hvilken hastighetsdempende effekt terskelen har på vannlinjen oppstrøms hver enkelt terskel. Jo flatere vannspeil, dess lavere hastighet. Heltrukket blått område indikerer vannstand ved middelflom, mens blå linje indikerer vannlinje ved en dimensjonerende 200-årsflom.

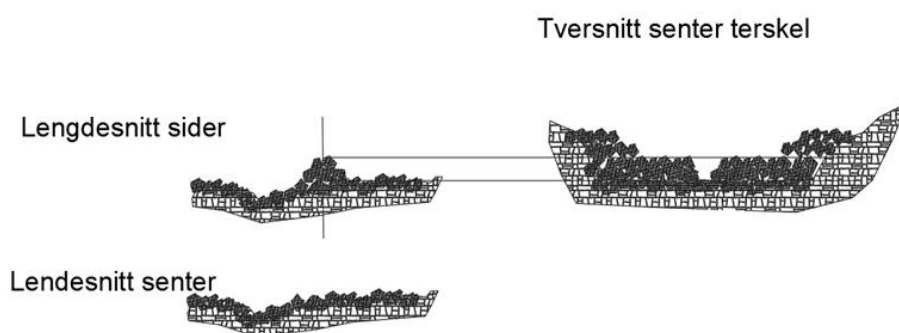
Selve tersklene kan konstrueres ved å bruke grov sprengstein lagt i to rekker slik at en får forband. Steinstørrelsen må dimensjoneres på bakgrunn av modellert vannhastighet, samt geometrisk utforming av steinen. Jo mer kantete steinen er, jo bedre stabilitet. Det er vesentlig at terskelen ved flom har en overhøyde i forhold til oppstrøms bunn. Dette gir stor effekt på hastigheten i partier oppstrøms og mellom tersklene. Lengdeplastring oppstrøms, er i størrelsesorden 5- 10 m (dette er et parti med økt hastighet). Det samme gjelder nedside terskel forbi parti med vannstandsprang.

For å kunne beregne steinstørrelse til bruk i konstruksjonen av tersklene, samt oppstrøms og nedstrøms erosjonssikring, er Maynords formel benyttet (6). Dimensjonerende vannhastighet og -dyp er gitt i tabell 6.

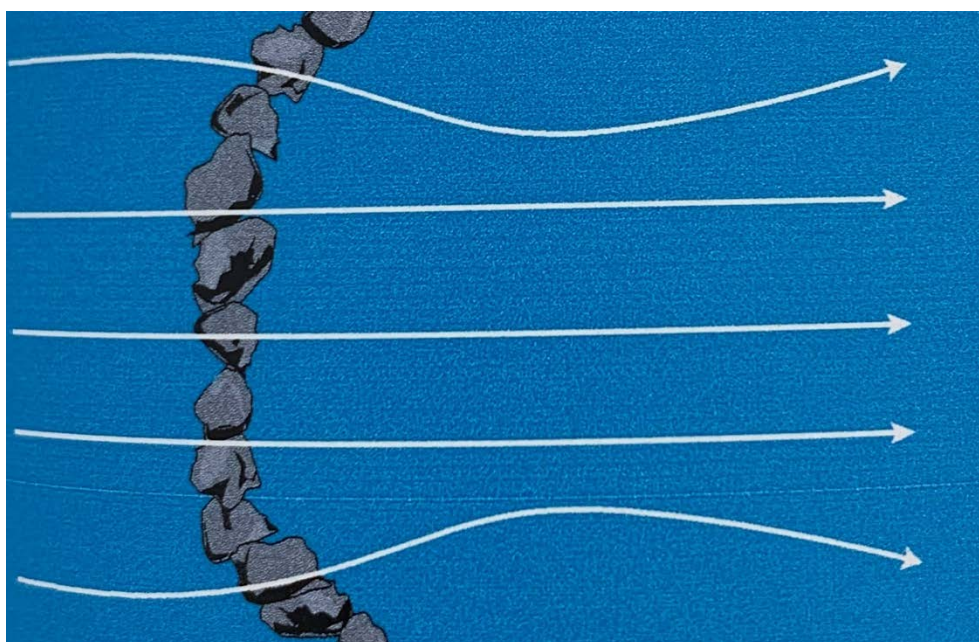
Tabell 6 Beregnede vannhastigheter og -dyp med tilhørende steinstørrelser for utforming av terskler.

Dimensjonerende vannhastighet	Dimensjonerende vanddyp	D ₃₀	D ₅₀	D ₈₅	D _{maks}
6,00 m/s	1,00 m	1,20 m	1,44 m	2,16 m	2,88 m

En prinsippskisse av terskelutforming kan ses i figur 9 og 10. Bunn elveleie har her 5m bunnbredde. Tersklene må bygges for dimensjonerende flom og størstedelen av tersklene vil da være tørre i normal tilstand.



Figur 9 Prinsippskisse syvdeterskel/bueterskel.



Figur 10 Plantegning av syvdeterskel og strømningsmønster ved en flom.

7 Tiltakets virkning på nærliggende jernbane

Terrenginngrepet som er planlagt i Vollselva er i nærheten av nåværende jernbanetrase. Ved en dimensjonerende 200-årsflom vil området som ligger nærmest jernbanen ha en vannlinje som ligger på mellom 23 og 25 moh. Til sammenligning ligger jernbanetraseen på omtrent 36 moh. Disse tiltakene vil derfor ikke ha noen negativ påvirkning på selve traseen, ei heller stikkrenner som renner ned mot Vollselva. Det nye løpet vil også erosjonssikres til å motstå vannhastighetene som vil oppstå ved flomvannføring, og således vil det ikke være noen erosjonsfare nederst i skråningene mot jernbanen.

8 Konklusjon

På bakgrunn av de modellerte flomvannføringene, kan det slås fast at en kryssingsløsning bestående av en bru som tilfredsstiller krav i N400 vil ha tilstrekkelig sikkerhet ved en dimensjonerende 200-årsflom (9). Det anbefales å sikre øvre del av elveløpet opp til beregnet høyde for dimensjonerende flom med samfengt stein med $D_{50} = 0,20$ m. For å hindre pilarerosjon anbefales det å erosjonssikre disse med stein med $D_{50} = 0,20$ m eller 0,25 m, alt etter hvilken form brupilarene har. For nedre del av elveløpet anbefales det å senke terrenget gradvis ved hjelp av syvdeterskler. Disse konstrueres med sprengstein med $D_{50} = 1,44$ m, og med erosjonssikring 10 m oppstrøms og nedstrøms selve terskelen. I detaljprosjekteringen vil omfang og løsninger kunne justeres basert på mer detaljerte beregninger og vurderinger.

Tiltakene vil ikke ha noen negativ påvirkning på nærliggende jernbanetrase.

9 Referanser

1. Høydal ØA. R0-HYD-01 Hydrologiske forutsetninger for Vollselva, Langsteinelva og Vulua. Oslo; 2019.
2. Brunner GW. HEC-RAS, River Analysis System User's Manual, Version 5.0. US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center (HEC), CDP-68, variously paged. 2016.
3. Kartverket. Høydedata. 2020.
4. Brunner GW. HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual. Version 5.0. US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center (HEC), CDP-69, variously paged. Hydrologic Engineering Center Davis; 2016.
5. Lagasse PF, Clopper PE, Zevenberger LW, Girard LG. NCHRP Report 593 - Countermeasures to Protect Bridge Piers from Scour. Countermeasures to Protect Bridge Piers from Scour. 2007.
6. 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
7. 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>
8. Sweco. R1-YM-03 E6 Kvithammar – Åsen, Detaljregulering Stjørdal kommune, Temarapport konsekvensutredning naturmangfold. 2020.
9. Statens Vegvesen. Håndbok N400 Bruprosjektering. Oslo; 2015.
10. Jenssen L, Tesaker E. Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein. NVE, NTNU og Einar Tesaker vann AS; 2009.

Dokumentinformasjon/ <i>Document information</i>		
Dokumenttittel/<i>Document title</i> R1-HYD-02 Hydrologisk vurdering Vollselva		Dokumentnr./<i>Document no.</i> 20180628-11-R
Dokumenttype/<i>Type of document</i> Rapport / Report	Oppdragsgiver/<i>Client</i> Aas-Jakobsen Trondheim AS	Dato/<i>Date</i> 2020-08-25
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/<i>Proprietary rights to the document according to contract</i> NGI		Rev.nr.&dato/<i>Rev.no.&date</i> 01 / 2020-12-02
Distribusjon/<i>Distribution</i> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/<i>Keywords</i> Hydrologi, hydraulikk, flomvurdering, E6		

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

Dokumentkontroll/ <i>Document control</i>					
Kvalitetssikring i henhold til/ <i>Quality assurance according to NS-EN ISO9001</i>					
<i>Rev/</i> Rev.	<i>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</i>	<i>Egenkontroll av/ Self review by:</i>	<i>Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:</i>	<i>Uavhengig kontroll av/ Independent review by:</i>	<i>Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:</i>
00	Originaldokument	2020-08-25 Ingar Haug Steinholt	2020-08-25 Øyvind Armand Høydal		
01	Endringer etter offentlig ettersyn og høring	2020-12-02 Ingar Haug Steinholt	2020-12-02 Øyvind Armand Høydal		

Dokument godkjent for utsendelse/ <i>Document approved for release</i>	Dato/<i>Date</i> 2. desember 2020	Prosjektleder/<i>Project Manager</i> 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

