



Statens vegvesen

# RV362 Bitu bru, Vinje kommune, Telemark, Pilotprosjekt erosjonssikring

**RAPPORT**

Teknologiavdelingen

Nr. 2609



Geoteknikk- og skredseksjonen  
Dato: 2010-06-09





Statens vegvesen

## TEKNOLOGIRAPPORT nr. 2609

Tittel

RV362 Bitu bru, Vinje kommune, Telemark, Pilotprosjekt erosjonssikring

**Vegdirektoratet  
Teknologiavdelingen**

Postadr.:  
Postboks 8142 Dep  
0033 Oslo  
Telefon:  
(+47 915) 02030

[www.vegvesen.no](http://www.vegvesen.no)

Utarbeidet av

Øyvind Armand Høydal

Dato

Saksbehandler

Prosjektnr:

2010-06-09

Hans Olav Hagen

601998

Kontrollert av

Antall sider og vedlegg:

Bjørn Dolva og Frode Oset

21

Sammendrag

Rapporten inngår i en serie rapporter fra FoU-prosjektet 'Klima og transport', etatsprosjekt 2007-2010. Hensikten med prosjektet er å forbedre rutiner og regelverk for planlegging, prosjektering, bygging, drift og vedlikehold av vegnettet som svar på endrede klimaforhold.

Delprosjekt 3 Flom og erosjon, som denne rapporten er en del av, gjennomgår prosjekterings- og vedlikeholdstiltak for å tilpasse til klimabildet. Dette gjelder både for dimensjonering av vegen, drenerings- og erosjonssikringstiltak og kriterier for valg av konstruksjonsløsninger.

Rapporten beskriver sikringstiltak mot erosjon ved landkarfundamentene for Bitu bru. Den gjennomgår hydrologien i vassdraget med beregning av vannhastighet etc, fram til dimensjonering av steinstørrelse for erosjonssikring med blokkstein.

Summary

This report belongs to a series of reports from the R&D program "Climate and Transport", carried out by the Norwegian Public Road Administration 2007 - 2010. The main objectives of the programme are to investigate the effect of climate change on the road network and recommend remedial actions concerning planning, design, construction and maintenance.

The work presented in this report is a part of Project nr 3 Flood and Erosion Prevention. The project focuses on principles for the choice of structural solutions and design and maintenance methods for drainage structures and erosion protection measures.

This report describes the mitigation and protection measures for water erosion at the abutments of the Bitu bridge. The report describes the hydrology of the river and the procedure for calculation of water speed etc, down to the design of block size and the plan for erosion protection.

Emneord:

Klima og transport, vannhastighet, vanddyp, strømningsregime



## Forord

Rapporten inngår i en serie rapporter fra FoU-prosjektet 'Klima og transport', etatsprosjekt 2007 – 2010. Hensikten med prosjektet er å forbedre rutiner og regelverk for planlegging, prosjektering, bygging, drift og vedlikehold av vegnettet som svar på endrede klimaforhold.

Klimaforskningen konkluderer med at vi etter all sannsynlighet vil få endring til et varmere klima, som antas å føre til en økning i nedbørmengde og intensitet, parallelt med økt stormfrekvens og stormstyrke. Effektiviteten og sikkerheten av vegnettet påvirkes av nedbør, vind og temperaturforholdene. Dette er elementer som har innvirkning på steinsprang, fjellskred og snøskred, overflatevann, flom og erosjon, frysing og tining samt snø og is på vegbanen.

'Klima og transport' jobber etter beskrivelser av klimaendringer og deres effekt på transportsektoren slik de er nedfelt i følgende dokumenter:

- NTP-rapport ”Virkninger av klimaendringer for transportsektoren”, laget av en tverretattlig gruppe i transportsektoren: Jan Otto Larsen (leder) og Pål Rosland (sekretær), Statens vegvesen Vegdirektoratet, Kjell Arne Skoglund, Jernbaneverket, Eivind Johnsen, Kystverket og Olav Mosvold Larsen, Avinor.
- Vedleggsrapport ”Regionale klimascenarier for transportsektoren i Norge – en oppdatering”, av Jan Erik Haugen og Jens Debernard, Det Norske Meteorologiske institutt, februar 2007. (Rapporten er basert på scenarier fra RegClim prosjektet.)
- ”Klima i Norge 2100”, utarbeidet for NOU Klimatilpassing av Meteorologisk institutt, Bjerknæssenteret, Nansensenteret, Havforskningsinstituttet og NVE, juni 2009.

'Klima og transport' består av følgende delprosjekter:

- Dp 1 Premisser og implementering
- Dp 2 Innsamling, lagring og bruk av data
- Dp 3 Flom- og erosjonssikring
- Dp 4 Skred
- Dp 5 Tilstandsutvikling på vegnettet
- Dp 6 Konsekvenser for vinterdrift
- Dp 7 Sårbarhet og beredskap

Prosjektleder for 'Klima og transport' er Gordana Petkovic og prosjektsekretær Reidun Svendsen. Mer informasjon om prosjektet: <http://www.vegvesen.no/klimaogtransport>

Delprosjekt 3, som denne rapporten hører til, studerer prosjekterings- og vedlikeholdstiltak og deres tilpasning til klimabildet, både gjennom dimensjonering (av vegen eller tiltak) og ved endringer i kriterier for valg av løsninger. Delprosjektleder er Frode Oset Vegdirektoratet. For mer informasjon om delprosjekt 3, se vedlegg 1.

Denne rapporten er utarbeidet av Øyvind Armand Høydal, NGI

For oversikt over tidligere rapporter fra 'Klima og transport', se vedlegg 2.





# Rapport / Report

## Klima og transport - dp3-2 erosjon fra strømmende vann

**Rv. 362 Bitu bru, Vinje kommune,  
Telemark  
Pilotprosjekt**

20081184-00-2-R  
9. juni 2010

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten 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 NGL.

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 NGL.





## Prosjekt

Prosjekt: Klima og transport - dp3-2 erosjon fra strømmende vann  
Dokumentnr.: 20081184-00-2-R  
Dokumenttittel: Rv. 362 Bitu bru, Vinje kommune, Telemark Pilotprosjekt  
Dato: 9. juni 2010

Hovedkontor:  
Pb. 3930 Ullevål Stadion  
0806 Oslo

Avd Trondheim:  
Pb. 1230 Pirsenteret  
7462 Trondheim

T 22 02 30 00  
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281  
Org. nr 958 254 318 MVA

[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Statens vegvesen Vegdirektoratet  
Oppdragsgivers kontaktperson: Hans Olav Hagen  
Kontraktreferanse: Avtale med prosjektet Klima og erosjon

## For NGI

Prosjektleder: Øyvind Armand Høydal  
Utarbeidet av: Øyvind Armand Høydal  
Kontrollert av: Håkon Heyerdahl

## Sammendrag

Ved tilsyn ble det i 2008 oppdaget undergraving av østre landkar. Rapporten skal gi grunnlag for å sikre og slutføre dette reparasjonsarbeidet, samt at den skal fungere som et pilotprosjekt med erfaringer for tilsvarende arbeider.

Rapporten går i gjennom hydrologien i vassdraget og beregner vannhastigheter gjennom bruområdet ved hjelp av HEC-RAS. Vannhastighet, vanddyp og strømningsregime brukes til å dimensjonere enkeltstein for erosjonssikring. Det eksisterer en jernbundet blokksikring i deler av løpet, og denne sikringen ønskes innlemmet i ny sikring.

Beregningene viser at det spesielt er utløpet under brua som vil være utsatt for store vannhastigheter.

BS EN ISO 9001  
Sertifisert av BSI  
Reg. No. FS 32989

## Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20081184-00-2-R  
Dato: 2010-06-09  
Side: 4

Tilpasset løsning består av blokkstein lagt i forband i bru-utløpet og langs brukar. Flomkapasiteten til brua opprettholdes og det skal være et definert lavvannsløp midt under brua ved lave vannføringer som sikrer fiskepassasje.

# Innhold



Dokumentnr.: 20081184-00-2-R  
Dato: 2010-06-09  
Side: 5

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Vassdrag og hydrologi</b>	<b>6</b>
	2.1 Vassdrag og reguleringsforhold	6
	2.2 Vassdrag nedenfor Bitdalsdammen	8
<b>3</b>	<b>Hydrauliske beregninger</b>	<b>11</b>
	3.1 Resultater	13
	3.2 Effekter av sammenfall mellom ekstremflom fra dam og restvassdrag	14
<b>4</b>	<b>Erosjonssikring</b>	<b>15</b>
	4.1 Sikring med samfengt sprengstein.	18
	4.2 Sikring Bitu bru	19
<b>5</b>	<b>Usikkerhet</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Referanser</b>	<b>20</b>

**Vedlegg A**  
Prosesskode

**Tegning**  
Tegning 20081144-1

**Kontroll- og referanseside**

## 1 Innledning

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har fått i oppdrag å vurdere erosjonssikring av rv. 362 Bitu bru, Rauland i Telemark, som et pilotprosjekt i etatsprosjektet *Klima og transport* i Statens vegvesen. Det er ønskelig at pilotprosjektet skal ha en opplærende effekt innad i Statens vegvesen, og bidra til bedre forståelse av hvordan beregne og gjennomføre en relevant erosjonssikring.

Klima og transport er et sentralt FoU-prosjekt og oppdraget omfatter derfor også en mer systematisk gjennomgang av hydrologi og hydraulikk i vassdraget. Erosjonssikring omfatter både hydrologi, hydraulikk, geoteknikk og ikke minst anleggsteknikk. Det er viktig at en til slutt fokuserer på formålet med denne rapporten, nemlig steinstørrelse og utforming av erosjonssikringen.

Det ble oppdaget en lokal erosjon under det østre landkaret i 2008. Erosjonsgropen ble utstøpt med 19 m<sup>3</sup> betong høsten 2008, og det skal nå gjennomføres en systematisk erosjonssikring for hele brua og nærmeste elveløp. Bitu bru ble bygd om i 1980 og det ble da tatt vekk en midtpilar og fjernet et flomløp som trolig lå øst for brua. Det kan synes som om den gamle erosjonssikringen som er synlig i dag, delvis ble fjernet for anleggsarbeidet uten å bli erstattet eller gjort tilsvarende solid som den gamle sikringen.

Dette oppdraget ble startet mens det ennå var snø i området og ble befart ved 2 anledninger, første gang den 5. mai og seinere den 11. juni 2009. Siste gangen var det felles befaring med arbeidsgruppa for delprosjekt 3-2 (Erosjon fra strømmende vann) i etatsprosjektet *Klima og transport*.

## 2 Vassdrag og hydrologi

### 2.1 Vassdrag og reguleringsforhold

Bitu bru ligger i Rauland der riksveg 362 krysser elva Bitua. Bitua er en del av et større nedbørfelt som i uregulert tilstand var ca 120 km<sup>2</sup>. I øvre del ligger Bitdalsvatnet og Bitdalsdammen. Magasin har 35 m reguleringshøyde og har et innsjøareal på ca 5,5 km<sup>2</sup>. Nedbørfeltstørrelsen ovenfor dammen er ca. 80 km<sup>2</sup>. Bitdalsdammen er reguleringsmagasin for Songa kraftverk som er en del av Tokkeverkene. Normalt reguleres vannstanden i Bitdalsdammen slik at HRV (974) nås i november (kilde Aslak Bjon, VTB, Bergstad, VTA ). Fra Statkraft, driftsentralen i Dalen (Axel Lang) har vi fått utskrift av de største overløpene de siste 10 år. Det viste seg å være 3 perioder med overløp, der oktober 2000 var den desidert største med 20 dager med middel ~4 m<sup>3</sup>/s og maks på 9,5 m<sup>3</sup>/s.

Norconsult har i 2005 utført flomberegning for dammen, /1/ Flomberegning Dam Bitdalen, Norconsult 2005). 1000-års tilløpsflom er beregnet til 250 m<sup>3</sup>/s (spissverdi), mens spissverdien for avløpsflom er beregnet til maksimalverdi 167 m<sup>3</sup>. Ut fra flomforløp i /1/ vil 1000-års avløpsflommen gi døgnmiddel på ca 120 m<sup>3</sup>/s. Denne beregningen baserer seg på en annen metodikk (ruting) enn det som

videre er brukt som grunnlag for flomberegning ved Bitu bru. For dimensjonering av stein er det sett på effekt av tilleggs vannføringer fra dammen. For dimensjonering av bruer skal det legges til grunn vannføringer eller hendelser svarende til 200 års flom.

Bitdalsvatnet var i uregulert tilstand et felt der vårflommene var større enn høstflommene, og middelflommen - beregnet ut fra årsflommer - er derfor i hovedsak basert på vårflommer (Vannmerke 16.81, Bitdalsvatn /1/). Stasjon Grovåi 16.122 som blant annet benyttes i videre analyse er også et felt der vårflommene dominerer (ref /2/ , figur 4).

Under forstudie av tilgjengelig informasjon om elva, viste flybilder noen terskler i bruområdet. Ved kontakt med lokale viser det seg at det er flere terskler - som er doset opp - både i nedre del av Bitua, og høyere opp mot dammen. Disse tersklene har - i følge samme kilde - vært stabile. I øvre halvdel av elva nedenfor dammen, er elva slak og går for en stor del i løsmasser. Videre nedover er elva mot Bitu bru brattere og noe mer fjell må påregnes i elveleie.

Bitu bru ligger på et område med opprinnelige glasiøse grusavsetninger der elva har erodert seg ned, forflyttet seg og avsatt sine sedimenter. Flata øst og oppstrøms Bitu bru er den del av denne elvesletta som går ned til innsjøen og reguleringsmagasinet Totak. Ved store flommer må en forvente at elva har stor masseføring. Riksveg 362 ligger som en dam på tvers av elva med hull for elva under brua. Brua ligger altså i et område hvor elva historisk har lagt igjen masser, mens innsnevringen gjennom brua gir hastighetsøkning.

I innledende arbeid har det ikke kommet fram at det var enkelthendelser som førte til skade på brufundamentet. Mest sannsynlig har brua ikke blitt sikret tilstrekkelig etter ombygging, og den gamle sikringen har gradvis gitt etter. Når en først får blottlagt finere sedimenter vil erosjonssår raskt utvikle seg også utenom ekstremflom.

I regulerte vassdrag reduseres massetransporten som følge av at vannføringen avtar og at større flommer blir mindre hyppige. Med mindre tilførsel av sedimenter, reduseres også elvas evne til "selvrepasjon".

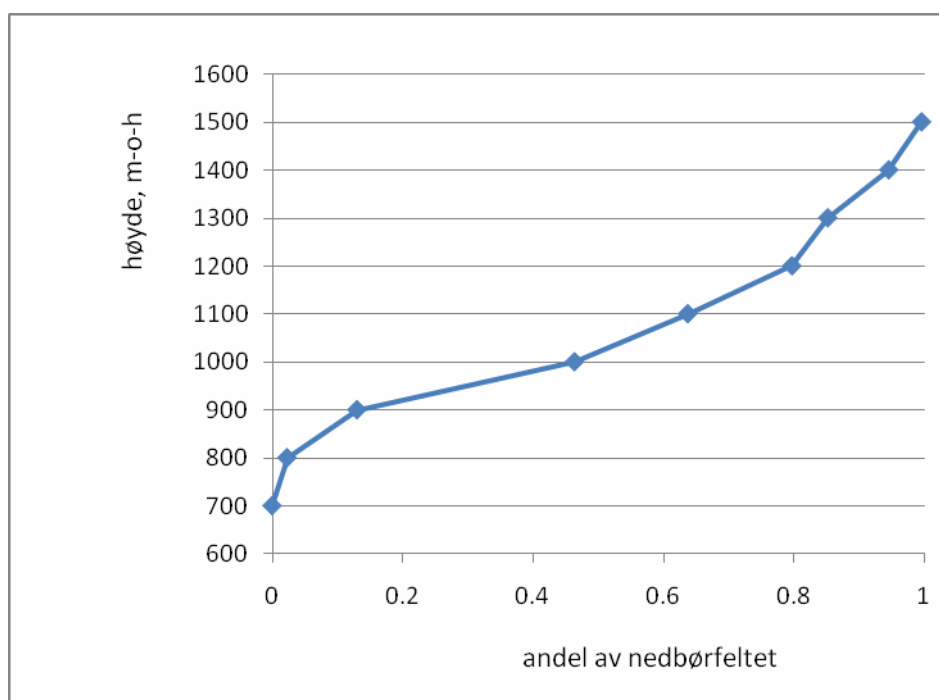
## 2.2 Vassdrag nedenfor Bitdalsdammen



Figur 1. Nedbørfelt rv.362 Bitu bru. Feltgrenser (i blått) her hentet fra Regineenheter på NVE atlas og vurdert ut fra kotegrunnet.

Uregulert del av vassdraget er ca 43,9 km<sup>2</sup> som vist i figur 1. Nedbørfeltgrensene er i hovedsak Regine-enheter (kilde: [www.nve.no](http://www.nve.no), Karttjenester, NVE Atlas). Nedre del av feltet er bestemt ut fra bekker og høydekoter. Bitu bru ligger nær 695 moh, og høyeste punkt i feltet er Bredalseggi noe over 1500 moh. Eggeskardnuten som ligger lengst inn i feltet - ca 14,7 km innenfor Bitu bru målt langs vassdraget - ligger på ca 1440 moh. Figur 2 viser hypsografisk kurve for feltet der høydefordelingen feltet er presentert som en relativ andel av arealet. Egenskaper til kurven sammen med andre hydrologiske egenskaper brukes typisk til å sammenligne nedbørfeltet med andre felt. Medianhøyde, reliefforhold

(fallforhold), vannareal hentes fra kartdata mens hydrologiske egenskaper som normalavrenning hentes fra for eksempel NVE Atlas. Medianhøyden til feltet er beregnet til 1021 moh, middelhøyde 1065 moh, mens reliefforholdet er beregnet til 16 m/km. Normalavrenning ved medianhøyden ligger på ca 33 l/s km<sup>2</sup>. Det er en 20-talls små vann som totalt har et areal på ca 1,8 km<sup>2</sup> eller ca 4 % av totalarealet. Effektivt sjøareal er lavt, De små vannene har små lokale felt i utkanten av feltet og de fleste er typiske myrtjern. En stor del av arealet ligger fra 900- 1000 moh og myrer utgjør en stor del av arealet. Store arealer innenfor et høydenivå kan bidra til at snøsmelting, dvs. vårflokker, gir betydelig bidrag for flomregime.



Figur 2 Hypsografisk kurve av uregulert nedbørfelt Bitu Bru.

I Telemark er det utført en del flomberegninger i forbindelse med Flomsonekartprosjektet til NVE. For disse prosjektene er det utgitt flomberegninger der analyse av enkeltstasjoner er gjengitt. Flomberegning for Middøla (ref /2/) er hovedgrunnlaget for flomvurderingene i dette prosjektet. I forhold til omliggende hydrometriske stasjoner, så har stasjon 16.122 Grovåi en brukbar lengde på dataserien (1973-07), har feltmessige likheter og nærhet, som gjør at denne stasjonen kan brukes til å skalere uregulert felt ovenfor Bitu Bru. Nedbørfeltet til Grovåi er noe mer lavtliggende og har som ventet en lavere årsavrenning. Grovåi har kortere serie enn f.eks 16.32 Hjartsjø der 1927-flommen er med. Hjartsjø har 26 % lavere spesifikk middelflom enn Grovåi, og dette skyldes sannsynligvis at middelflommen i større grad er dominert av vårflokker på Grovåi og ikke minst at Grovåi har mindre nedbørfelt. Disse stasjonene er i likhet med mange andre stasjoner i Telemark, berørt av vassdragsreguleringer. I regulerte vassdrag med høy reguleringsgrad oppnås vanligvis størst flomdemping

for mindre flommer, mens de større har lavere demping. Middelflom og mindre flommer vil gjerne være påvirket av vassdragsregulering.

Regresjonslinjene som er valgt i /2/ gir ganske like spesifikke flomverdier for de to stasjonene. Grovåi har mest til felles med flomregime i uregulert del av Bitu, og verdiene fra dette feltet er valgt og avrundet oppover, men slik at spesifikke flomverdier ikke er lavere enn for Hjartstjø. Det vil si at flomtallet for Q200 er vurdert noe opp i forhold til Grovåi. De valgte relative flomtallene er gitt i Tabell 3. Tabell 4 viser døgnmiddelflom og kulminasjonsvannføringer der forholdet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring er satt til 1,4. Døgnmiddelflommer er beregnet fra faktorer i tabell 3 og spesifikke middelflom fra Grovåi. Flomverdiene i tabell 4 gjelder for uregulert del av vassdraget ovenfor Bitu bru.

Tabell 1 Feltparametre for valgte stasjoner (ref/2/)

Vm nr	Stasjonsnavn	Periode	Ant. år	Areal (km <sup>2</sup> )	Normal avløp (l/s km <sup>2</sup> )	Midlere høyde	Effektiv sjøprosent
16.32	Hjartstjø	1920-57	38	215	27	830	1,2
16.122	Grovåi	1973-07	33	42,7	19(26*)	910	0,2

\*26 l/s km<sup>2</sup> er målt, mens beregnet fra isohydatkartet er 19 l/s km<sup>2</sup>

Tabell 2 Spesifikk vannføring for stasjonene Hjartstjø og Grovåi basert på analyser i ref/2/.

		QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
		(l/s·km <sup>2</sup> )	(l/s·km <sup>2</sup> )	(l/s·km <sup>2</sup> )	(l/s·km <sup>2</sup> )	(l/s·km <sup>2</sup> )	(l/s·km <sup>2</sup> )	(l/s·km <sup>2</sup> )	(l/s·km <sup>2</sup> )
16.32	Hjartstjø	277	360	446	535	656	753	856	1003
16.122	Grovåi	351	446	523	597	691	762	832	927

Tabell 3. Relative flomtall for stasjonene Hjartstjø og Grovåi (ref /2/) og valgte flomtall

Vm nr	Stasjonsnavn	Q5/QM	Q10/QM	Q20/QM	Q50/QM	Q100/QM	Q200/QM	Fordelings-funksjon
16.32	Hjartstjø	1.3	1.61	1.93	2.37	2.72	3.09	Ln3
16.122	Grovåi	1.27	1.49	1.7	1.97	2.17	2.37	GUM
valgt	Bitu bru	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.5	

Tabell 4. Døgnmiddelflom og kulminasjonsvannføringer for uregulert del av vassdraget ovenfor Bitu Bru [m<sup>3</sup>/s] Spesifikk middelflom, QM er valgt lik verdien for Grovåi.

	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200
Døgnmiddel	15	20	23	26	31	34	39
Kulminasjon	22	28	32	37	43	48	54



### Restfelt Bitdalsdammen og andre vassdragforhold

For Bitu bru bør en kunne anta at vårflokkene fra Bitdalsdammen er sterkt dempet i forhold til tidligere. Det er ikke registrert overløp om våren. Magasinet vil om våren være tilnærmet tomt. For vårflokkmer kan en derfor anta at restfeltet ikke bidrar opp mot 200-års flom. På høstflokkmer kan en ikke helt se bort ifra bidrag fra dammen. Det er sannsynlig at tapping av dammen kan forlenge flomperioder på høsten. Sannsynligvis vil imidlertid vann som slippes i dammen være sterkt dempet og forskjøvet i tid sammenlignet med responsen fra en kort regnflom i det nedre uregulerte feltet. Mer langvarige nedbørsituasjoner, som f.eks. høsten 2000, ga ikke ekstremflom i mindre felt på grunn av relativt lave døgnnedbørverdier. Ved kontrollert tapping er det ikke grunn til å tro at det slippes skadeflokkmer.

Forholdet mellom tilløpsflom og avløpsflom for Bitdalsdammen i ref /1/ er  $\sim 2/3$  (0,67), og ekstreme flokkmer har en tidsforsinkelse i størrelsesorden 8 timer. Dette er minst det dobbelte av reaksjonstiden for restfeltet nedenfor Bitdalsdammen. Hvis en antar at arealet innenfor dammen bidrar med en 200-års døgnmiddelflom tilsvarende som uregulert felt, så gir dette  $66 \text{ m}^3/\text{s}$  i tillegg. For å se på effekter av slike sammenfall er det lagt til 20, 40 og  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  på momentanverdien av  $Q_{200}$  for restfeltet ved Bitu bru. Det angis ikke noen sannsynlighet for disse vannføringer. Årlig sannsynlighet for sammenfall mellom fullt magasin og ekstremflom i uregulert del av feltet anses å være mindre enn  $1/200$  per år, og utenfor den situasjonen det er aktuelt å dimensjonere ei bru for.

I situasjoner der en ikke vil få til flomdemping, er det mest sannsynlig at dette skyldes et reguleringspålegg der andre hensyn i vassdraget tilsier forhåndstapping. Man har da sannsynligvis en ekstremsituasjon i vassdraget som ligger nedstrøms og utenfor det en bruker som dimensjoneringsgrunnlag.

Varighet til stor vannføring påvirker også erosjon og massetransport i et vassdrag. Dimensjoneringsmetoder for steinstørrelser tar ikke hensyn til varighet.

### 3 Hydrauliske beregninger

NGI mottok 1 m kurver fra Statens Vegvesen og har benyttet disse til å bygge opp en terrengmodell, som er utgangspunktet for å trekke ut geometriske modelldata for HEC- Ras ved hjelp av Hec GeoRas. Figur 3 og 4 viser området som modellen dekker, og hvor det er beregnet tverrprofiler. Tverrprofilene er etter import i HEC-RAS visuelt bedømt og eventuelt korrigert i forhold til terrenginformasjon.

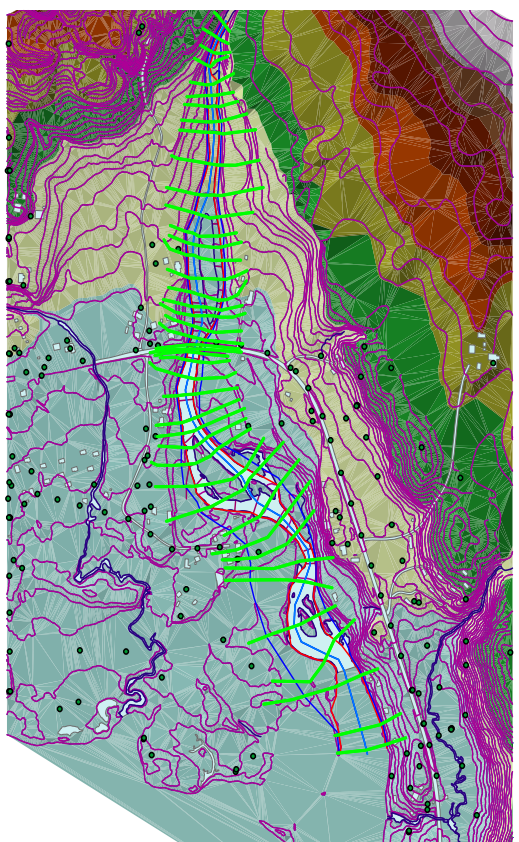
En slik generering av tverrprofiler gir effektiv bygging av modeller, men nøyaktigheten avhenger selvsagt av hvor godt kotene representerer elvebunnen. Modellen er opplagt ikke korrekt for lave vannføringer der vannet i stor grad kun renner mellom stein og i deler av elveleie.

Bitua er relativt bratt og en vil forvente at fallforhold og bredde til elveleie er rimelig bra representert i modellen og egnet til å studere større vannføringer.

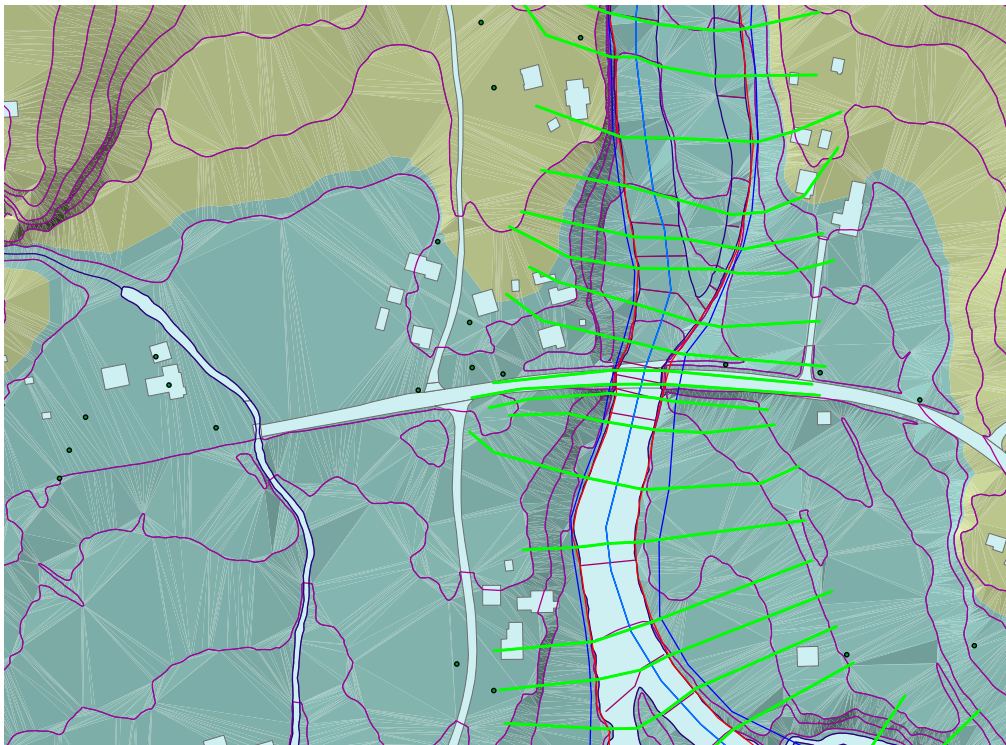
Det eksisterer ikke noen kalibreringsdata for strekningen, og det er antatt Manning M svarende til 22 i elveleie, og M lik 14 utenfor elvebredden.

Nedre grensebetingelse er satt til HRV= 687 i Totak.

Alminnelig sommervannstand i Totak regnes til kote 686. Grensebetingelsen har ikke innvirkning i bruområdet.

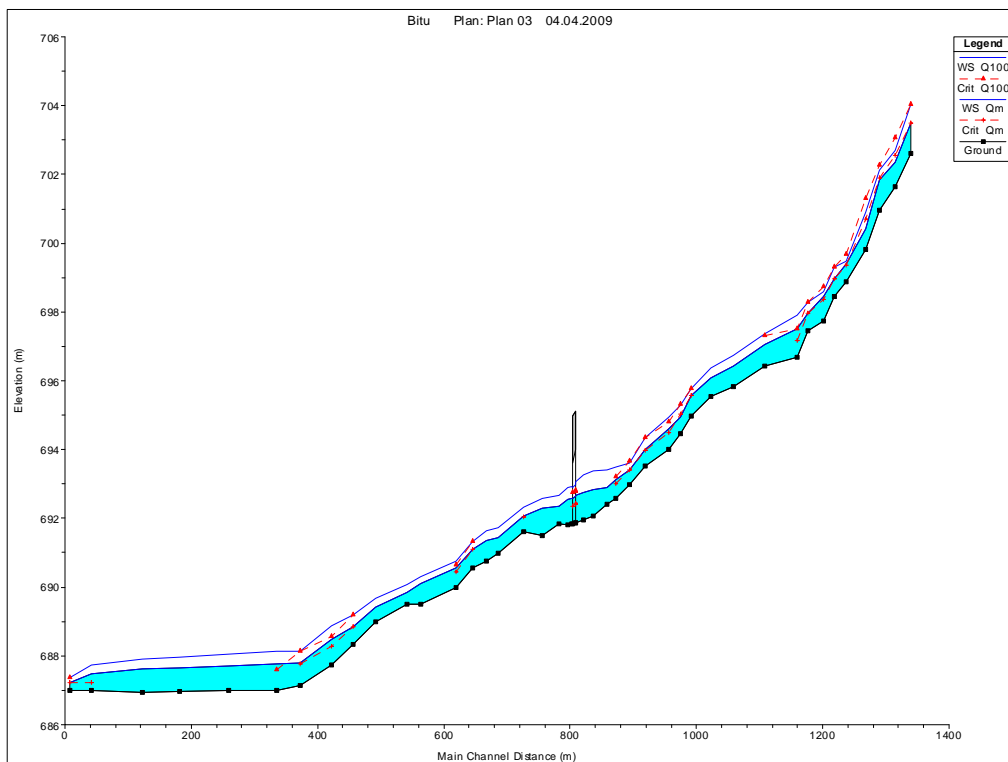


*Figur 3. Terrengmodell for generering av tverrprofiler i Hec RAS*



Figur 4. Detaljer av terrenngmodellen i bruområdet.

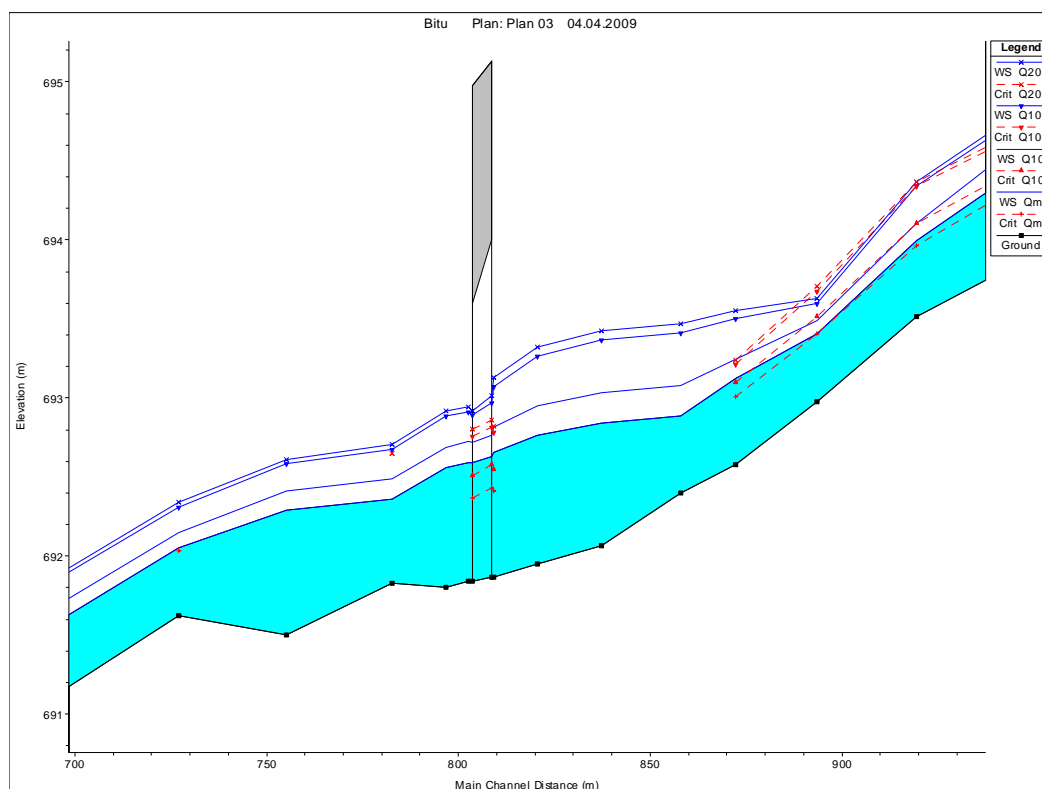
### 3.1 Resultater



Figur 5. Lengdeprofil av elv ved  $Q_m$  og  $Q_{200}$ .

Når en ser på fallforholdene rundt brua, ser en at rett oppstrøms brua er det flateste og breieste partiet i elva, og at elveleiet er på sitt smaleste ved brua. Resultatet er at hastigheten under brua må øke relativt til strekningen for øvrig.

Figur 6 viser underkritiske vannlinjer gjennom brua for vannlinjer opp til 200-års vannføring i området rund brua. En ser her at bruinnsnevringen virker oppstuvende med hastighetsøkning gjennom brua ved store flommer.



Figur 6. Beregnete vannlinjer gjennom bruområdet ved vannføringer fra  $Q_m$  til  $Q_{200}$  i felt nedenfor dammen.

### 3.2 Effekter av sammenfall mellom ekstremflom fra dam og restvassdrag

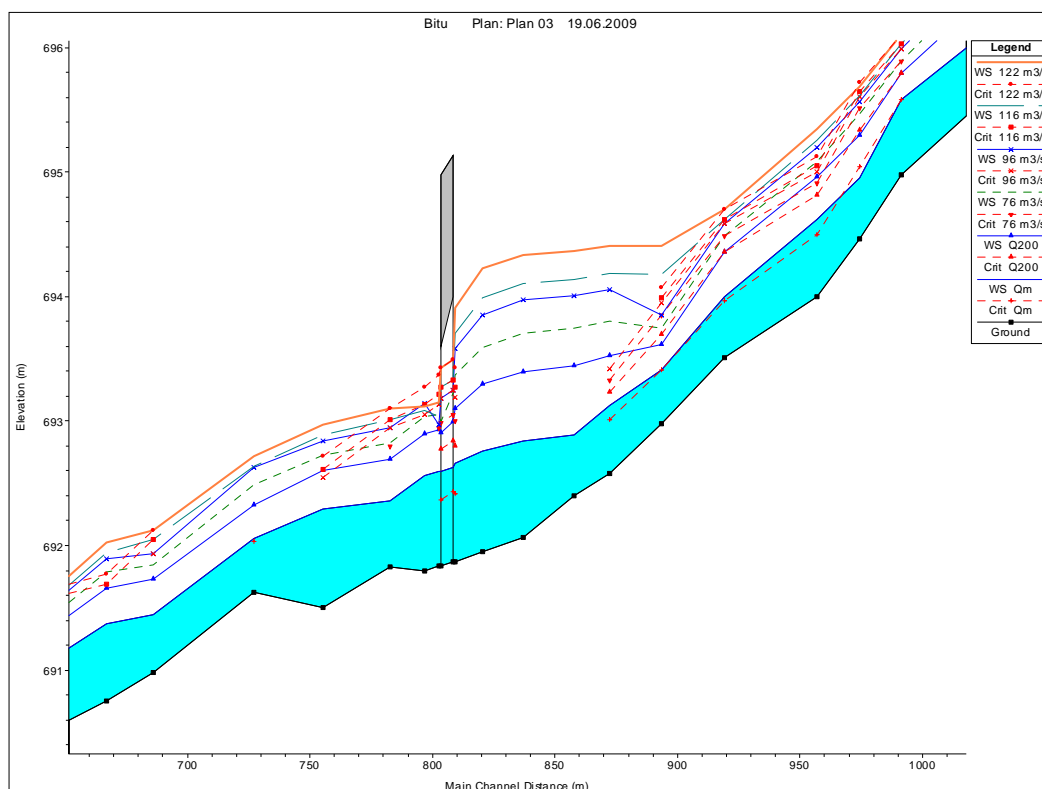
Figur 7 illustrerer vannlinjer gjennom brua ved vannføringer større enn  $54 \text{ m}^3/\text{s}$ . Vannføringen er økt trinnvis opp til  $122 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Ved økning av vannføringen opp til  $\sim 75 \text{ m}^3/\text{s}$  så endres strømmingen gjennom brua til overkritisk og en får etter hvert betydelig oppstuvning.

Ved  $122 \text{ m}^3/\text{s}$  har en i praksis oppstuvning opp i brubjelkene, og en sterkt nedpresset vannlinje gjennom brua. Innløpshastigheten øker fra  $2,2 \text{ m/s}$  til  $2,8 \text{ m/s}$  (vannføring øker fra  $54$  til  $122 \text{ m}^3/\text{s}$ ), mens utløpshastigheten øker fra  $2,4$  til  $4,4 \text{ m/s}$ .

Størstedelen av hastighetsøkningen i utløpet av brua kommer når strømmingen endres til overkritisk, dvs. modellmessig rundt  $\sim 75 \text{ m}^3/\text{s}$ . Beregninger av vannlinjer nær kritisk og overkritisk strømming skal tas med forsiktighet. For et ujevnt elveløp vil en sannsynligvis se punkter der kritisk strømming oppstår før en har kritisk strømming i hele elvetverrsnittet. Usikkerheten her øker betraktelig i forhold til underkritisk strømming. Beregningene skal derfor tas som en veiledning til valg av steindimensjon.

For å ta hensyn til endring i strømmingssituasjonen ved ekstremflom, er det derfor viktig at nedre del av sikringen har stor stein som er godt plassert i forband.



Figur 7. Beregnede vannlinjer gjennom bruområdet ved ekstremvannføringer fra restfeltet og Bitu dam.

#### 4 Erosjonssikring

For beregning av sikring rundt landkar er formel 4.29 og 4.30 i *Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein*, *Veileder NVE 4-2009*, ref /3/ benyttet.

Under gjengis fra veileder:

”For froudetall,  $Fr \leq 0,8$ , kan stabil steinstørrelse for sikring av landkar beregnes med følgende formel (Barkdoll 2007):

$$\frac{D_{50}}{y} = \frac{K}{(s-1)} \times \left( \frac{V_{kar}^2}{gy} \right)$$

Her er:

- $D_{50}$  = stabil steinstørrelse (m)
- $K$  = 0,89 for kjegleformet landkar (-)
- $K$  = 1,02 for landkar med vertikal frontvegg (-)
- $s$  = steinens relative tetthet (-)
- $g$  = tyngdens akselerasjon (9,81 m/s<sup>2</sup>)
- $y$  = vann dybde ved foten av landkaret (m)
- $V_{kar}$  = karakteristisk hastighet (m/s)

For froudetall,  $Fr > 0.8$  så anbefales det følgende formell (Barkdoll 2007)

$$\frac{D_{50}}{y} = \frac{K}{(s-1)} \times \left( \frac{V_{kar}^2}{gy} \right)^{0.14}$$

Her er:

- $D_{50}$  = stabil steinstørrelse (m)
- $K$  = 0,61 for kjegleformet landkar (-)
- $K$  = 0,69 for landkar med vertikal frontvegg (-)
- $s$  = steinens relative tetthet (-)
- $g$  = tyngdens akselerasjon (9,81 m/s<sup>2</sup>)
- $y$  = vann dybde ved foten av landkaret (m)
- $V_{kar}$  = karakteristisk hastighet, se under (m/s) ”

Sitat slutt

$K$  – faktor for landkar med vertikal frontvegg og  $s = 2,6$  er benyttet for Bitu bru.

For dimensjonerende vannhastigheter (fra dimensjonerende flom) er froudetallet gjennom brua under 0,8 (0,72) for 54 m<sup>3</sup>/s, mens det for vannføringer over 62 m<sup>3</sup>/s er  $fr > 0,8$ . Dette er tatt hensyn til i Tabell 5. Merk også at  $\frac{V_{kar}^2}{gy} = Fr^2$ .

Tabell 5 viser beregnede vannstander og vannhastigheter for vannføringer der også avløp fra dammen bidrar.

*Tabell 5 Beregnet steinstørrelse  $D_{50}$  for erosjonssikring ved ulike vannføringer lik og større enn 200års flom fra nedbørfeltet nedenfor dammen.*

	54 m <sup>3</sup> /s (fr<0,8)	62 m <sup>3</sup> /s (fr<0,8)	74 m <sup>3</sup> /s (fr>0,8)	94 m <sup>3</sup> /s (fr>0,8)	104 m <sup>3</sup> /s (fr>0,8)	122 m <sup>3</sup> /s (fr>0,8)
Vann dyp [m]	1.15	1.14	1.14	1.13	1.2	1.31
Vannhastighet [m/s]	2.44	2.61	2.93	4.02	4.17	4.4
Steinstørrelse $D_{50}$ [m]	0.39	0.44	0.47	0.51	0.55	0.60

Ved  $Fr \sim 0,8$  er strømmingen langt over det en regner som rolig underkritisk elv. I et tverrsnitt i ei slik elv vil en ved ujevn bunn (f. eks over en litt grunnere stein) se at elva er nær kritisk strømming. Det anbefales derfor at en kontrollerer begge formlene for det litt ulike sett av vanddyp og hastighet for å se på følsomhet nær overkritisk strømming. Usikkerheten i hydrauliske beregninger blir ikke mindre med økende froude tall. Ved bruk av formlene for  $Fr \leq 0,8$  gir vanddyp 1,15 m og vannhastighet og 2,44 m/s  $D_{50}$  lik 0,39 m mens for  $Fr > 0,8$  gir formelen 0,45 m. I praksis ønsker en å sikre for noe mer enn dimensjonerende for å ta høyde for usikkerhet. En vil i dette tilfelle typisk spesifiserer  $D_{50}$  lik 0,5 m, og en kan av tabellen ovenfor se at en da har tatt høyde for en betydelig større vannføring. Usikkerhet i flomberegningen gir dermed mindre utslag i steinstørrelsen. Usikkerheten kan tas opp ved dimensjonering av stein.

For øvrig kan en også vurdere steinstørrelse ut i fra formel (14-16) i Håndbok 016 ref /4/:

$$D_{60} \geq v^2/2g$$

Formelen gir resultat som er noe lavere enn beregnet ovenfor:

Tabell 6, Vannhastighet og steinstørrelse fra ref /4/

v (m/s)	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
$D_{60}$ (m)	0.05	0.11	0.20	0.32	0.46	0.63	0.82	1.03	1.28

Gjennom et innsnevret elveløp skyter elva fart og overflaten senkes samtidig som vannhastigheten øker. Påkjeningene på elvebunnen vil derfor være størst i utløpet av brua. Det derfor viktig å sortere ut stein med god tilpasning, utføre god plassering og gjerne øke stein størrelsen i dette området.

Tabell 6 (kopi av table 9.6. Austroads (1994) method for sizing riprap ref \5/) gir viktig informasjon om steinstørrelse kontra vekt. Ofte viser det seg ved befaring at erosjonssikringer er underdimensjonert. Vekt kan derfor være en måte å spesifisere steinstørrelse på for materiale som i liten grad lar seg sikte.

Tabell 6. Dimensjonering av erosjonssikring basert på vannhastighet. Fra ref/5/

Table 9.6. Austroads (1994) method for sizing riprap.

Velocity (m/s)	Riprap Class	Thickness $t_r$ (m)	Riprap Size (mm)			Riprap Mass (kg)		
			$d_{r100}$	$d_{r50}$	$d_{r10}$	$M_{r100}$	$M_{r50}$	$M_{r10}$
<2	None							
2.0-2.6	Facing	0.50	400	300	150	100	35	2.5
2.6-2.9	Light	0.75	550	400	200	250	100	10
2.9-3.9	$\frac{1}{4}$ tonne	1.00	750	550	300	500	250	35
3.9-4.5	$\frac{1}{2}$ tonne	1.25	900	700	400	1000	450	100
4.5-5.1	1 tonne	1.60	1150	900	550	2000	1000	250
5.1-5.7	2 tonne	2.00	1450	1150	750	4000	2000	500
5.7-6.4	4 tonne	2.50	1800	1450	900	8000	4000	1000
>6.4	Special							

#### 4.1 Sikring med samfengt sprengstein.

For erosjonssikringsarbeid der en ikke har god kontroll på endelig utlagt steinstørrelse (gjelder generelt alt arbeid under vann), skal det minimum legges ut stein i tykkelse  $3 \times D_{50}$ . Dersom en har god mulighet til kontroll både av utlegging (dvs visuell kontroll) og at underliggende masser har egnet sortering i forhold til plastringsmateriale, kan en legge tykkelser  $2 \times D_{50}$ . Ved Bitu bru bør en ved arbeid på lav vannføring kunne ha god kontroll.

Dersom massene er samfengte og også skal danne filter mot finere underliggende masser, skal tykkelsen være minimum  $3 \times D_{50}$ .

Utlegging av erosjonssikringer i bruområdet vil kreve at volum tilsvarende utlagt stein fjernes for å opprettholde strømningsverrsnittet ved brua.

En vesentlig ulempe med samfengt sprengstein, er at en vanskelig kan håndtere og lage en sortering der midlere diameter er 0,5 m. Middelsteinstørrelsen er da  $\frac{1}{4}$  tonn, og i praksis vil de si at halvparten av steinen må plasseres som enkeltstein. Dette gir ikke en samfengt oppbygging av utlagte masser. En løsning for å lage plastring tilsvarende samfengte masser, kan være å legge ett lag grov stein, deretter "mette" laget med steinmasser der  $D_{50}$  er halvparten av den grove steinen og så legge et lag nummer to til over på samme vis.

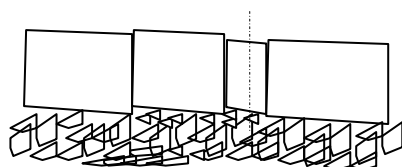
#### Andre metoder

I prinsippet kunne en også benytte gabioner til å sikre et slikt brukar. Ulempen kan være at hvis elva er sterkt masseførende, så kan stein slå av tråder i nettet og lage hull på gabionene.



## 4.2 Sikring Bitu bru

For sikring av Bitu bru foreslås det et alternativ til å bruke samfengt sprengstein, der kantet stein enkeltvis skal være stabile. Steinene plasseres enkeltvis i horisontalt forband som ett-lags stein på maskinkult. Underliggende materiale kan for eksempel være kult 20-120 mm eller velgradert sprengstein 20-300 mm (opp til halv diameter av ovenforliggende materiale). Plastringen kan sees på som en liggende tørrmur. Den gamle sikringen hadde en slik utforming. Slik plastring setter store krav til sortering og tilpassing av stein. Enkeltstein skal kunne motstå løft og rotasjon. Dersom midlere lengdeakse på steinen er mindre enn 0,5 m, legges steinen med største lengde-akse vertikalt, se figur 8. Det tolereres hull mellom utlagt plastringsstein på maks 0,2 x 0,2 m. Disse hullene skal kiles ved komprimering av 20-120 mm. Enkeltstein skal ikke stikke mer enn 0,1 m over eller under sideliggende stein. Minste stein som kan benyttes er dermed 0,2x0,2x0,4 der denne stilles med lengdeaksen vertikalt. Ferdig flate skal ikke ha åpne sprekker større enn 0,1 m.



Figur 8. Mindre stein settes med lengdeakse vertikalt

Vedlagt er tegning nr 20081184-1 for sikringsarbeid og beskrivelse av arbeidet som prosess-kode. Ved oppstart av anlegget bør det være et oppstartsmøte mellom entreprenør, byggherre og eventuelt rådgiver for å gå igjennom foreliggende materiale og etablere en felles forståelsen av hvordan erosjonssikringen skal utføres.

## 5 Usikkerhet

Normalt for bruer i brattere masseførende vassdrag er å kreve beregningsmessig 0,5 - 1,0 m fri høyde over vannspeilet som sikkerhet opp til brudekke. Sikkerheten skal - i tillegg til hydraulisk og beregningsmessig sikkerhet - også ta høyde for drivgods som trær med røtter.

Den hydrologiske usikkerheten i vassdraget er hovedsakelig knyttet til overløp fra Bitdalsdammen. Usikkerheten er ivaretatt ved at steinstørrelsen er rundet oppover, og ved at det også er beregnet steinstørrelser for større vannføringer. Ved å se på disse vannføringer ser en at den hydrologiske analysen med endelig valg av vannføringer ikke er kritisk i analysen.

Den hydrauliske modellen gir sannsynligvis pålitelige hastigheter, men selve vannlinja kan være forskjøvet noe vertikalt, fordi tverrprofilene er generert med 1 m koter. Benyttet brutverrsnitt er hentet fra brutegninger. Det faktiske tverrsnittet

ved brua er egentlig noe større fordi erosjonen har laget ei renne under brua. Ny sikring vil gi noe innfylling i denne renna, men det skal fortsatt være ei renne midt under brua for lavvann. Totalt anses det derfor at den hydrauliske modellen har litt mindre kapasitet enn dagens tverrsnitt.

Ved bruk av blokkstein lagt i forband antas det videre at en har en høyere sikkerhet på plastringen enn det steinstørrelsen tilsier som gradert samfengt masse.

Brua har god sikkerhet i forhold til 200-års flom fra feltet nedenfor Bitdalsdammen, men ved ekstremflom også fra dammen, vil brua ha for liten kapasitet. En får da strømningsforhold med oppstuvning og endring av strømningsregime gjennom brua som brua ikke er dimensjonert for. Denne situasjonen ligger også utenfor det sannsynlighetsområdet som det er aktuelt å dimensjonere for.

## **6 Konklusjon**

Erosjon rundt brukaret skyldes neppe noen enkelt flomhendelse, men at innsnevringen ved brua har økt hastigheten lokalt og ført til større krefter på sedimentene for alle størrelser av flommer. Det ser ut som om det i dag kun er rester etter sikring for den gamle brua som ligger igjen. Det er ikke tegn til at det ble utført erosjonssikring av landkarene ved ny bru.

Vassdraget har utvilsomt fått redusert flomstørrelsene etter 1970. Dette gjør at massetransport fra eventuelle sedimentkilder nedenfor Bitdalsdammen er mindre nå en før utbygging. Dette kan i seg selv gi senking i bruområdet.

Brua bør erosjonssikres etter vedlagte tegninger og anbudsbeskrivelse.

Den anbefalte erosjonssikringen gir et sikkerhetsnivå noe høyere enn til  $Q_{200}$  for restfeltet nedenfor Bitdalsdammen.

## **7 Referanser**

- /1/ Flomberegning Dam Bitdalen, Norconsult 2005.
- /2/ Flomberegning for Middøla, NVE oppdragsrapport 2/2009
- /3/ Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein, NVE 2009
- /4/ Håndbok 016 Geoteknikk i vegbygging, 5. utgave, Statens vegvesen mai 2009.



Dokumentnr.: 20081184-00-2-R  
Dato: 2009-09-01  
Side: 21

/5/ Bridge Scour, B. W. Melville, S.E. Coleman, Water Resources  
Publications 2000.

# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>					
<b>Dokumenttittel/Document title</b> RV.362 Bitu bru, Vinje kommune, Telemark			<b>Dokument nr./Document No.</b> 20081184-00-2-R		
<b>Dokumenttype/Type of document</b>		<b>Distribusjon/Distribution</b>		<b>Dato/Date</b> 9. juni 2010	
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		<b>Rev.nr./Rev.No.</b> 0	
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited			
		<input type="checkbox"/> Ingen/None			
<b>Oppdragsgiver/Client</b> Statens vegvesen					
<b>Emneord/Keywords</b> erosjon, sikring av bru, hydrologi, hydraulikk					
<b>Stedfesting/Geographical information</b>					
<b>Land, fylke/Country, County</b> Norge, Telemark				<b>Havområde/Offshore area</b>	
<b>Kommune/Municipality</b> Rauland				<b>Felt navn/Field name</b>	
<b>Sted/Location</b> Bitu bru				<b>Sted/Location</b>	
<b>Kartblad/Map</b> 1511 III Vinje				<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>	
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> 107826, 55401016					
<b>Dokumentkontroll/Document control</b>					
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>					
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ Self review av/by:	Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:
0	Originaldokument	OAH	HHe		
<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>		<b>Dato/Date</b>		<b>Sign. Prosjektleder/Project Manager</b> Øyvind A. Høydal	

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002 og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting in 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 oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002 and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)



Hovedkontor/Main office:  
PO Box 3930 Ullevål Stadion  
NO-0806 Oslo  
Norway

Besøksadresse/Street address:  
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:  
PO Box 1230 Pirsenteret  
NO-7462 Trondheim  
Norway

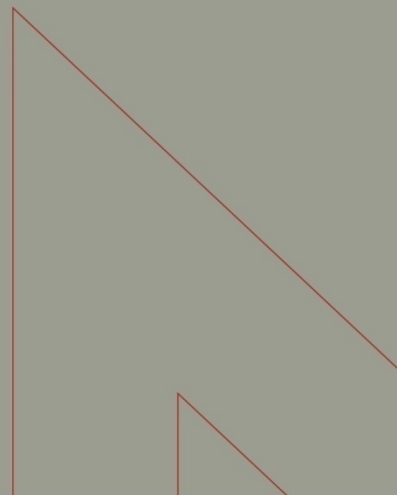
Besøksadresse/Street address:  
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

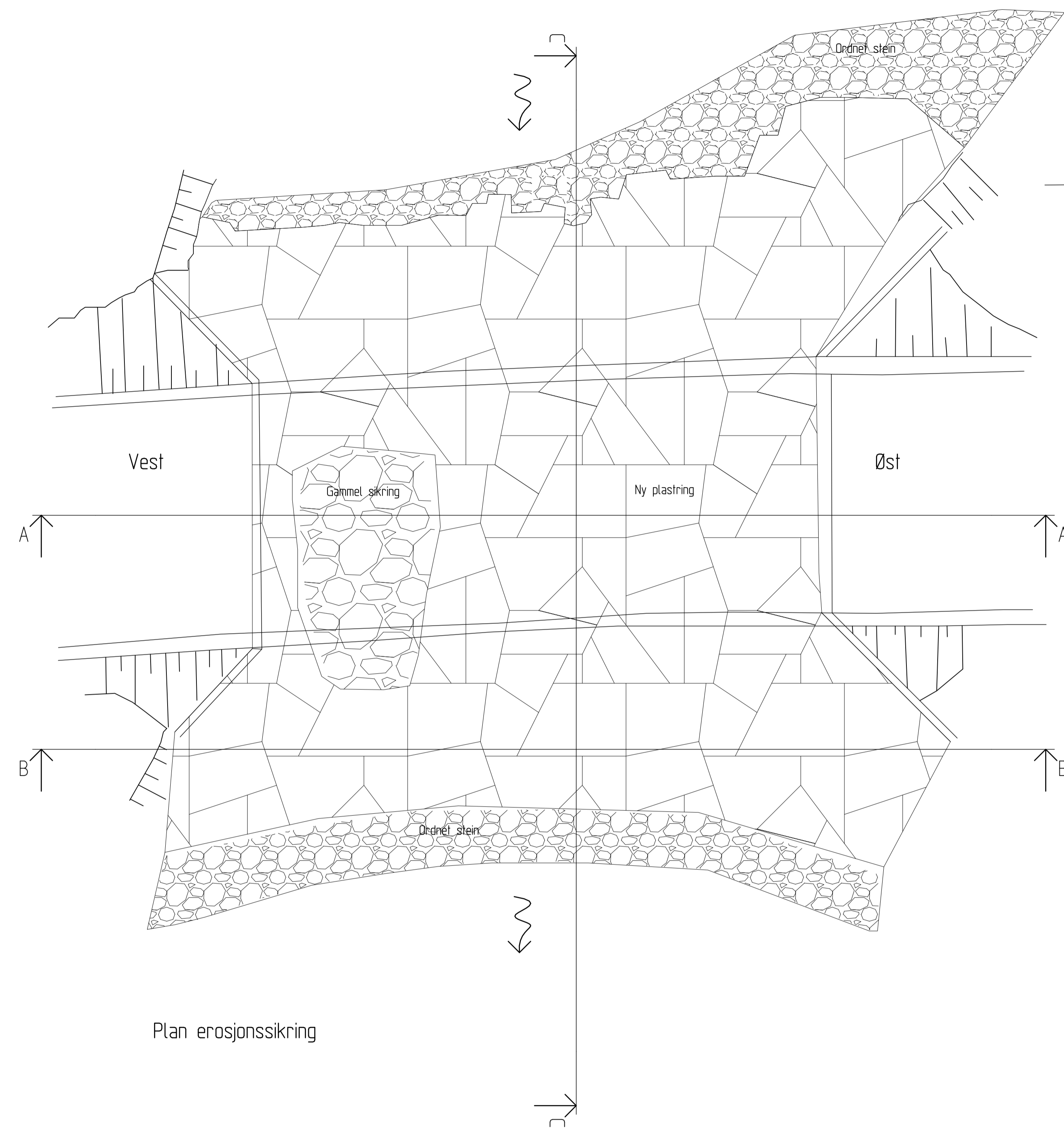
T: (+47) 22 02 30 00  
F: (+47) 22 23 04 48

[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

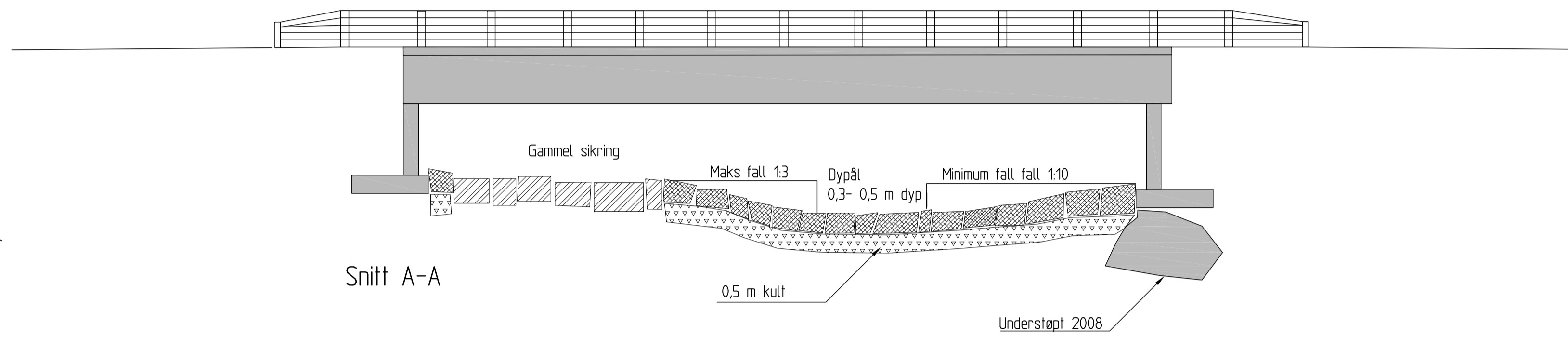
Kontonr 5096 05 01281 /IBAN NO26 5096 0501 281  
Org. nr./Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001  
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989

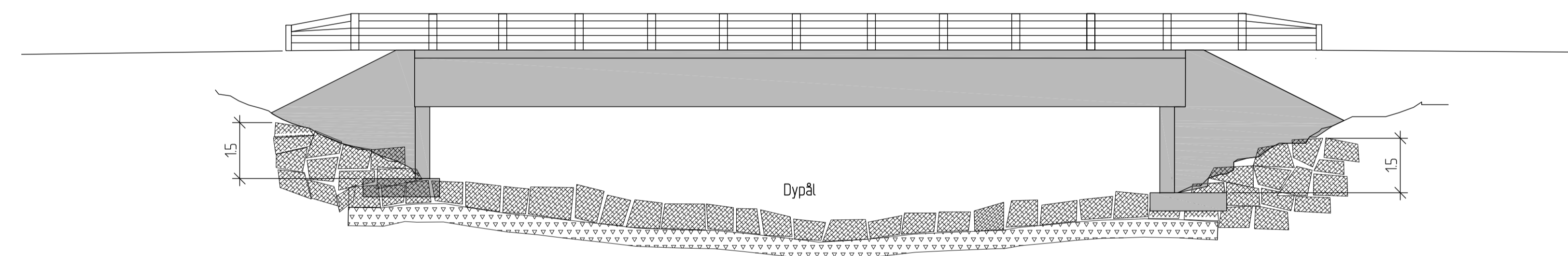




Plan erosjonssikring

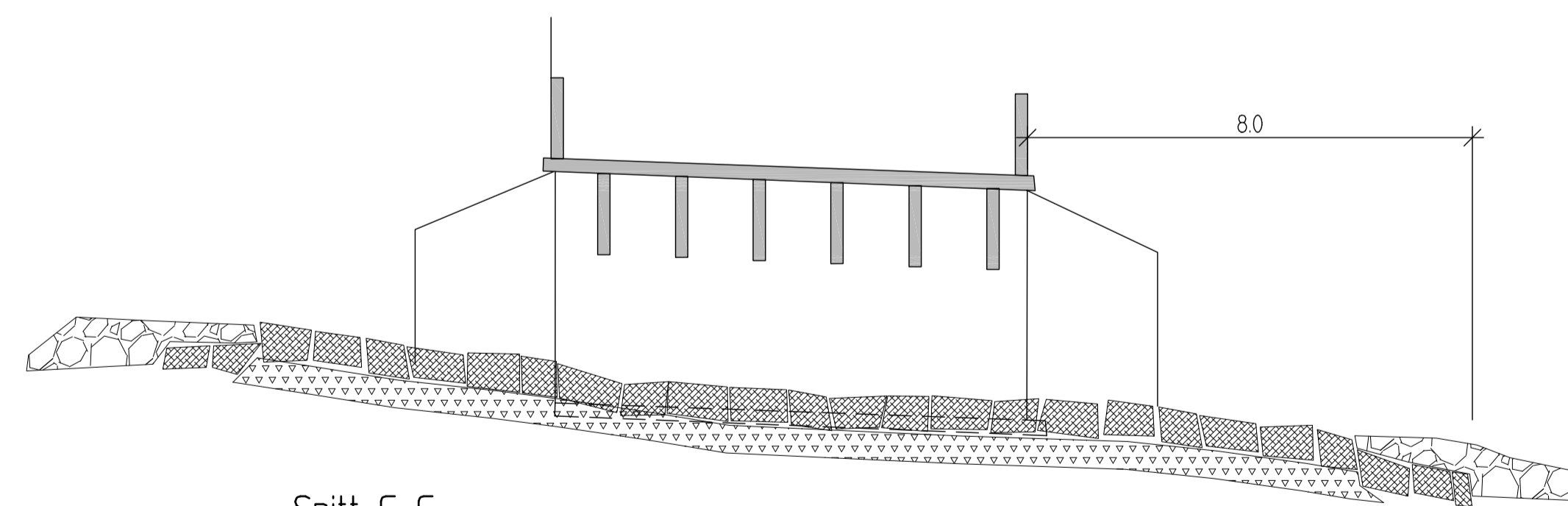


Snitt A-A



B-B oppriss av bru

Langs vanger plastres det til nivå 15 m over overkant såle oppstrøms og nedstrøms.




Snitt C-C

**HENVISNINGER:**

Vedlegg med prosesskode i NGI rapport 20081184.1, RV 362 Bitu bru, Vinje kommune, Telemark gir nærmere spesifisering av arbeide

Tegningsnr.	Rev.
EROSJONSSIKRING, PLAN OG SNITT	

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kont.	Godt.
<b>STATENS VEGVESEN</b> <b>BITU BRU</b>					Original format A-1 Tegningsfilnavn S:\telemark\rv362\20081184\nt\plan og snitt.dwg Håretskås
<b>EROSJONSSIKRING</b> <b>PLAN OG SNITT</b>					<b>1:100</b> 
NGI Sogneveien 72 - PO Box 3830 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 50 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 28.05.2010 Oppr. og tegn. 20081184	Kontrollert Tegningsnr. 	Godkjent Rev.	



## Vedlegg 1

### **Delprosjekt 3 Sikring mot flom og erosjon**

Delprosjektet omfatter utredning av behov og muligheter for tilpasning til endret klima, både gjennom dimensjonering av drenering, erosjonssikring eller vegen og ved endringer i kriterier for valg av løsninger. Målet er å formulere forslag til endringer i retningslinjer for prosjektering, tilstandsvurdering og vedlikehold. Et titalls pilotprosjekter brukes til utprøving og demonstrasjon.

#### **Delprosjektet er organisert i følgende aktiviteter:**

- 3-1 Drenering
- 3-2 Erosjonssikring mot strømmende vann
- 3-3 Sikring mot bølgeerosjon
- 3-4 Miljøeffekt av endret klima
- 3-5 Overvann: fordrøyning, drenering og vanngjennomløp (2010)

#### **Drenering** ser på følgende tema:

- metoder og datagrunnlag for beregning av nødvendig dreneringskapasitet,
- for nye veger: bedre verktøy for prosjektering og valg av drensløsninger for vegkroppen og omgivelsene
- for drift/vedlikehold og eventuell oppgradering av eksisterende veger: tilstandsvurdering, tilstandsdata til bruk i kontrakter

**Erosjonssikring mot strømmende vann** ser på utfordringer knyttet til prosjektering og sikring av brufundamenter samt beskyttelse av vegens omgivelser og sikring av vegskråninger.

**Sikring mot bølgeerosjon** ser på utfordringer knyttet til veger, ferjekaier, tilløpsfyllinger for bruer og deres sikring mot bølgeerosjon og overskylling

**Miljøeffekt av endret klima** har som mål å utvikle et bedre og klimatilpasset grunnlag for valg og prosjektering av renseløsninger for avrenningsvann fra veg.

**Overvann: fordrøyning, drenering og vanngjennomløp** er en koordinerende aktivitet i 2010 som har som mål å utvikle grunnlag for en håndbok med vannhåndtering som tema.





## Vedlegg 6

### Prosjektrapporter fra 'Klima og transport'

Rapportnr.	Tittel	Utarbeidet av
2519	Klimapåvirkning av vegbyggingsmaterialer State of the art studie	Bjørn Ove Lerfald og Inge Hoff, SINTEF Byggforsk Veg- og jernbaneteknikk
2520	Vurdering av EDB-system for beregning av nedbrytning av veg	Ragnar Evensen, ViaNova Plan og Trafikk AS
2542	Status og problemstillinger for grusvegnettet ved endret klima	Per Otto Aursand og Joralf Aurstad, Statens vegvesen og Ivar Horvli, ViaNova Plan og Trafikk AS
2566	Pilotprosjekt på stikkrenner E136 Dombås Ålesund	Kristine Flesjø, Hilde Hestangen og Than Ngan Nguyen, Statens vegvesen
2573	Rensing av overvann fra vei i fremtidens klima, 2071-2100	Thorkild Hvitved-Jacobsen, Jes Vollertsen og Svein Åstebøl, COWI
2582	Modellforsøk med flomskred mot bruer Virkning av bruåpning og ledevoller	Priska Heller og Lars Jenssen Institutt for vann- og miljøteknikk, NTNU
2586	Utvikling og uttesting av skredrisikomodel for vegnettet i Norge	Heidi Bjordal og Martin Weme Nilsen, Statens vegvesen
2560	Erosjonsskader ved Middøla bru: årsak og tiltak	Lars Jenssen, NTNU Erik Holmqvist og Kari Svelle Reistad, Norges vassdrags- og energi-direktorat (NVE)
2569	Tilstandsutvikling E136	Ragnar Evensen, ViaNova Plan og Trafikk AS
2570	Risikovurdering Oppdølsstranda Samling av bakgrunnsmateriale	Heidi Bjordal, Statens vegvesen
2607	Vurdering av stikkrenner – beregningmetoder og datagrunnlag for flomberegning	Jon Erling Einarsen (ViaNova Plan og Trafikk), Øyvind Simonsen, Eyvind Hesselberg (COWI AS)
2608	Kapasitetsberegninger av stikkrenner E136 Dombås - Åndalsnes	Espen Arntzen og Egil Andersen, Multiconsult
2610	Veger og drivsnø	Harald Norem og Espen

		Thøring, Statens vegvesen, Skuli Thordarson, Vegsyn Island
--	--	--





**Statens vegvesen**

Statens vegvesen Vegdirektoratet  
Postboks 8142 Dep  
N - 0033 Oslo

Tlf. (+47 915) 02030  
E-post: [publvd@vegvesen.no](mailto:publvd@vegvesen.no)

ISSN 1504-5005