

RAPPORT

Badderen bru - Brukonsepter

OPPDRAKSGIVER

Statens vegvesen

EMNE

Badderen bru

Forprosjekt med brukonsepter

DATO / REVISJON: 30. august 2023 / 02

DOKUMENTKODE: 10248673-RIBKO-RAP-002



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Badderen bru	DOKUMENTKODE	10248673-RIBKO-RAP-002
EMNE	Forprosjekt med brukonsepter	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Statens Vegvesen	OPPDRAGSLEDER	Rui Veloso Mendes
KONTAKTPERSON	Thorstein Kjøs Johnsen	UTARBEIDET AV	Brage Aakre Lund Rui Veloso Mendes
		ANSVARLIG ENHET	10103025 Seksjon Konstruksjoner 1

SAMMENDRAG

Multiconsult AS har fått i oppdrag av Statens vegvesen å utarbeide forprosjekt for ny Badderen bru. Badderen bru ligger på E6 i Kvænangen kommune i Troms og Finnmark fylke. Dagens bru er bygd i 1986 og fikk en skade knyttet til erosjon rundt søylen midt i elven. Nåværende situasjon er en midlertidig bru med lysregulering som etablere kryssing over Badderelven. Når eksisterende bru rives vil det bygges en ny interimsbru oppstrøms, som vil stå til ny bru ferdigstilles.

Denne rapporten presenterer fire brualternativer, der to er samvirkebru og to er buebru. Samvirkebruene består av en løsning med to stålbeiler og betongdekke, og en løsning med stålkasse og betongdekke. Buebruene består av en løsning med nettverksbue i stål med betongdekke, og en fagverksbru i stål med betongdekke.

02	30.08.2023	Innarbeidelse av betongplatebru alternativ, etter ønsker om ny vurdering av løsning	BLA/RVM	RVM	RVM
01	08.03.2023	Innarbeidelse av vegalternativ 3_02 og revisjon etter kommentarer fra SVV	BLA/RVM	RVM	RVM
00	10.02.2023	Badderen bru. Forprosjekt med brukonsepter	BLA/RVM	RVM	RVM
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTENGELSE

1	Innledning	6
2	Grunnlagsmateriale	6
3	Forutsetninger	7
3.1	Klassifisering	7
3.1.1	Kontrollklasse	7
3.1.2	Brukstid og miljøklasse	7
3.2	Materialer	7
3.2.1	Betong	7
3.2.2	Slakkarmering	7
3.2.3	Konstruksjonsstål	7
3.3	Laster	7
3.3.1	Permanente laster	7
3.3.2	Variable laster	7
3.4	Dimensjonerende lastvirkning	8
3.4.1	Beregning av lastvirkning	8
3.4.2	Dimensjonerende grensetilstand	8
3.5	Belastninger og dimensjonering	8
3.6	Grunnforhold/Fundamentering	8
3.7	Geometri	8
3.7.1	Veg	8
3.8	Frihøyder	8
3.9	Bruutstyr og detaljer	9
3.9.1	Rekkverk	9
3.9.2	Kantdrager	9
3.9.3	Overgangsplater	9
4	Utforming og funksjonskrav	10
4.1	Krav til levetid	10
4.2	Konstruktiv utforming	10
4.3	Brurekkverk og kantdrager	10
5	Brukonsepter	11
5.1	Generelt	11
5.2	Samvirke bjelkebru	11
5.2.1	Generelt	11
5.2.2	Geometri	12
5.2.3	Skisser for oversitstegninger	12
5.2.4	Prisestimat	16
5.3	Samvirke kassebru	20
5.3.1	Generelt	20
5.3.2	Geometri	20
5.3.3	Skisser for oversitstegninger	20
5.3.4	Prisestimat	21
5.4	Nettverksbuebru	25
5.4.1	Generelt	25
5.4.2	Geometri	25
5.4.3	Skisser for oversitstegninger	26
5.4.4	Prisestimat	29
5.5	Fagverksbuebru	33
5.5.1	Generelt	33
5.5.2	Geometri	33
5.5.3	Skisser for oversitstegninger	34
5.5.4	Prisestimat	35
5.6	Spennarmert betongplatebru	38
5.6.1	Generelt	38
5.6.2	Geometri	38
5.6.3	Prisestimat	40
5.7	Oppsummering av kostnadsestimer	41
5.7.1	Beregning av kostnadsestimat for nettverksbuebru	41
5.8	Vurderinger bak brukonseptene	42
5.8.1	Frihøyder/høyde på veillinje	42
5.8.2	Skeivt/rett landkar	42

5.8.3	Prefabrikkert betongdekker	42
5.8.4	Søyle midt i elv	44
5.8.5	Breddeutvidelse pga. klotoide	44
5.8.6	Prisestimat graving og fylling	44
5.8.7	Estetikk.....	45
5.9	Byggemetode.....	45
5.9.1	Generelt	45
5.9.2	Overbygning.....	45
5.9.3	Generell rekkefølge på bygging	46
5.10	HMS i byggeperioden.....	46
5.11	Anbefalinger til valg av konsept.....	46
6	Referanser	47

1 Innledning

Multiconsult AS har fått i oppdrag av Statens vegvesen å utarbeide forprosjekt for ny Badderer bru. Badderer bru ligger på E6 i Kvæangen kommune i Troms og Finnmark fylke. Dagens bru er bygd i 1986 og fikk en skade knyttet til erosjon rundt søylen midt i elven. Nåværende situasjon er en midlertidig bru med lysregulering som etablere kryssing over Badderelven. Når eksisterende bru rives vil det bygges en ny interimsbru oppstrøms, som vil stå til ny bru ferdigstilles.

Denne rapporten presenterer fire brualternativer, der to er samvirkebruer og to er buebruer. Samvirkebruene består av en løsning med to stålbjelker og betongdekke, og en løsning med stålkasse og betongdekke. Buebruene består av en løsning med nettverksbue i stål med betongdekke, og en fagverksbru i stål med betongdekke.

Statens Vegvesen har kommet med fire alternativer for veglinje, der veglinje 1 gir en rett bru med en kort strekning i klotoide på vestlig side. Veglinje 2 gir en helt rett bru. Veglinje 3 (som er eksisterende veglinje) ligger i kurve med radius 350m bortsett fra en kort strekning i klotoide på vestlige side. Og veglinje 3_02 er samme som veglinje 3, men hevet 0,815 m i akse 1 og 0,644 m i akse 2. Dette gir spennvidder på ca. 52m på alternativ 1 og 2, og på ca. 49m på alternativ 3 og 3_02. Alle brualternativene er med ett spenn.

2 Grunnlagsmateriale

- Alternativer 1 til 3 for veglinje utarbeidet av Statens Vegvesen.
- 10248002-01-RIVass-RAP-01 – «Flomfarevurdering og erosjonssikring E6 Badderer bru» (02.02.2023)

3 Forutsetninger

3.1 Klassifisering

3.1.1 Kontrollklasse

Prosjekteringskontrollklasse: 3

Utførelsesklasse: 3

3.1.2 Brukstil og miljøklasse

Dimensjonerende brukstil er 100 år.

Eksponeeringsklasse for betongen blir valgt på basis av Tabell 4.1 i [7]. Det antas at konstruksjonene kan utsettes for klorider i form av salter, men at brua utstyres med membran. Eksponeeringsklassen blir da XD1.

Dersom en konstruksjon er utsatt for betydelige fryse/tine sykluser vurderes eksponeeringsklassen spesielt.

3.2 Materialer

3.2.1 Betong

Det benyttes normalbetong B45 i alle konstruksjonselementer. Betongen skal tilfredstille minimum lavkarbonbetong klasse B, og være bestandighetsklasse M40. Alt iht. ref. [1].

3.2.2 Slakkarmering

Det benyttes armeringskvalitet B500NC etter NS3576.

3.2.3 Konstruksjonsstål

Konstruktivt stål er stål som inngår i bærekonstruksjonen eller som er forbundet til denne med sveis. For konstruktivt stål kan det vurderes om det for enkelte deler er hensiktsmessig å benytte stålkvalitet S355N eller S355NL i henhold til NS-EN 10025-3. Alt stål skal være i henhold til ref. [4] prosess 85.1, og overflatebehandles i henhold til prosess 85.3.

3.3 Laster

Laster klassifiseres etter NS-EN1991-1 (ref. [5]) og NS-EN1991-2 (ref. [6]). Under er overordnede laster beskrevet. Deformasjonslaster som svinn, kryp, oppspenning, og setninger og naturlaster som vind og jordskjelv medregnes der det er aktuelt. Ulykkeslaste og andre laster vurderes spesielt.

3.3.1 Permanente laster

Karakteristiske egenlaste etter ref. [5] og [1] (N400):

- Betong:..... 25 kN/m³
- Stål: 78.5 kN/ m³
- Belegning (vegbane): 2,5 kN/ m²
- Belegning (gangbane): 2,0 kN/ m²

3.3.2 Variable laste

Trafikklaste er bestemt iht. ref. [6].

3.4 Dimensjonerende lastvirkning

3.4.1 Beregning av lastvirkning

Lastvirkninger bestemmes ved lineært elastiske beregningsmodeller. Det tas hensyn til opprissing av betongen der dette påvirker lastvirkningen vesentlig.

Lastvirkninger for slanke konstruksjonsdeler beregnes etter 2.ordens teori når virkningen av konstruksjonens forskyvninger er vesentlig.

3.4.2 Dimensjonerende grensetilstand

Det dimensjoneres for relevante grensetilstander med lastfaktorer gitt i Bruprosjektering [1].

3.5 Belastninger og dimensjonering

Statens vegvesens Bruprosjektering [1] og gjeldende Eurokodeutgave.

3.6 Grunnforhold/Fundamentering

Det antas direktefundamentering på eksisterende terreng.

3.7 Geometri

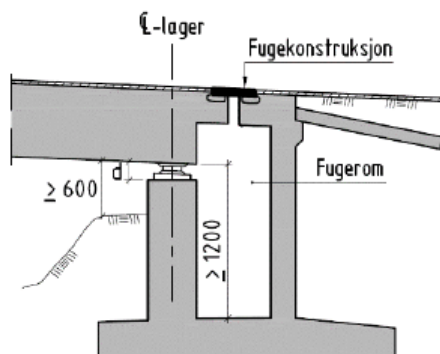
3.7.1 Veg

Vegen er planlagt som tofelts bilveg (7,5 m) med skulder (0,75 m) på hver side, samt fortau (3,5 m) på sørlig side. Total føringsbredde blir 12,5 m. I tillegg er det nødvendig med rekkverksrom på 0,5 m på hver side. Det vil si en total bredde på min. 13,5 m på bruene. Strekningene i klotoide på de ulike alternativene for veglinje kan påvirke bredden. Fartsgrensen er 60 km/t.

3.8 Frihøyder

Frihøyder under overbygningen er styrt av klaring $\geq 0,50\text{m}$ mellom UK overbygning og 200 års flomnivå (iht. N400, pkt. 3.6.2) som ligger på kote +4,73m, og minst høyde mellom terreng foran landkar og UK overbygning (iht. N400, pkt. 3.3.2-2).

Brualternativene i bue tilfredsstiller de to kravene på frihøyder. På samvirkealternativene er det antatt at veglinjen må heves med ca. 0,50m (veg alt1) og 0,70m (veg alt 2), og ca. 0,15m (veg alt. 1) og 0,4 m (veg alt. 2) for henholdsvis bjelkebru og kassebru for å oppnå tilstrekkelige frihøyder. Kostnadsestimat vist i kap. 5 tar ikke i betraktning kostnader ved heving av veg.



Figur 3-1: Prinsipp for landkar og frihøyde mellom UK bru og terreng ved landkar - samvirkealternativer

3.9 Bruutstyr og detaljer

3.9.1 Rekkverk

Det forutsettes å benytte standard brurekkverk styrkeklasse H2 på brua. Rekkverk festes på kantdrag.

3.9.2 Kantdrager

Kantdrager har bredde lik 0,5 m som gir tilstrekkelig rekkverksrom.

3.9.3 Overgangsplater

Det forutsettes å benytte overgangsplater på begge landkar. Overgangsplaten skal utformes slik at samme plate benyttes på tvers langs veg- og gang og sykkel- veger.

4 Utforming og funksjonskrav

4.1 Krav til levetid

Bruer skal prosjekteres for en levetid på 100 år ved normalt vedlikehold. Denne levetiden skal legges til grunn ved kontroll av utmattingsgrensetilstanden. Korrosjonsbeskyttelsessystemer kan dimensjoneres for en kortere levetid enn 100 år, men skal da enkelt kunne vedlikeholdes. Komponenter og utstyr som har antatt levetid kortere enn 100 år skal kunne skiftes ut. Konstruksjoner skal være dimensjonert og utformet for planlagte utskiftingsarbeider, og det skal etableres og beskrives godkjente prosedyrer for slike arbeider.

4.2 Konstruktiv utforming

Det er søkt å etterstrebe en naturlig tilpasning til eksisterende terreng ved valg av brutype og spenninndeling. Bruer skal i system og detaljer utformes slik at en oppnår robuste konstruksjoner.

4.3 Brurekkverk og kantdrager

Det forutsettes å bruke rekkverk i styrkeklasse H2 med krav til maksimal arbeidsbredde = W2 og med maksimalt inntrengningsbredde $V_{I3} \leq 1$ m, iht. tabell 4.2.1 i [3].

Det skal benyttes rekkverksstolper med fotplater uten understøp. Bolter for innfesting skal være i syrefast kvalitet. Bolter skal på ferdig montert rekkverk minst ha et oppstikk på 10 mm over festemutter. Begge alternativene skal ha kantdragere som slitelaget skal avsluttes mot.

5 Brukonsepter

5.1 Generelt

Statens vegvesen har prosjektert fire alternativer for veglinje. Alternativer 1 og 2 svarer til en tilpasning av eksisterende veglinje for å oppnå en rett strekning i krysning av Badderelven. Alternativ 3 og 3_02 tilsvarer eksisterende veglinje, som krysser Badderelven med en strekning i kurve med $R=350\text{m}$, hvor alternativ 3_02 er en heving av veglinjen.

De fire brukonseptene består av bruer med ett enkelt spenn. Spennlengden varierer i forhold til veglinje og geometri på plastringen langs elvesidene. Valg av ett spenn fremfor to spenn er diskutert i pkt. 5.8.4.

Det er ikke utviklet løsninger med overbygning kun i betong. Høyde på en betongbru for dette spennet blir ca. 3.0m, og dette skaper et enda større behov for å heve veglinje enn samvirkekonseptene.

5.2 Samvirke bjelkebru

5.2.1 Generelt

Samvirke bjelkebru er en tradisjonell samvirkebru bestående av en «I» stålplatebærer i samvirke med betongplate. Stålbjelkehøyden er 2.60m på vegalternativer 1 og 2, 2.50m på vegalternativ 3 og 2.45m for vegalternativ 3_02. Senteravstand på hovedbjelkene på brua er 7.40m.

Representative dimensjoner på bunnflenser er 1200 mm x 45 mm. Toppflenser har typiske geometri av 1000mm x 45mm og tillater installasjon av dyblene. Tykkelsen på flenser kan ha noen tilpasninger for kontroll av vipning eller for å optimalisere tverrsnitt. Stegtykkelsen er 20mm. Det er forutsatt tverrbjelker med senteravstand på 5~6 m.

Løsning i bjelkebru fører til et veldig effektivt forhold «stål/ m^2 bru» og konsekvens i kostnadsestimering er at denne løsningen fører til billigste brukonsepter. I tillegg blir transporten av stålelementene og montasje av stålkonstruksjon enklere, siden tverrbjelkene kan monteres med boltet forbindelser.

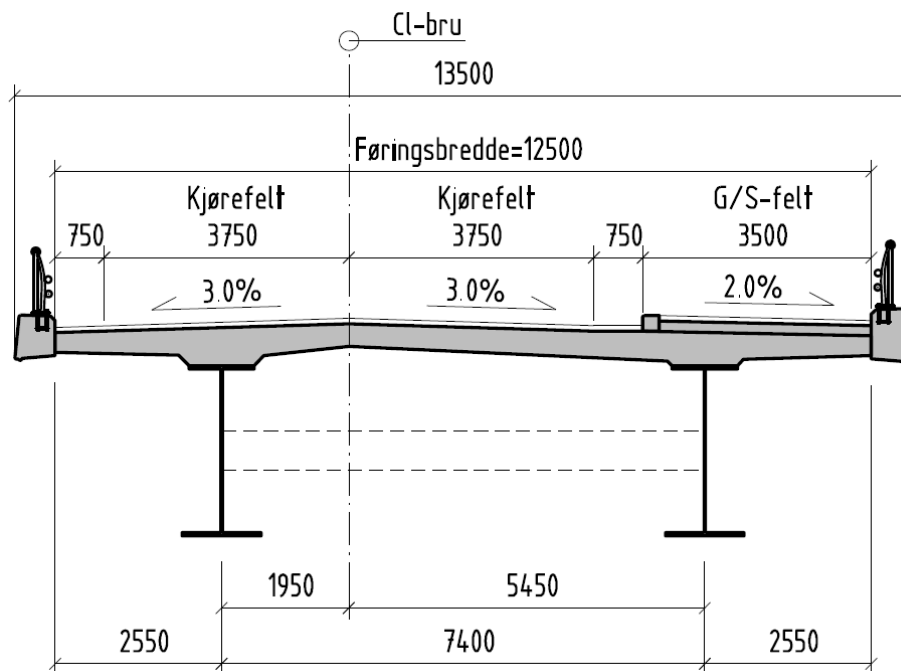
Samtidig har «I» stålbjelkene mange «utstykkende» elementer. Dette er en særlig ugunstig geometri mot korrosjon fremfor kasse- eller bue- bru alternativene. Dette er særlig viktig siden beliggenhet gjør at brua blir utsatt for luftbårne klorider fra sjøen.

Dette brukonseptet krever at veglinjen må heves med ca. 0,50m (veg alt1) og 0.70m (veg alt 2) i akse 1 (mot vest). Iht. pkt. 3.3.2-2 i [1] er det antatt at landkarene har fugerom for inspeksjon og vedlikehold av lagrene. Kostnadene knyttet til heving av vegen er ikke tatt i betraktning i kostnadsestimering.

Betongdekket har en senteravstand mellom bjelker på 7.40m, og utkrager har lengder av 2.55m. Betong tykkelse er varierende og ekvivalent tykkelse er 0.40m.

Betongdekke skal, under driftsfasen, virke sammen med stålbjelkene for permanente (unntatt egenvekt betong og stål), natur- og trafikklast. Denne oppførselen er oppnådd gjennom dyblene som er installert på toppflens for overføring av skjær krefter.

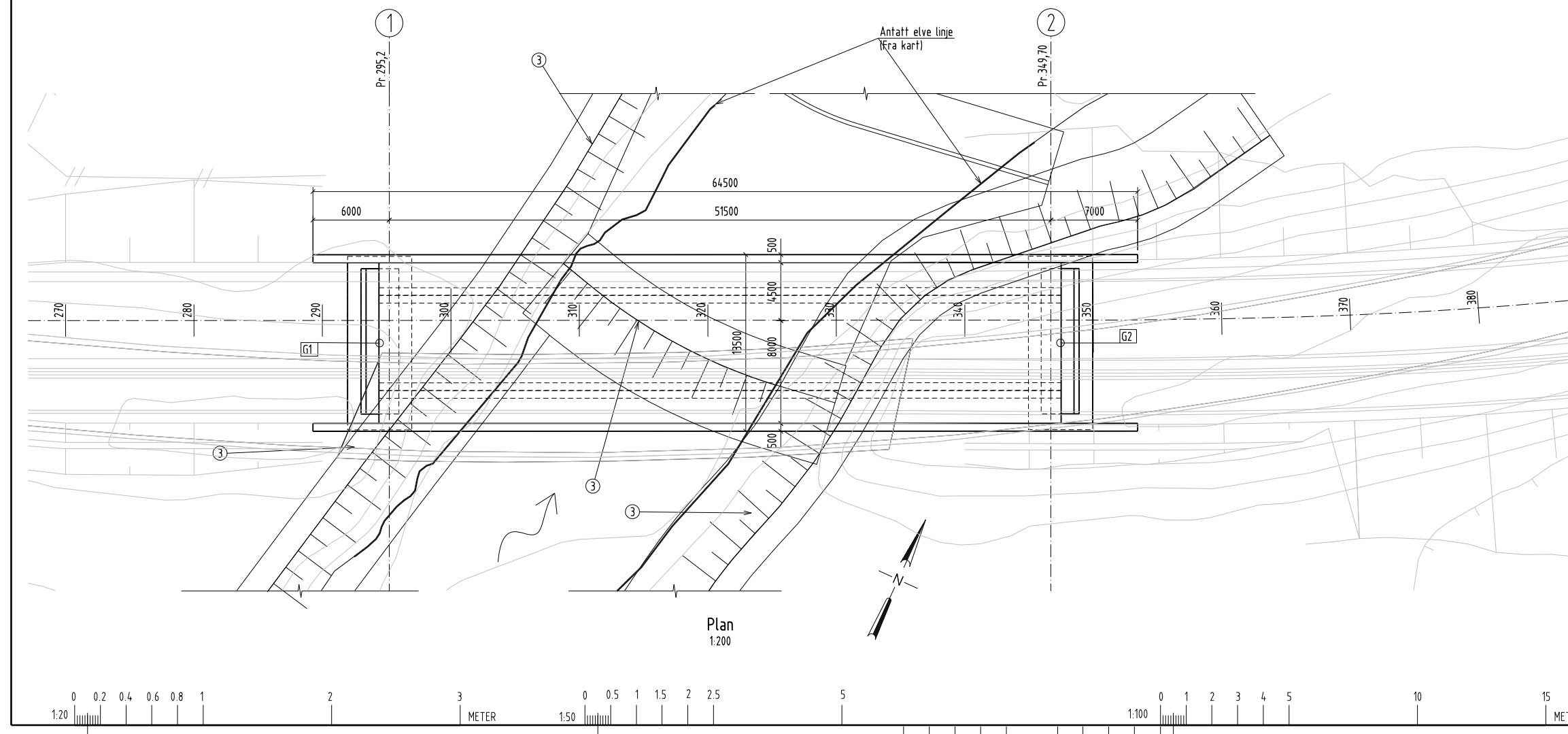
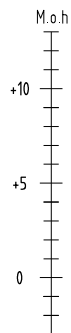
5.2.2 Geometri



Figur 5-1: Typisk tverrsnitt for samvirke bjelkebru (vegalternativer 1 og 2)

5.2.3 Skisser for oversiktstegninger

Se skisse for oversiktstegning for vegalternativ 1 og 2 på neste sider. Tegningene viser samvirkekonsepter både for bjelke- og kassebru. Selv om det ikke er vist skissen for vegalternativ 3, kan man forstå prinsipp for konsepter.

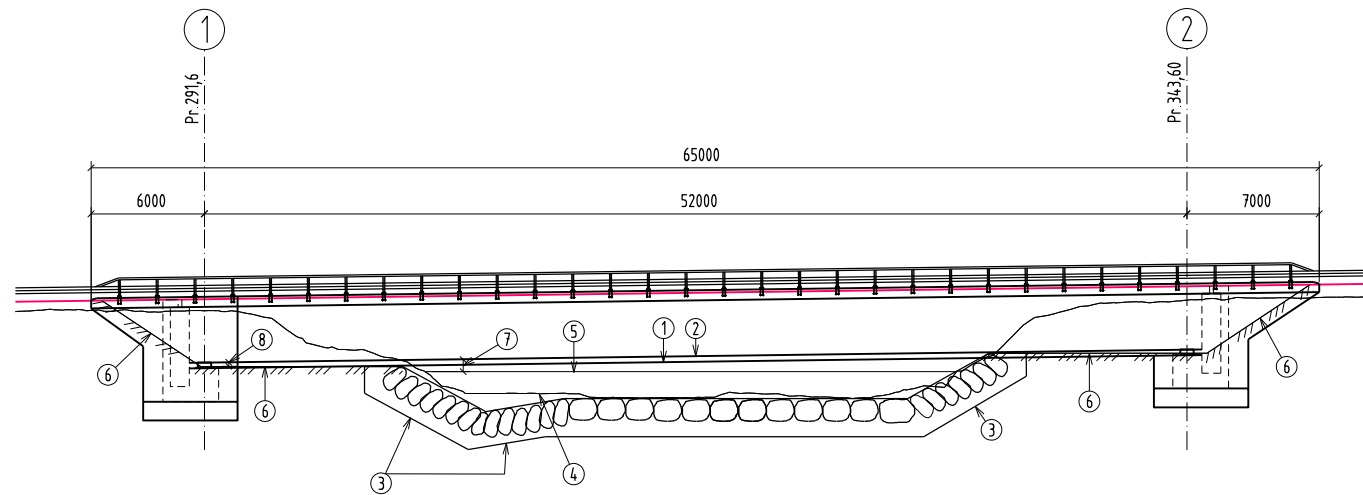
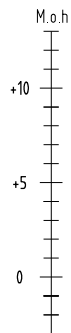


- ① Beregnet uk Bjekebru.
- ② Beregnet uk Samvirke-kasse bru.
- ③ Plastring.
- ④ Antatt eksisterende terreng.
- ⑤ 200 års nivå (4,73 m o.h)
- ⑥ Antatt fremtidig terreng.
- ⑦ Klaring over 200 årsflomnivå:
 - ≥530mm - samvirke bjelkebru
 - ≥850mm - samvirke kassebru
- ⑧ Frihøyde mellom nytt terreng og uk overbygning ved Landkar
 - 100mm - samvirke bjelkebru
 - 430mm - samvirke kassebru

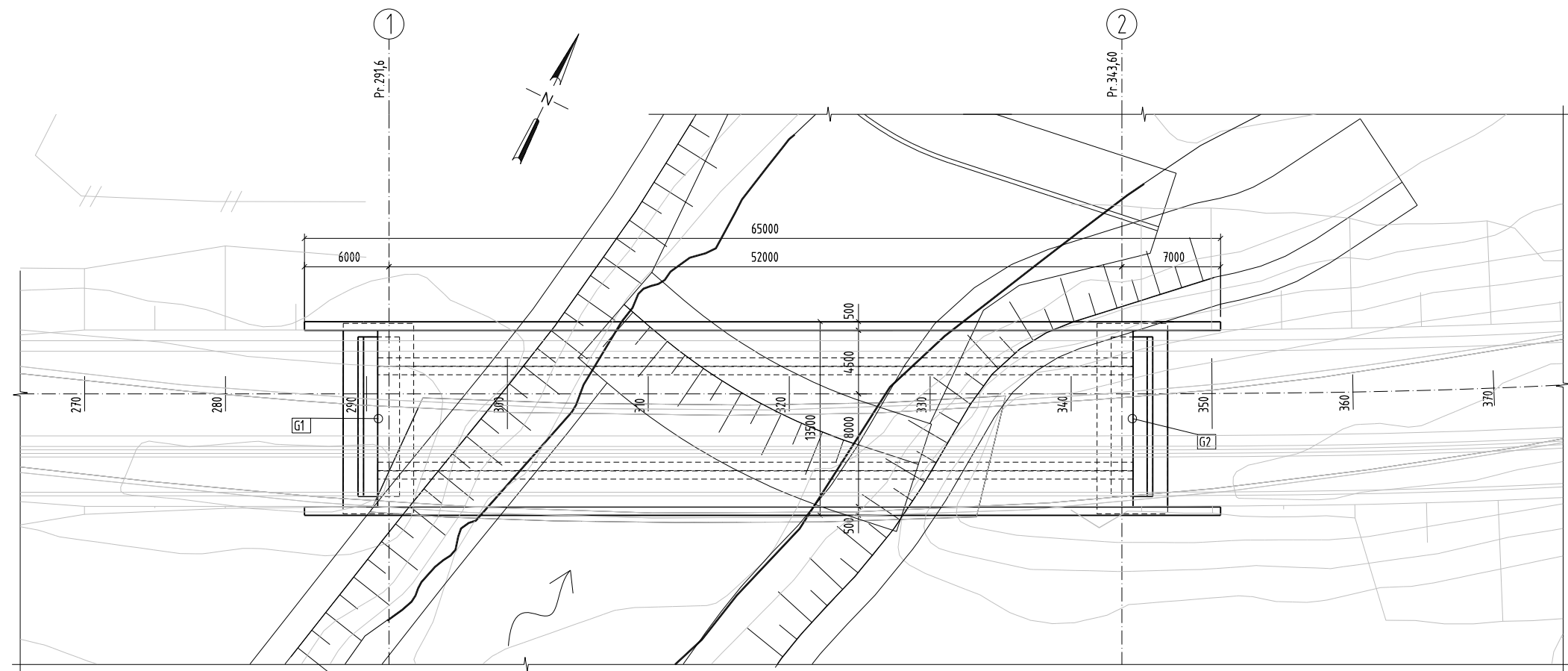
Tabell med koordinater i senter fundament. Høyde z målt uk fundament.
Fundamentkoordinater er lik både for Samvirke bjelke bru og samvirke kasse bru.

Pkt.nr	X	Y	Z
G1	2320319.209	81581.212	2.2
G2	2320341.320	81629.381	2.9

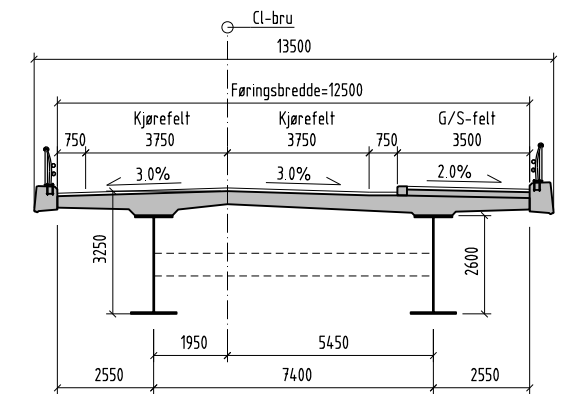
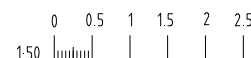
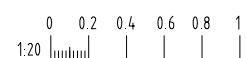
Revisjon	Revisjonen gjelder	Uttarb	Kontr	Godkjennt	Rev. dato
 Statens vegvesen		Saksnr:			
		Tegningsdato		-	
		Bestiller			
		Produsent for			
E6 over Badderelva		Produsent av		Multiconsult	
Badderen ny bru Allt1 Bjelkebru og Samvirke-kasse bru. Skisser		PROF-nummer Arkivnummer Byggeværksnummer			
		Målestokk A1		Som vist	
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/ revisjonsobjektet av	
AMHT	RVM	RVM	1072.8673	K100	



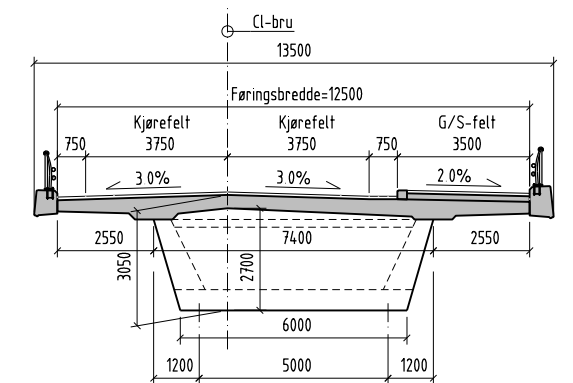
Oppriss
1:200



Plan
1:200



Typ. snitt Samvirke bjelke bru
1:100



Typ. snitt Samvirke kasse bru
1:100

- ⑦ Beregnet uk Bjekebru.
- ⑧ Beregnet uk Samvirke-kasse bru.
- ⑨ Plastring.
- ⑩ Antatt eksisterende terreng.
- ⑪ 200 års nivå (4,73 m.o.h)
- ⑫ Antatt fremtidig terreng.
- ⑬ Klaring over 200 årsflomnivå:
 - ≥300mm - samvirke bjelkebru
 - ≥600mm - samvirke kassebru
- ⑭ Frihøyde mellom nytt terreng og uk overbygning ved Landkar.
 - 80mm - samvirke bjelkebru
 - 200mm - samvirke kassebru

Tabell med koordinater i senter fundament. Høyde z målt uk fundament.
Fundamentkoordinater er lik både for Samvirke bjelke bru og samvirke kasse bru.

Pkt.nr	X	Y	Z
G1	2320315.884	81579.508	2.14
G2	2320339.345	81627.586	2.85

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjennt	Rev. dato
		Saksnr.			
 Statens vegvesen E6 over Badderelva Badderen ny bru Alt 2. Bjelkebru og Samvirke-kasse bru. Skisser		Tegningsdato		-	
		Bestiller			
		Produsert for			
		Produsert av		Multiconsult	
		PROJ-nummer			
		Arkivnummer			
		Byggverksnummer			
		Målestokk: A1		Som vist	
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjennt av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/ nygittingsprosjekt nr.	
AMHT	RVM	RVM	10748673		K200

CL-bru
13500

Føringsbredde=12500

Kjørefelt 3750
3.0%

Kjørefelt 3750
3.0%

G/S-felt 3500
2.0%

750

750

1950

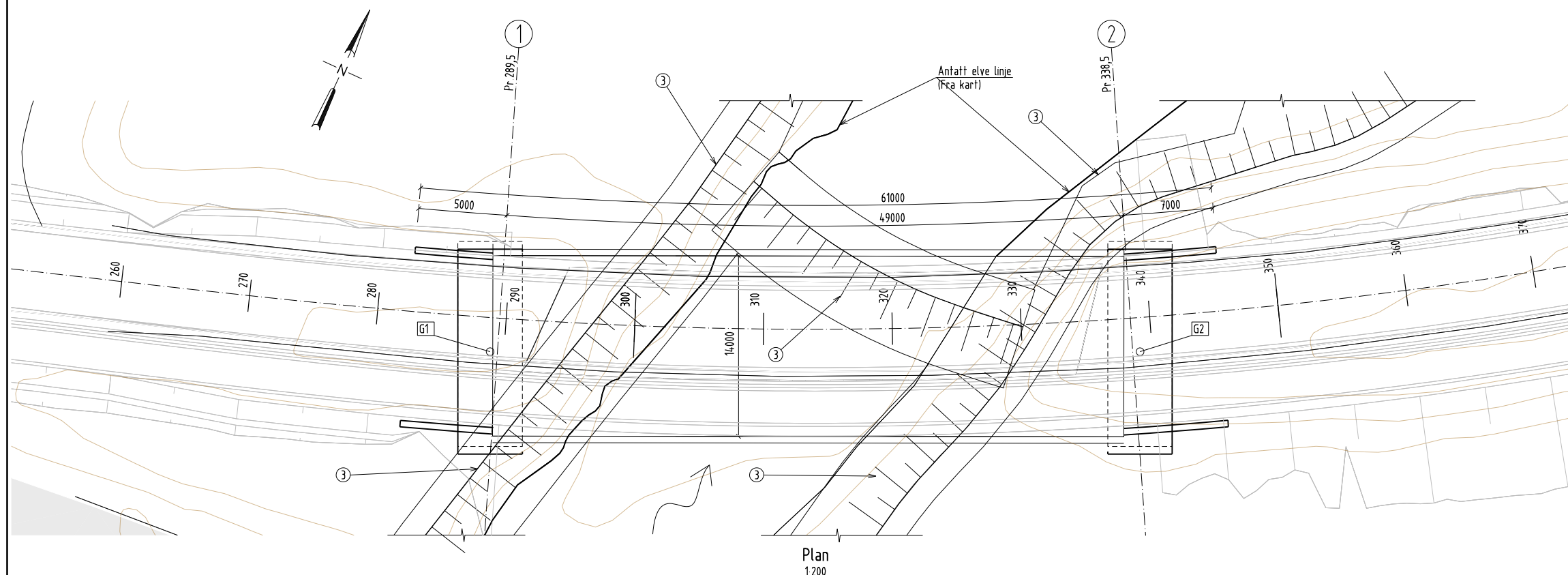
5450

2550

7400

2550

Technical drawing of a bridge cross-section. The drawing shows a bridge deck with a central span of 7400 mm and two side spans of 2550 mm each. The total width of the bridge deck is 13500 mm. The bridge is supported by two piers, each with a width of 1200 mm. The bridge deck is divided into three sections: two side sections (Kjørefelt) of 3750 mm each and a central section (G/S-felt) of 3500 mm. The bridge has a 3.0% slope on the side sections and a 2.0% slope on the central section. The bridge is labeled 'CL-bru' and 'Føringsbredde=12500'.

[illegible]

- ⑦ Beregnet uk Samvirke bjeke bru.
- ⑧ Beregnet uk Samvirke kasse bru.
- ⑨ Plastring.
- ⑩ Antatt eksisterende terreng.
- ⑪ 200 års nivå (4,73 m.o.h)
- ⑫ Antatt fremtidig terreng.
- ⑬ Klaring over 200 årsflomnivå: ≥330mm - samvirke bjelkebru
 ≥530mm - samvirke kassebru
- ⑭ Frihøyde mellom nytt terreng og uk overbygning ved Landkar.
 ~ -200mm - samvirke bjelke bru
 ~ 0mm - samvirke kasse bru

Tabell med koordinater i senter fundament. Høyde z målt uk fundament.
Fundamentkoordinater er lik både for Samvirke bjelke bru og samvirke kasse bru

Pkt.nr	X	Y	Z
G1	2320309.982	81579.001	3.24
G2	2320332.011	81624.399	3.89

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utlarb	Konlr	Godknt	Rev. dato
 Statens vegvesen		Saksnr.			
		Tegningsdato		-	
		Bestiller			
		Produsert for			
E6over Badderelva		Produsert av		Multiconsult	
Badderen ny bru					
Alt 3. Samvirke bjelke bru og Samvirke kasse bru.					
Skisser					
Utlarbedet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer / revisjonsnotatav	
AMHT	RVM	RVM	10248673	Målestokk A1	Som vist
				K300	

5.2.4 Prisestimat

Veglinje alternativ 1

Badder bru					
Kostnadsoverslag					
Alternativ 1: Bjelkebru				Dato:	10.02.2023
		Lengde (bruplate):	51.5 m		
		Bredde:	12.75 m		
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
84	Betongarbeider				
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	RS	1	100 000	100 000
84.2	Forskaling	m ²	752	1 400	1 052 660
84.31	Armering kamstål B500 NC	tonn	47	24 000	1 119 322
84.37	Spennarmering	mMN	0	300	0
84.4	Betongstøp	m ³	291	3 400	991 066
84.5	Spesielle herdetiltak	m ²	657	270	177 289
84.62	Rengjøring av bruplate for membran	m ²	657	110	72 229
85	Stålarbeider				
85.1	Levering av stålmaterieler	tonn	152	60 000	9 123 314
85.2	Bearbeiding og sammenføring av ståldeler	tonn	152 -	-	
85.3	Overflatebehandling av stålkonstruksjoner	m ²	0 -	-	
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	tonn	152 -	-	
87	Brubelegning og Utstyr				
87.14	Fuktisolering A3	m ²	657	410	269 216
87.211	Rekkverk stål, ytterrekkverk	m	131	6 000	786 000
87.273	Overgang mellom bru- og vegrekkverk	stk	4	33 000	132 000
87.3	Brulagre	stk	4	30 000	120 000
Sum spesifiserte arbeider					13 823 096
Ikke spesifiserte arbeider 10 %		%	10		1 382 310
Sum før felleskostnader					15 205 405
11-16	Felleskostnader	%	25		3 801 351
Entreprisekostnad eks. usikkerhet (eks.mva):					19 006 756
Usikkerhet 25 %		%	25		4 751 689
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva):					23 758 446
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva, avrundet nærmeste titusen):					23 760 000
Entreprisekostnad eks. mva pr. m2 bru		kr/m ²			36 183

Veglinje alternativ 2

Badderbru bru					
Kostnadsoverslag					
Alternativ 2: Bjelkebru				Dato:	10.02.2023
		Lengde (bruplate):	52 m		
		Bredde:	12.5 m		
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
84	Betongarbeider				
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	RS	1	100 000	100 000
84.2	Forskaling	m ²	759	1 400	1 062 880
84.31	Armering kamstål B500 NC	tonn	47	24 000	1 130 189
84.37	Spennarmering	mMN	0	300	0
84.4	Betongstøp	m ³	294	3 400	1 000 688
84.5	Spesielle herdetiltak	m ²	650	270	175 500
84.62	Rengjøring av bruplate for membran	m ²	650	110	71 500
85	Stålarbeider				
85.1	Levering av stålmaterieler	tonn	153	60 000	9 205 103
85.2	Bearbeiding og sammenføring av ståldeler	tonn	153 -	-	
85.3	Overflatebehandling av stålkonstruksjoner	m ²	0 -	-	
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	tonn	153 -	-	
87	Brubelegning og Utstyr				
87.14	Fuktisolering A3	m ²	650	410	266 500
87.211	Rekkverk stål, ytterrekkverk	m	132	6 000	792 000
87.273	Overgang mellom bru- og vegrekkverk	stk	4	33 000	132 000
87.3	Brulagre	stk	4	30 000	120 000
Sum spesifiserte arbeider					13 936 360
Ikke spesifiserte arbeider 10 %		%	10		1 393 636
Sum før felleskostnader					15 329 996
11-16	Felleskostnader	%	25		3 832 499
Entrepriisekostnad eks. usikkerhet (eks.mva):					19 162 495
Usikkerhet 25 %		%	25		4 790 624
Entrepriisekostnad konstruksjon (eks.mva):					23 953 119
Entrepriisekostnad konstruksjon (eks.mva, avrundet nærmeste titusen):					23 950 000
Entrepriisekostnad eks. mva pr. m2 bru		kr/m ²			36 851

Veglinje alternativ 3

Badderbru bru					
Kostnadsoverslag					
Alternativ 3: Bjelkebru				Dato:	10.02.2023
		Lengde (bruplate):	49 m		
		Bredde:	13 m		
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
84	Betongarbeider				
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	RS	1	100 000	100 000
84.2	Forskaling	m ²	715	1 400	1 001 560
84.31	Armering kamstål B500 NC	tonn	44	24 000	1 064 986
84.37	Spennarmering	mMN	0	300	0
84.4	Betongstøp	m ³	277	3 400	942 956
84.5	Spesielle herdetiltak	m ²	637	270	171 990
84.62	Rengjøring av bruplate for membran	m ²	637	110	70 070
85	Stålarbeider				
85.1	Levering av stålmaterieler	tonn	143	60 000	8 608 205
85.2	Bearbeiding og sammenføring av ståldeler	tonn	143 -	-	
85.3	Overflatebehandling av stålkonstruksjoner	m ²	0 -	-	
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	tonn	143 -	-	
87	Brubelegning og Utstyr				
87.14	Fuktisolering A3	m ²	637	410	261 170
87.211	Rekkverk stål, ytterrekkverk	m	126	6 000	756 000
87.273	Overgang mellom bru- og vegrekkverk	stk	4	33 000	132 000
87.3	Brulagre	stk	4	30 000	120 000
Sum spesifiserte arbeider					13 108 937
Ikke spesifiserte arbeider 10 %		%	10		1 310 894
Sum før felleskostnader					14 419 830
11-16	Felleskostnader	%	25		3 604 958
Entreprisekostnad eks. usikkerhet (eks.mva):					18 024 788
Usikkerhet 25 %		%	25		4 506 197
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva):					22 530 985
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva, avrundet nærmeste tusen):					22 530 000
Entreprisekostnad eks. mva pr. m2 bru		kr/m ²			35 370

Veglinje alternativ 3_02

Badderer bru					
Kostnadsoverslag					
Alternativ 3_02: Bjelkebru				Dato:	06.03.2023
		Lengde (bruplate):	48.5 m		
		Bredde:	12.5 m		
Prosess	Beskrivelse	Enh.	Mengde	Enh.pris	Pris
84	Betongarbeider				
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	RS	1	100 000	100 000
84.2	Forskaling	m ²	708	1 400	991 340
84.31	Armering kamstål B500 NC	tonn	44	24 000	1 054 118
84.37	Spennarmering	mMN	0	300	0
84.4	Betongstøp	m ³	275	3 400	933 334
84.5	Spesielle herdetiltak	m ²	606	270	163 688
84.62	Rengjøring av bruplate for membran	m ²	606	110	66 688
85	Stålarbeider				
85.1	Levering av stålmateriale	tonn	141	60 000	8 474 959
85.2	Bearbeiding og sammenføring av ståldeler	tonn	141 -	-	
85.3	Overflatebehandling av stålkonstruksjoner	m ²	0 -	-	
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	tonn	141 -	-	
87	Brubelegning og Utstyr				
87.14	Fuktisolering A3	m ²	606	410	248 563
87.211	Rekkverk stål, ytterrekkverk	m	125	6 000	750 000
87.273	Overgang mellom bru- og vegrekkverk	stk	4	33 000	132 000
87.3	Brulagre	stk	4	30 000	120 000
Sum spesifiserte arbeider					12 914 689
Ikke spesifiserte arbeider 10 %		%	10		1 291 469
Sum før felleskostnader					14 206 158
11-16	Felleskostnader	%	25		3 551 540
Entreprisekostnad eks. usikkerhet (eks.mva):					17 757 698
Usikkerhet 25 %		%	25		4 439 424
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva):					22 197 122
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva, avrundet nærmeste titusen):					22 200 000
Entreprisekostnad eks. mva pr. m2 bru		kr/m ²			36 614

5.3 Samvirke kassebru

5.3.1 Generelt

Prinsippet for samvirke kassebru er tilsvarende samvirke bjelkebru, men i stedet for to bjelker, består stålkonstruksjonen av et ståltrau. Stivheten og bærekapasitet til kassen tillater oppnåelsen av lavere dekke. For dette konseptet er ståltrauhøyden 2.40m på vegalternativer 1 og 2, 2.30m på vegalternativ 3 og 2.25m på vegalternativ 3_02.

Representative dimensjoner på trauet er følgende. Toppflenser, som tillater installasjon av dyblene, med 1000 mm x 40 mm. Tykkelsen på undergurten 6200mm x 25mm. Stegtykkelsen er 20mm og senteravstand på stegene varierer fra 7.4m i toppen til 6.0m i bunn av stål-kassen. Det er forutsatt tverrskott med senteravstand på 7~8 m.

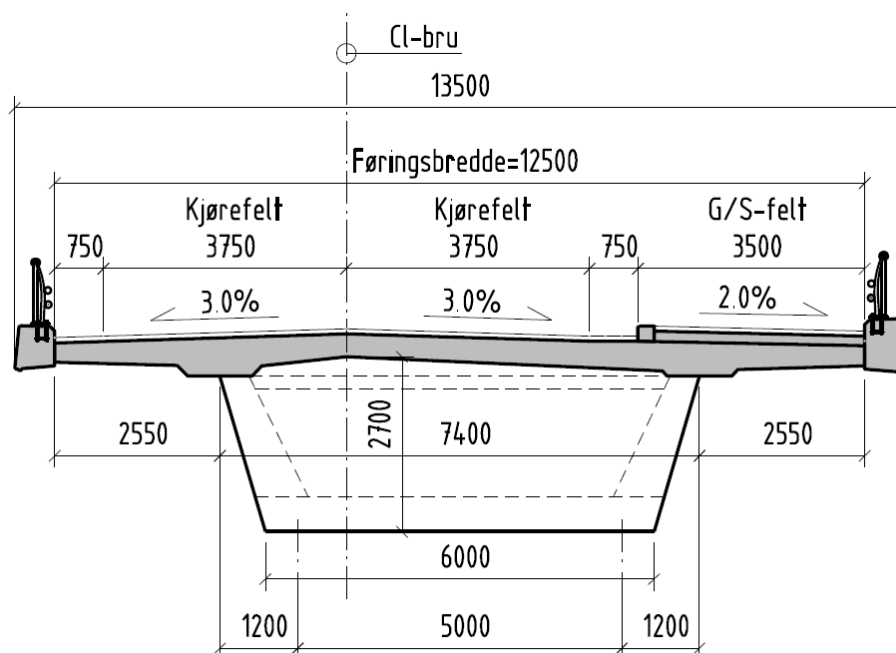
Betongplaten under dette brukonseptet er det samme som for bjelkebru. Siden betongplaten sammen med ståltrauet skaper et lukket tverrsnitt, har denne bruløsningen en høyere torsjonskapasitet. Dette er en fordel, spesielt for veg alternativ 3 som ligger i kurve.

Ytre geometri på ståltrauet består av i hovedsak flate elementer, og dette gir en gunstigere geometri mtp. korrosjon.

Dette brukonseptet krever at veglinjen må heves med ca. 0,15m (alt1) og 0,4 m (veg alt. 2) i akse 1 (mot vest). Iht. pkt. 3.3.2-2 i [1] er det antatt at landkarene har fugerom for inspeksjon og vedlikehold av lagene. Kostnadene knyttet til heving av vegen er ikke tatt i betraktning i kostnadsestimering.

Dette tverrsnitt tillater også installasjonen av EL-kablene inn i kassen.

5.3.2 Geometri



Typ. snitt Samvirke kasse bru

Figur 5-2: Typisk tverrsnitt for samvirke kassebru (vegalternativer 1 og 2)

5.3.3 Skisser for oversittetegninger

Se tegningen i pkt. 5.2.3.

5.3.4 Prisestimat

Veglinje alternativ 1

Badderbru					
Kostnadsoverslag					
Alternativ 1: Kassebru				Dato:	10.02.2023
		Lengde (bruplate):	51.5 m		
		Bredde:	12.75 m		
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
84	Betongarbeider				
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	RS	1	100 000	100 000
84.2	Forskaling	m ²	752	1 400	1 052 660
84.31	Armering kamstål B500 NC	tonn	47	24 000	1 119 322
84.37	Spennarmering	mMN	0	300	0
84.4	Betongstøp	m ³	291	3 400	991 066
84.5	Spesielle herdetiltak	m ²	657	270	177 289
84.62	Rengjøring av bruplate for membran	m ²	657	110	72 229
85	Stålarbeider				
85.1	Levering av stålmaterieler	tonn	170	60 000	10 215 104
85.2	Bearbeiding og sammenføring av ståldeler	tonn	170 -	-	
85.3	Overflatebehandling av stålkonstruksjoner	m ²	0 -	-	
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	tonn	170 -	-	
87	Brubelegning og Utstyr				
87.14	Fuktisolering A3	m ²	657	410	269 216
87.211	Rekkverk stål ytterrekkverk	m	131	6 000	786 000
87.273	Overgang mellom bru- og vegrekkverk	stk	4	33 000	132 000
87.3	Brulagre	stk	4	30 000	120 000
Sum spesifiserte arbeider					14 914 886
Ikke spesifiserte arbeider 10 %			%	10	1 491 489
Sum før felleskostnader					16 406 374
11-16	Felleskostnader	%	25		4 101 594
Entreprisekostnad eks. usikkerhet (eks.mva):					20 507 968
Usikkerhet 25 %			%	25	5 126 992
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva):					25 634 960
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva, avrundet nærmeste titusen):					25 630 000
Entreprisekostnad eks. mva pr. m2 bru		kr/m ²	39 040		

Veglinje alternativ 2

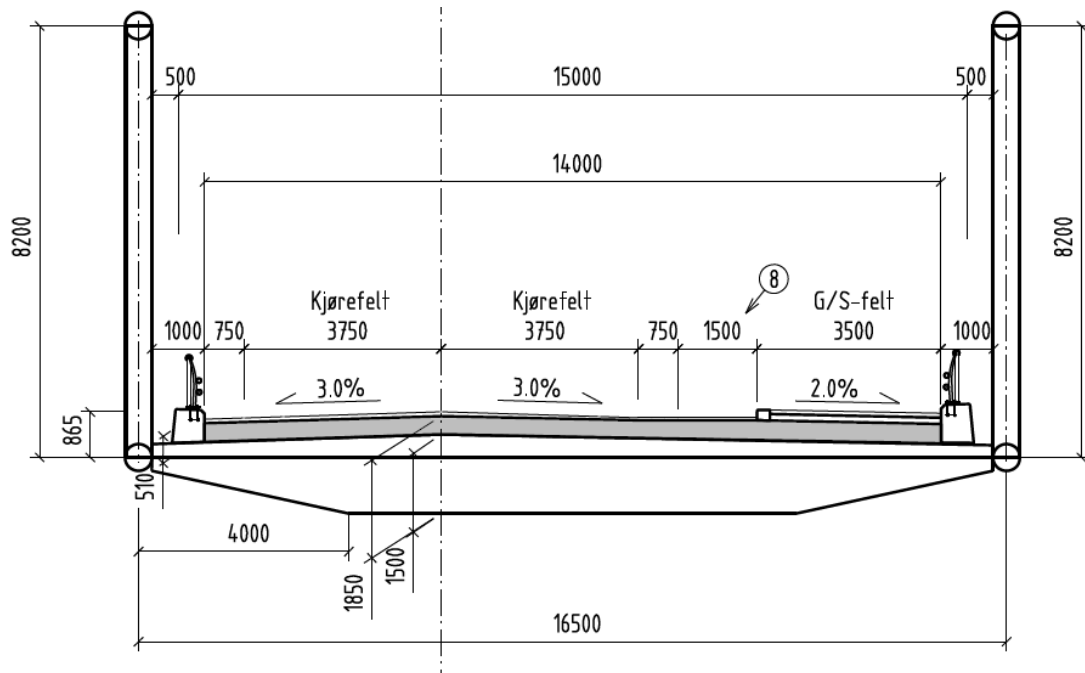
Badderbru bru					
Kostnadsoverslag					
Alternativ 2: Kassebru				Dato:	10.02.2023
		Lengde (bruplate):	52 m		
		Bredde:	12.5 m		
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
84	Betongarbeider				
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	RS	1	100 000	100 000
84.2	Forskaling	m ²	759	1 400	1 062 880
84.31	Armering kamstål B500 NC	tonn	47	24 000	1 130 189
84.37	Spennarmering	mMN	0	300	0
84.4	Betongstøp	m ³	294	3 400	1 000 688
84.5	Spesielle herdetiltak	m ²	650	270	175 500
84.62	Rengjøring av bruplate for membran	m ²	650	110	71 500
85	Stålarbeider				
85.1	Levering av stålmaterieler	tonn	172	60 000	10 306 596
85.2	Bearbeiding og sammenføring av ståldeler	tonn	172 -	-	
85.3	Overflatebehandling av stålkonstruksjoner	m ²	0 -	-	
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	tonn	172 -	-	
87	Brubelegning og Utstyr				
87.14	Fuktisolering A3	m ²	650	410	266 500
87.211	Rekkverk stål, ytterrekkverk	m	132	6 000	792 000
87.273	Overgang mellom bru- og vegrekkverk	stk	4	33 000	132 000
87.3	Brulagre	stk	4	30 000	120 000
Sum spesifiserte arbeider					15 037 853
Ikke spesifiserte arbeider 10 %		%	10		1 503 785
Sum før felleskostnader					16 541 638
11-16	Felleskostnader	%	25		4 135 410
Entreprisekostnad eks. usikkerhet (eks.mva):					20 677 048
Usikkerhet 25 %		%	25		5 169 262
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva):					25 846 310
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva, avrundet nærmeste titusen):					25 850 000
Entreprisekostnad eks. mva pr. m2 bru					kr/m ² 39 764

Veglinje alternativ 3

Badder bru					
Kostnadsoverslag					
Alternativ 3: Kassebru				Dato:	10.02.2023
		Lengde (bruplate):	49 m		
		Bredde:	13 m		
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
84	Betongarbeider				
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	RS	1	100 000	100 000
84.2	Forskaling	m ²	715	1 400	1 001 560
84.31	Armering kamstål B500 NC	tonn	44	24 000	1 064 986
84.37	Spennarmering	mMN	0	300	0
84.4	Betongstøp	m ³	277	3 400	942 956
84.5	Spesielle herdetiltak	m ²	637	270	171 990
84.62	Rengjøring av bruplate for membran	m ²	637	110	70 070
85	Stålarbeider				
85.1	Levering av stålmaterieler	tonn	161	60 000	9 660 714
85.2	Bearbeiding og sammenføring av ståldeler	tonn	161 -	-	
85.3	Overflatebehandling av stålkonstruksjoner	m ²	0 -	-	
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	tonn	161 -	-	
87	Brubelegning og Utstyr				
87.14	Fuktisolering A3	m ²	637	410	261 170
87.211	Rekkverk stå, ytterrekkverk	m	126	6 000	756 000
87.273	Overgang mellom bru- og vegrekkverk	stk	4	33 000	132 000
87.3	Brulagre	stk	4	30 000	120 000
	Sum spesifiserte arbeider				14 161 445
	Ikke spesifiserte arbeider 10 %	%	10		1 416 145
	Sum før felleskostnader				15 577 590
11-16	Felleskostnader	%	25		3 894 397
	Entreprisekostnad eks. usikkerhet (eks.mva):				19 471 987
	Usikkerhet 25 %	%	25		4 867 997
	Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva):				24 339 984
	Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva, avrundet nærmeste titusen):				24 340 000
	Entreprisekostnad eks. mva pr. m2 bru	kr/m ²			38 210

Veglinje alternativ 3_02

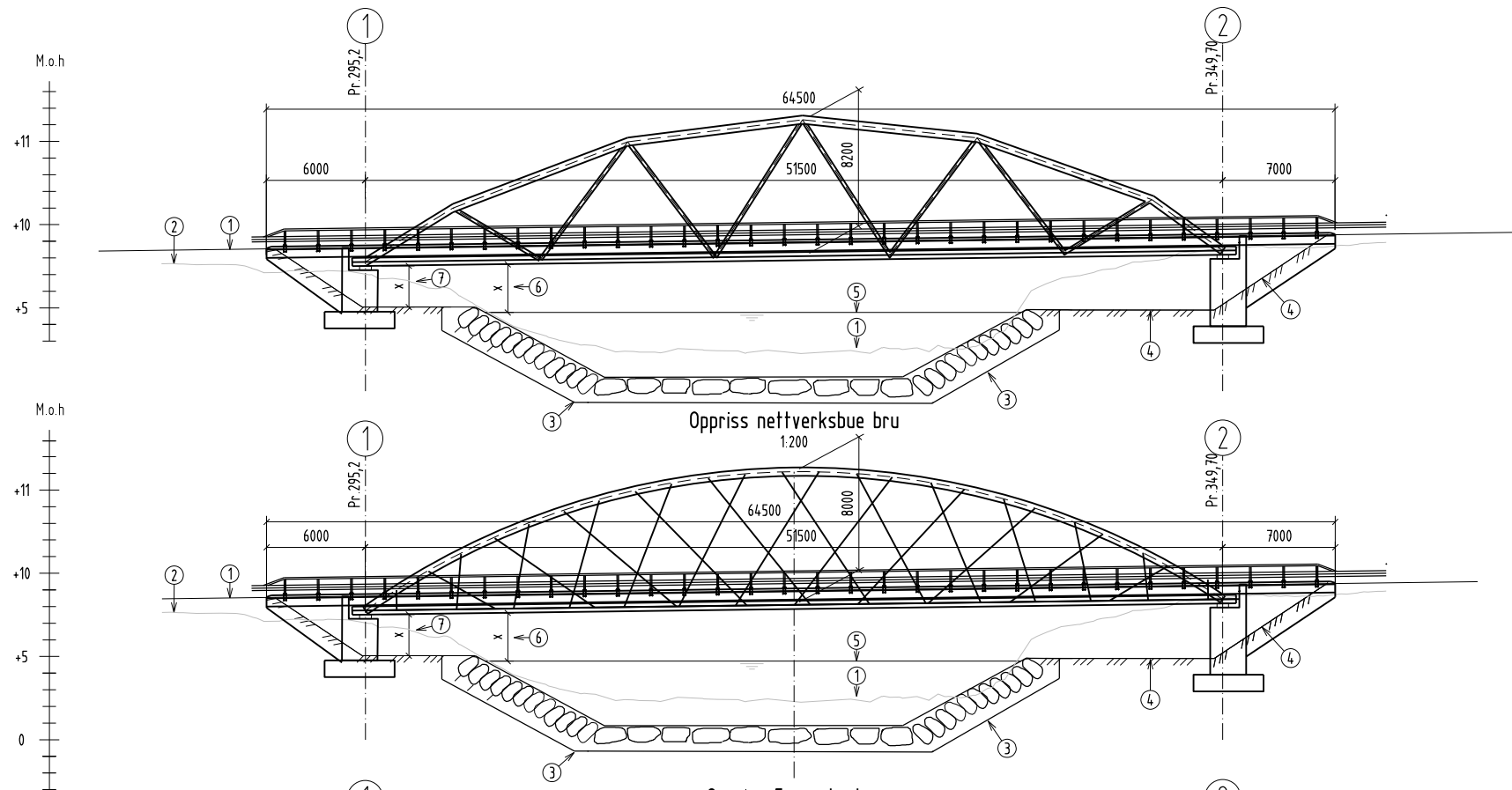
Badderbru bru					
Kostnadsoverslag					
Alternativ 3_02: Kassebru				Dato:	06.03.2023
		Lengde (bruplate):	48.5 m		
		Bredde:	12.5 m		
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
84	Betongarbeider				
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	RS	1	100 000	100 000
84.2	Forskaling	m ²	708	1 400	991 340
84.31	Armering kamstål B500 NC	tonn	44	24 000	1 054 118
84.37	Spennarmering	mMN	0	300	0
84.4	Betongstøp	m ³	275	3 400	933 334
84.5	Spesielle herdetiltak	m ²	606	270	163 688
84.62	Rengjøring av bruplate for membran	m ²	606	110	66 688
85	Stålarbeider				
85.1	Levering av stålmaterieler	tonn	157	60 000	9 426 297
85.2	Bearbeiding og sammenføring av ståldeler	tonn	157 -	-	
85.3	Overflatebehandling av stålkonstruksjoner	m ²	0 -	-	
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	tonn	157 -	-	
87	Brubelegning og Utstyr				
87.14	Fuktisolering A3	m ²	606	410	248 563
87.211	Rekkverk stå, ytterrekkverk	m	125	6 000	750 000
87.273	Overgang mellom bru- og vegrekkverk	stk	4	33 000	132 000
87.3	Brulagre	stk	4	30 000	120 000
Sum spesifiserte arbeider					13 866 027
Ikke spesifiserte arbeider 10 %		%	10		1 386 603
Sum før felleskostnader					15 252 630
11-16	Felleskostnader	%	25		3 813 157
Entrepriisekostnad eks. usikkerhet (eks.mva):					19 065 787
Usikkerhet 25 %		%	25		4 766 447
Entrepriisekostnad konstruksjon (eks.mva):					23 832 234
Entrepriisekostnad konstruksjon (eks.mva, avrundet nærmeste titusen):					23 830 000
Entrepriisekostnad eks. mva pr. m2 bru		kr/m ²			39 311



Figur 5-4: Typisk tverrsnitt for nettverksbuebru (veg alternativ 3)

5.4.3 Skisser for oversiktstegninger

Se oversiktstegning for vegalternativ 1 og 3 på neste sider. Tegningene viser buebrukonsepter både for nettverks- og fagverks- buebruer. Selv om det ikke er vist skissen for vegalternativ 2, kan man forstå prinsipp for konsepter.

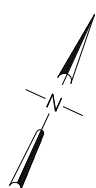
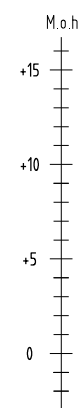
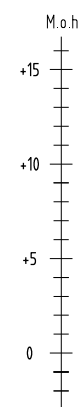


- ① Antatt eksisterende terreng.
- ② Ok asfalt.
- ③ Plastring.
- ④ Antatt fremtidig terreng.
- ⑤ 200 års nivå (4,73 m.o.h)
- ⑥ Klaring over 200 årsflomnivå >2800mm for Nettverksbue bru og Fagverksbru.
- ⑦ Frihøyde mellom terreng og UK overbygning ved landkar:
>2000mm for Nettverksbue bru og Fagverksbru.
- ⑧ Utvidelse for å ta høyde for horisontalkurve

Tabell med koordinater i senter fundament. Høyde z målt uk fundament.
Fundamentkoordinater er lik både for Samvirke bjelke bru og samvirke kasse bru.

Pkt.nr	X	Y	Z
G1	2320319.209	81581.212	2.2
G2	2320341.320	81629.381	2.9

Revisjon	Revisjonen gjelder			Utlært	Konr	Godkjennt	Rev. dato
				Saksnr:			
 Statens vegvesen				Tegningsdato		-	
				Bestiller			
				Produsert for			
E6 over Badderelva				Produsert av		Multiconsult	
Badderen ny bru Allt. Netverksbue bru og Fagverks bru. Skisser				PROF-nummer			
				Arkivnummer			
				Byggesaksnummer			
				Målestokk A1		Som vist	
Utbetalt av	Kontrollert av	Godkjennt av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/ tegningsprosjektnavn			
AMHT	RVM	RVM	10748673	K102			



- ① Antatt eksisterende terreng.
 - ② Ok asfalt.
 - ③ Plastring.
 - ④ Antatt fremtidig terreng.
 - ⑤ 200 års nivå (4,73 m.o.h)
 - ⑥ Klaring over 200 årsflomnivå >2300mm for Nettverksbue bru og Fagverksbru.
 - ⑦ Frihøyde mellom terreng og UK overbygning ved landkar:
>1800mm for Nettverksbue bru og Fagverksbru.
 - ⑧ Utvidelse for å ta høyde for horisontalkurve
- Tabell med koordinater i senter fundament. Høyde z målt uk fundament.
Fundamentkoordinater er lik både for Nettverksbue bru og Fagverks bru.

Revisjon	Revisjonen gjelder	Uttarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
 Statens vegvesen		Saksnr:			
		Tegningsdato		-	
		Bestiller			
		Produsent for			
E6 over Bødørelva		Produsent av		Multiconsult	
Badderen ny bru A13. Nettverkssbue bru og Fagverks bru. Skisser					
Utbetalt av	Kontrollert av	Godknt av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer / revisjonsgodknt av	
AMHT	RVM	RVM	1024.8673	K302	
			Målestokk A1	Som vist	

5.4.4 Prisestimat

Veglinje alternativ 1

Badderbru					
Kostnadsoverslag					
Alternativ 1: Nettverksbue				Dato:	10.02.2023
		Lengde (bruplate):	51.5 m		
		Bredde dekke:	12.75 m		
		Total bredde:	15.25 m		
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
84	Betongarbeider				
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	RS	1	100 000	100 000
84.2	Forskaling	m ²	675	1 400	944 510
84.31	Armering kamstål B500 NC	tonn	42	24 000	1 011 048
84.37	Spennarmering	mMN	0	300	0
84.4	Betongstøp	m ³	263	3 400	895 199
84.5	Spesielle herdetiltak	m ²	657	270	177 289
84.62	Rengjøring av bruplate for membran	m ²	657	110	72 229
85	Stålarbeider				
85.1	Levering av stålmaterieler	tonn	133	65 000	8 621 337
85.2	Bearbeiding og sammenføring av ståldeler	tonn	133 -	-	
85.3	Overflatebehandling av stålkonstruksjoner	m ²	850 -	-	
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	tonn	133 -	-	
85.6	Levering av brukabler	tonn	3.03	400 000	1 213 968
85.7	Transport og montering av kabler	tonn	3.03 -	-	
87	Brubelegning og Utstyr				
87.14	Fuktisolering A3	m ²	6	410	2 256
87.211	Rekkverk stå, ytterrekkverk	m	131	6 000	786 000
87.273	Overgang mellom bru- og vegrekkverk	stk	4	33 000	132 000
87.3	Brulagre	stk	4	30 000	120 000
Sum spesifiserte arbeider					14 075 836
Ikke spesifiserte arbeider 10 %		%	10		1 407 584
Sum før felleskostnader					15 483 419
11-16	Felleskostnader	%	25		3 870 855
Entreprisekostnad eks. usikkerhet (eks.mva):					19 354 274
Usikkerhet 25 %		%	25		4 838 569
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva):					24 192 843
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva, avrundet nærmeste tusen):					24 190 000
Entreprisekostnad eks. mva pr. m2 bru		kr/m ²			36 844

Veglinje alternativ 2

Badderbru bru					
Kostnadsoverslag					
Alternativ 2: Nettverksbue				Dato:	10.02.2023
		Lengde (bruplate):	52 m		
		Bredde dekke:	12.5 m		
		Total bredde:	15 m		
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
84	Betongarbeider				
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	RS	1	100 000	100 000
84.2	Forskaling	m ²	681	1 400	953 680
84.31	Armering kamstål B500 NC	tonn	42	24 000	1 003 392
84.37	Spennarmering	mMN	0	300	0
84.4	Betongstøp	m ³	261	3 400	888 420
84.5	Spesielle herdetiltak	m ²	650	270	175 500
84.62	Rengjøring av bruplate for membran	m ²	650	110	71 500
85	Stålarbeider				
85.1	Levering av stålmaterieler	tonn	133	65 000	8 617 302
85.2	Bearbeiding og sammenføring av ståldeler	tonn	133 -	-	
85.3	Overflatebehandling av stålkonstruksjoner	m ²	850 -	-	
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	tonn	133 -	-	
85.6	Levering av brukabler	tonn	3.03	400 000	1 213 968
85.7	Transport og monter ing av kabler	tonn	3.03 -	-	
87	Brubelegning og Utstyr				
87.14	Fuktisolering A3	m ²	6	410	2 256
87.211	Rekkverk stål, ytterrekkverk	m	132	6 000	792 000
87.273	Overgang mellom bru- og vegrekkverk	stk	4	33 000	132 000
87.3	Brulagre	stk	4	30 000	120 000
Sum spesifiserte arbeider					14 070 019
Ikke spesifiserte arbeider 10 %					1 407 002
Sum før felleskostnader					15 477 020
11-16	Felleskostnader	%	25		3 869 255
Entreprisekostnad eks. usikkerhet (eks.mva):					19 346 275
Usikkerhet 25 %					4 836 569
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva):					24 182 844
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva, avrundet nærmeste titusen):					24 180 000
Entreprisekostnad eks. mva pr. m2 bru		kr/m ²			37 204

Veglinje alternativ 3

Badderbru bru					
Kostnadsoverslag					
Alternativ 3: Nettverksbue				Dato:	10.02.2023
		Lengde (bruplate):	49 m		
		Bredde dekke:	14 m		
		Total bredde:	16.5 m		
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
84	Betongarbeider				
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	RS	1	100 000	100 000
84.2	Forskaling	m ²	642	1 400	898 660
84.31	Armering kamstål B500 NC	tonn	44	24 000	1 044 288
84.37	Spennarmering	mMN	0	300	0
84.4	Betongstøp	m ³	272	3 400	924 630
84.5	Spesielle herdetiltak	m ²	686	270	185 220
84.62	Rengjøring av bruplate for membran	m ²	686	110	75 460
85	Stålarbeider				
85.1	Levering av stålmaterieler	tonn	134	65 000	8 679 821
85.2	Bearbeiding og sammenføring av ståldeler	tonn	134 -	-	-
85.3	Overflatebehandling av stålkonstruksjoner	m ²	850 -	-	-
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	tonn	134 -	-	-
85.6	Levering av brukabler	tonn	3.03	400 000	1 213 968
85.7	Transport og montering av kabler	tonn	3.03 -	-	-
87	Brubelegning og Utstyr				
87.14	Fuktisolering A3	m ²	6	410	2 362
87.211	Rekkverk stå, ytterrekkverk	m	126	6 000	756 000
87.273	Overgang mellom bru- og vegrekkverk	stk	4	33 000	132 000
87.3	Brulagre	stk	4	30 000	120 000
Sum spesifiserte arbeider					14 132 409
Ikke spesifiserte arbeider 10 %		%	10		1 413 241
Sum før felleskostnader					15 545 650
11-16	Felleskostnader	%	25		3 886 412
Entreprisekostnad eks. usikkerhet (eks.mva):					19 432 062
Usikkerhet 25 %		%	25		4 858 016
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva):					24 290 078
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva, avrundet nærmeste titusen):					24 290 000
Entreprisekostnad eks. mva pr. m2 bru		kr/m ²			35 408

Veglinje alternativ 3_02

Badderbru					
Kostnadsoverslag					
Alternativ 3_02: Nettverksbue				Dato:	07.03.2023
		Lengde (bruplate):	51.5 m		
		Bredde dekke:	14.2 m		
		Total bredde:	16.7 m		
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
84	Betongarbeider				
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	RS	1	100 000	100 000
84.2	Forskaling	m ²	675	1 400	944 510
84.31	Armering kamstål B500 NC	tonn	46	24 000	1 111 411
84.37	Spennarmering	mMN	0	300	0
84.4	Betongstøp	m ³	289	3 400	984 062
84.5	Spesielle herdetiltak	m ²	731	270	197 451
84.62	Rengjøring av bruplate for membran	m ²	731	110	80 443
85	Stålarbeider				
85.1	Levering av stålmaterieler	tonn	140	65 000	9 103 014
85.2	Bearbeiding og sammenføring av ståldeler	tonn	140 -	-	-
85.3	Overflatebehandling av stålkonstruksjoner	m ²	850 -	-	-
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	tonn	140 -	-	-
85.6	Levering av brukabler	tonn	3.03	400 000	1 213 968
85.7	Transport og montering av kabler	tonn	3.03 -	-	-
87	Brubelegning og Utstyr				
87.14	Fukisolering A3	m ²	6	410	2 432
87.211	Rekkverk stål, ytterrekkverk	m	131	6 000	786 000
87.273	Overgang mellom bru- og veggerekverk	stk	4	33 000	132 000
87.3	Brulagre	stk	4	30 000	120 000
Sum spesifiserte arbeider					14 775 291
Ikke spesifiserte arbeider 10 %		%	10		1 477 529
Sum før felleskostnader					16 252 820
11-16	Felleskostnader	%	25		4 063 205
Entrepriisekostnad eks. usikkerhet (eks.mva):					20 316 025
Usikkerhet 25 %		%	25		5 079 006
Entrepriisekostnad konstruksjon (eks.mva):					25 395 031
Entrepriisekostnad konstruksjon (eks.mva, avrundet nærmeste titusen):					25 400 000
Entrepriisekostnad eks. mva pr. m2 bru		kr/m ²			34 726

5.5 Fagverksbuebru

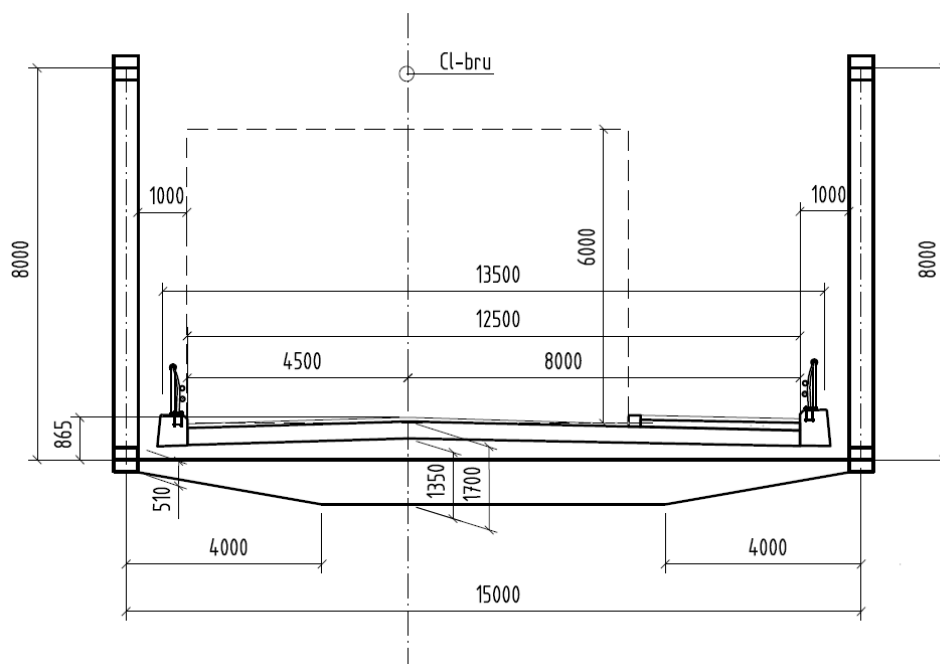
5.5.1 Generelt

Prinsippet for en fagverksbru har store likheter til nettverksbuebruen. Buegeometrien er omtrent den samme, men består av rette bjelker mellom knutepunkter med diagonaler. Basert på overslagsberegninger, er det tenkt at både over- og undergurter består av hulprofiler med bredde og høyde lik 400 mm, og tykkelse på 20 mm. Mellom gurtene er det åtte diagonaler på hver side av kvadratiske hulprofiler, med høyde 200mm og bredde (bru tverretning) lik 400mm, og tykkelse på 16 mm. Samme profil er også brukt for horisontalavstiving av overgurtene. Det er samme løsning for betongdekke og tverrbjelker som for nettverksbuen.

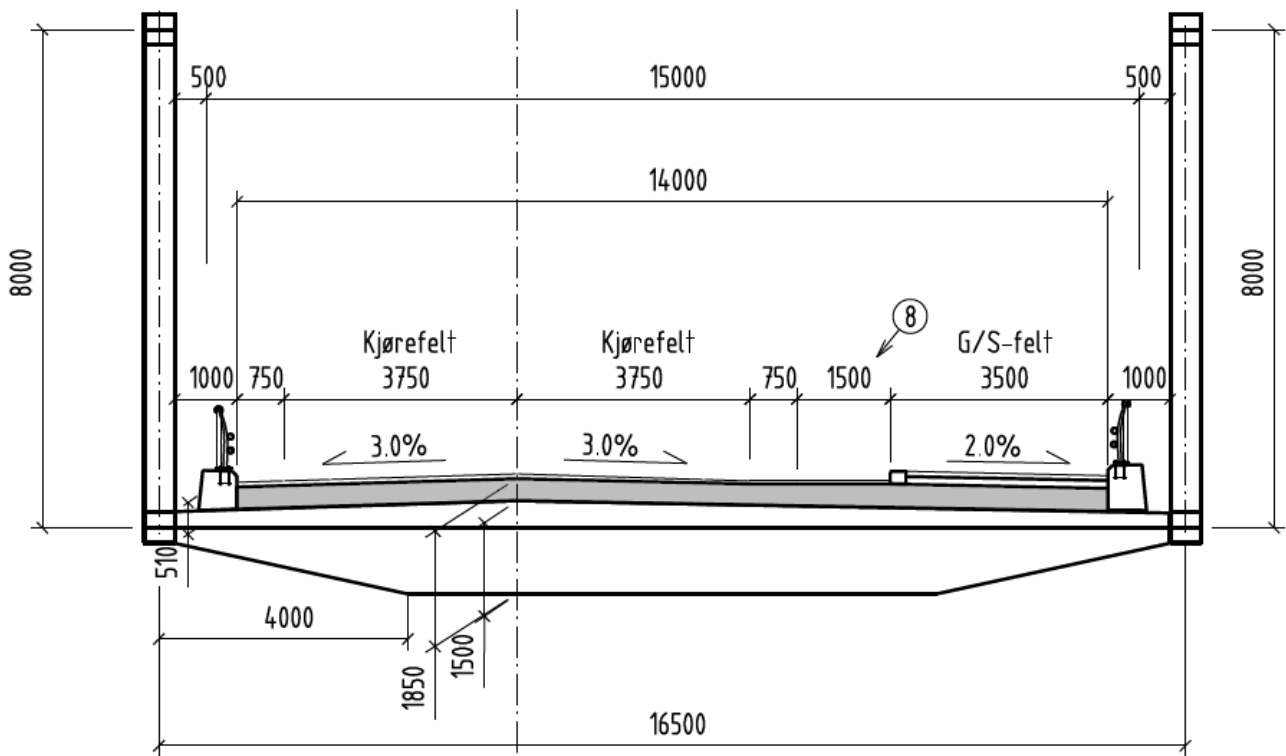
Fagverkskonseptet har samme fordeler som nettverksbuen med tanke på høyde og vekt. Mtp. veglinjer vil samme løsning med en bredere konstruksjon for veglinje i sving fungere også for fagverkskonseptet.

5.5.2 Geometri

Figur 5-4 viser typisk tverrsnitt for fagverksbuebruen, for alternativ 3 for veglinje. Dette er grunnen til den ekstra bredden markert med merknad 8. For alternativ 1 og 2 for veglinje vil den totale bredden være mindre.



Figur 5-5: Typisk tverrsnitt for fagverksbuebru (vegalternativer 1 og 2)



Figur 5-6: Typisk tverrsnitt for fagverksbuebru (vegalternativer 3)

5.5.3 Skisser for oversittstegninger

Se skisser tegninger i pkt. 5.4.3.

5.5.4 Prisestimat

Veglinje alternativ 1

Badderbru					
Kostnadsoverslag					
Alternativ 1: Fagverksbru				Dato:	10.02.2023
		Lengde (bruplate):	51.5 m		
		Bredde dekke:	12.75 m		
		Total bredde:	15.25 m		
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
84	Betongarbeider				
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	RS	1	100 000	100 000
84.2	Forskaling	m ²	4	1 400	6 248
84.31	Armering kamstål B500 NC	tonn	42	24 000	1 011 048
84.37	Spennarmering	mMN	0	300	0
84.4	Betongstøp	m ³	263	3 400	895 199
84.5	Spesielle herdetiltak	m ²	657	270	177 289
84.62	Rengjøring av bruplate for membran	m ²	657	110	72 229
85	Stålarbeider				
85.1	Levering av stålmaterieler	tonn	154	65 000	10 024 832
85.2	Bearbeiding og sammenføring av ståldeler	tonn	154 -	-	
85.3	Overflatebehandling av stålkonstruksjoner	m ²	850 -	-	
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	tonn	154 -	-	
87	Brubelegning og Utstyr				
87.14	Fuktisolering A3	m ²	5	410	2 008
87.211	Rekkverk stå, ytterrekkverk	m	131	6 000	786 000
87.273	Overgang mellom bru- og vegrekkverk	stk	4	33 000	132 000
87.3	Brulagre	stk	4	30 000	120 000
Sum spesifiserte arbeider					13 326 851
Ikke spesifiserte arbeider 10 %					1 332 685
Sum før felleskostnader					14 659 536
11-16	Felleskostnader	%	25		3 664 884
Entrepriekostnad eks. usikkerhet (eks.mva):					18 324 420
Usikkerhet 25 %					4 581 105
Entrepriekostnad konstruksjon (eks.mva):					22 905 525
Entrepriekostnad konstruksjon (eks.mva, avrundet nærmeste titusen):					22 910 000
Entrepriekostnad eks. mva pr. m2 bru					kr/m ² 34 884

Veglinje alternativ 2

Badder bru					
Kostnadsoverslag					
Alternativ 2: Fagverksbru				Dato:	10.02.2023
		Lengde (bruplate):	52 m		
		Bredde dekke:	12.5 m		
		Total bredde:	15 m		
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
84	Betongarbeider				
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	RS	1	100 000	100 000
84.2	Forskaling	m ²	4	1 400	6 125
84.31	Armering kamstål B500 NC	tonn	42	24 000	1 003 392
84.37	Spennarmering	mMN	0	300	0
84.4	Betongstøp	m ³	261	3 400	888 420
84.5	Spesielle herdetiltak	m ²	650	270	175 500
84.62	Rengjøring av bruplate for membran	m ²	650	110	71 500
85	Stålarbeider				
85.1	Levering av stålmaterieler	tonn	154	65 000	10 021 249
85.2	Bearbeiding og sammenføring av ståldeler	tonn	154 -	-	
85.3	Overflatebehandling av stålkonstruksjoner	m ²	850 -	-	
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	tonn	154 -	-	
87	Brubelegning og Utstyr				
87.14	Fuktisolering A3	m ²	5	410	2 008
87.211	Rekkverk stål, ytterrekkverk	m	132	6 000	792 000
87.273	Overgang mellom bru- og vegrekkverk	stk	4	33 000	132 000
87.3	Brulagre	stk	4	30 000	120 000
Sum spesifiserte arbeider					13 312 193
Ikke spesifiserte arbeider 10 %		%	10		1 331 219
Sum før felleskostnader					14 643 413
11-16	Felleskostnader	%	25		3 660 853
Entreprisekostnad eks. usikkerhet (eks.mva):					18 304 266
Usikkerhet 25 %		%	25		4 576 066
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva):					22 880 332
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva, avrundet nærmeste tusen):					22 880 000
Entreprisekostnad eks. mva pr. m2 bru					kr/m ² 35 201

Veglinje alternativ 3

Badderbru					
Kostnadsoverslag					
Alternativ 3: Fagverksbru				Dato:	10.02.2023
		Lengde (bruplate):	49 m		
		Bredde dekke:	14 m		
		Total bredde:	16.5 m		
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
84	Betongarbeider				
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	RS	1	100 000	100 000
84.2	Forskaling	m ²	5	1 400	6 860
84.31	Armering kamstål B500 NC	tonn	44	24 000	1 044 288
84.37	Spennarmering	mMN	0	300	0
84.4	Betongstøp	m ³	272	3 400	924 630
84.5	Spesielle herdetiltak	m ²	686	270	185 220
84.62	Rengjøring av bruplate for membran	m ²	686	110	75 460
85	Stålarbeider				
85.1	Levering av stålmaterieler	tonn	154	65 000	10 024 718
85.2	Bearbeiding og sammenføring av ståldeler	tonn	154 -	-	
85.3	Overflatebehandling av stålkonstruksjoner	m ²	850 -	-	
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	tonn	154 -	-	
87	Brubelegning og Utstyr				
87.14	Fuktisolering A3	m ²	5	410	2 064
87.211	Rekkverk stål, ytterrekkverk	m	126	6 000	756 000
87.273	Overgang mellom bru- og vegrekkverk	stk	4	33 000	132 000
87.3	Brulagre	stk	4	30 000	120 000
Sum spesifiserte arbeider					13 371 241
Ikke spesifiserte arbeider 10 %					1 337 124
Sum før felleskostnader					14 708 365
11-16	Felleskostnader	%	25		3 677 091
Entreprisekostnad eks. usikkerhet (eks.mva):					18 385 456
Usikkerhet 25 %					4 596 364
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva):					22 981 820
Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva, avrundet nærmeste titusen):					22 980 000
Entreprisekostnad eks. mva pr. m2 bru					kr/m ² 33 501

5.6 Spennarmert betongplatebru

5.6.1 Generelt

Med tanke på at brua kan ha en søyle midt i elva, kan overbygningen i betong vurderes. En slik overbygning tilpasser seg til skrå støtteakser, og dette tillater at akseretningen blir tilnærmet parallell til elvebreddene, og at brulengden blir redusert. Det er valgt 2 spenn med en lengde på 22m, med akser rotert 30 grader på tverretning veg.

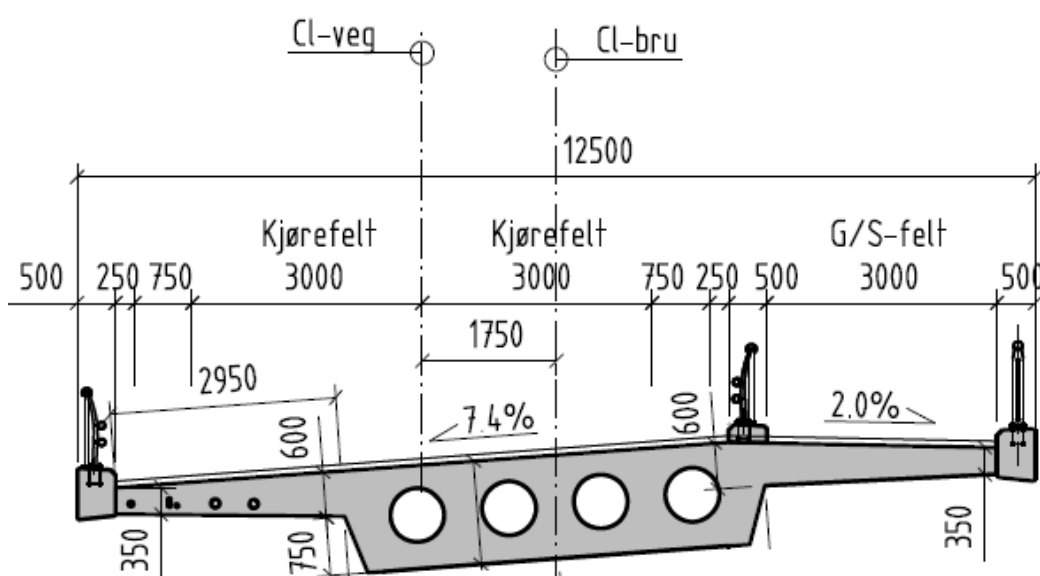
Overbygningen er en spennarmert bjelke-platebru med sparerør. Det er valgt en hovedbjelke med høyde på 1.35m, med utkragere som spenner ut ~3m på hver side. Det benyttes fire sparerør Ø700mm i bjelken. Disse tiltakene gir overbygningen lavere vekt, og reduserer betong- og stålmengdene (hovedsakelig i spenning kabler). Dette er noe som er gunstig med tanke på bærekraftighet.

Det er vurdert å bruke en skivesøyle med monolittisk forbindelse til overbygningen. Det er ønsket at søylen midt i elva har en gunstig geometri med hensyn til vannføringen i elva, i tillegg til sin bærefunksjon. Der er derfor vurdert å teste ulike søylegeometrier. For å sikre fundamenter mot en mulig undergraving, er det valgt at søylen blir pelefundamentert. Informasjonen fra SVV på at fjell ligger mer enn 50m dypt fører til vurdering at friksjonspeler med lengder ~30m skal brukes. Dette er noe som geoteknikk rådgivere kommer til å evaluere nøyere. For å gi brua like fundamenteringsforhold i alle akser og unngå differensielle setninger, er det vurdert at landkar og murer også skal fundamenteres med peler.

Konseptet er en robust løsning, med prisgunstig overbygning både for bygging og vedlikehold. På grunn av usikkerhet mtp. grunnforhold, kan kostnader av pelefundamentene bli betydelige.

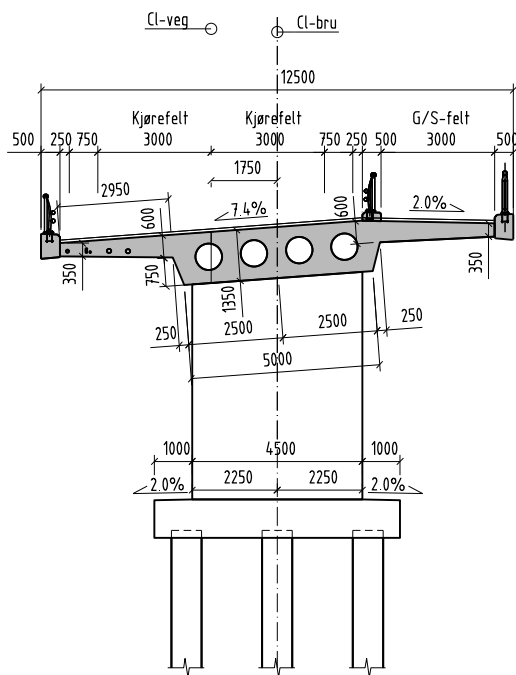
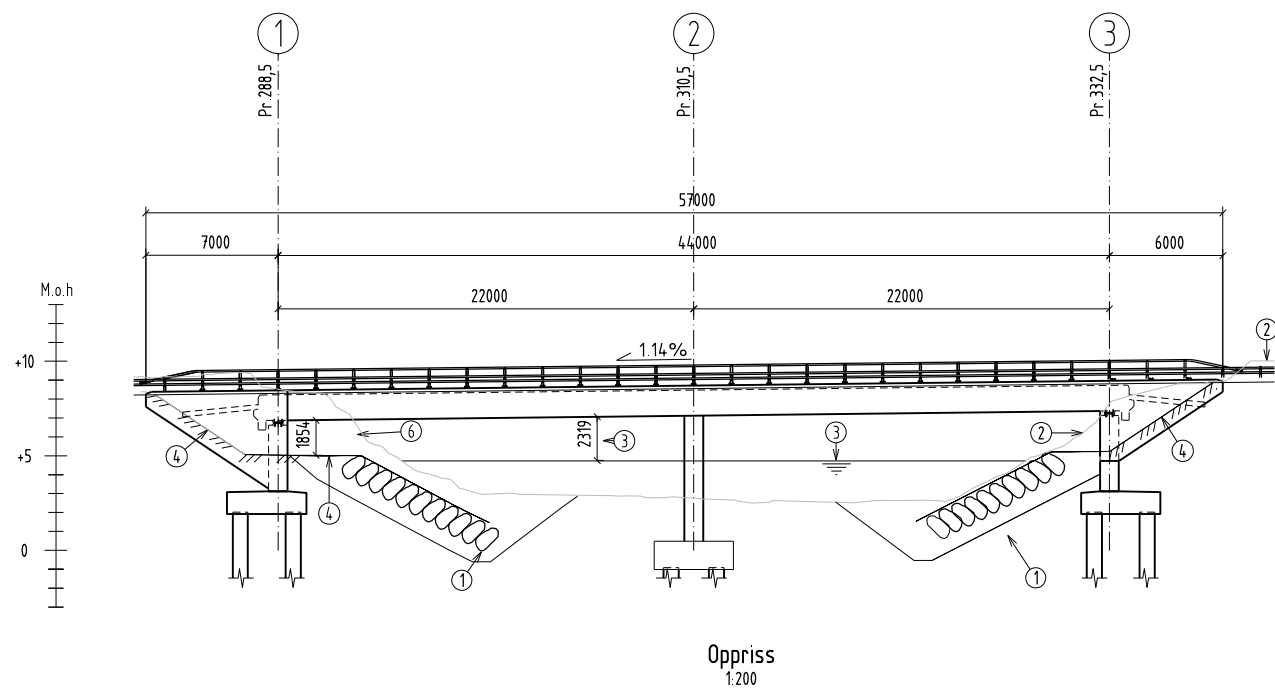
5.6.2 Geometri

Figur 5-7 viser typisk tverrsnitt for betongplatebruen.



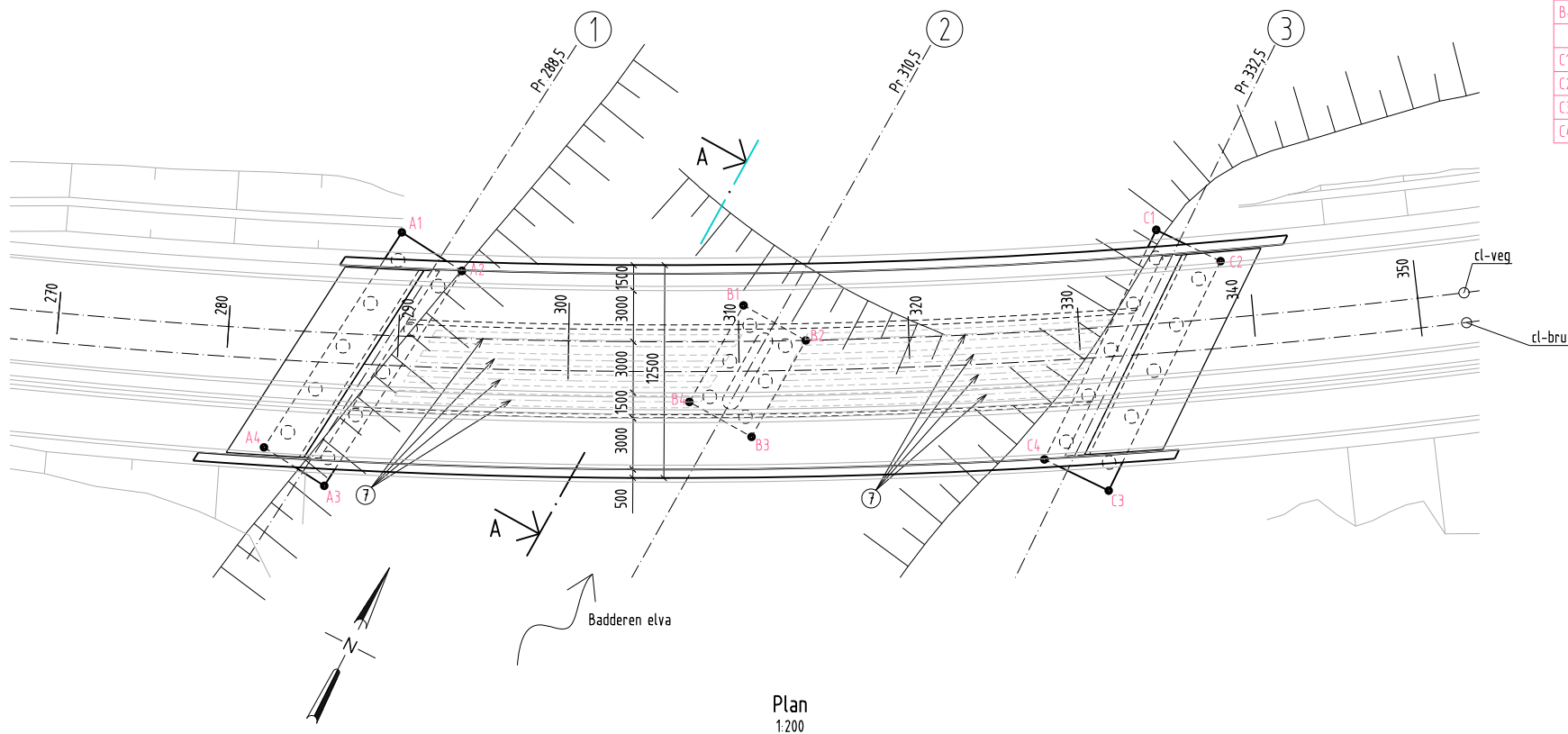
Figur 5-7 Typisk tverrsnitt for betongplatebru

PROFIL NR.	281,5	285,0	288,5	310,5	332,5	338,5
VERTIKALKURVE				1,14%		
HORISONTALKURVE	A=137,5			R=378		
BREDEUTVIDELSE				0,25		
TVERRFALL				7,4%		
PROFILHØYDER	8,228	8,268	8,309	8,561	8,812	8,881



Koordinater i fundament hjørner.

Pkt. nr.	X	Y	z (m.o.h)	Kommentarer
A1	2320314,85	81578,81	1500	Fundament i akse 1.
A2	2320314,45	81582,99	1500	
A3	2320299,52	81581,54	1500	
A4	2320299,92	81577,36	1500	
B1	2320320,13	81598,67	-1000	Fundament i akse 2.
B2	2320319,97	81602,86	-1000	
B3	2320313,48	81602,61	-1000	
B4	2320313,64	81598,42	-1000	
C1	2320335,09	81618,26	2000	Fundament i akse 3.
C2	2320335,17	81622,46	2000	
C3	2320320,17	81622,76	2000	
C4	2320320,09	81618,56	2000	



Forklaringer

- ① Plastring.
- ② Antatt eksisterende terreng.
- ③ 200 års nivå (4,73 m.o.h)
- ④ Antatt fremtidig terreng.
- ⑤ Klaring over 200 årsflomnivå.
- ⑥ Frihøyde mellom nytt terreng og uk overbygning ved Landkar.
- ⑦ 4 stk.(8stk totalt) spærerør Ø700mm.
Plassert parallelt men rettvisklet med cl-bru og sentrisk mellom aksene.

FORELØPIG
25.08.2023

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utlarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
Statens vegvesen		Saksnr.			
E6 over Badderelva		Tegningsdato	-		
Badderen ny bru		Bestiller			
Spennarmert platebru		Prosjekt for			
Skisser		Prosjekt av	Multiconsult		
		PROF-nummer			
		Arkivnummer			
		Byggesaksnummer			
		Målestokk A1	Som vist		
Utlarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/ revisjonsbokstav	K200
AMHT	RVM	RVM	10248673		

5.6.3 Prisestimat

Løsningen i betong innebærer valg av peler i søylefundamenter. Med tanke på å unngå differensielle setninger er det vurdert å bruke peler også i landkarsaker. Dette gjør det vanskelig å sammenligne med de andre alternativene, da direktefundamentering kunne vært en aktuell løsning.

Det er vurdert fornuftig å vise denne prisen, da det kreves peler ved valg av denne brutypen.

Badderbru					
Kostnadsoverslag					
Alternativ 3: Plattebru i betong				Dato: 22.08.2023	
		Lengde (bruplate):	50 m		
		Bredde:	11.5 m		
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
84	Betongarbeider				
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	RS	1	100 000	100 000
84.2	Forskaling	m ²	575	1 400	805 000
84.31	Armering kamstål B500 NC	tonn	97	24 000	2 326 695
84.37	Spennarmering	mMN	2 830	350	990 500
84.4	Betongstøp	m ³	539	3 400	1 831 195
84.5	Spesielle herdetiltak	m ²	575	270	155 250
84.62	Rengjøring av bruplate for membran	m ²	575	110	63 250
	Peler				
	Stålrørspeler	m	600	19 000	11 400 000
	Betong	m ³	302	0	0
	Armering kamstål B500 NC	tonn	24	0	0
87	Brubelegning og Utstyr				
87.14	Fuktisolering A3	m ²	575	410	235 750
87.211	Rekkverk stål, ytterrekkverk	m	128	6 000	768 000
87.273	Overgang mellom bru- og veggrekkverk	stk	4	33 000	132 000
87.3	Brulagre	stk	6	30 000	180 000
	Sum spesifiserte arbeider				18 807 639
	Ikke spesifiserte arbeider 10 %	%	10		1 880 764
	Sum før felleskostnader				20 688 403
11-16	Felleskostnader	%	25		5 172 101
	Entreprisekostnad eks. usikkerhet (eks.mva):				25 860 504
	Usikkerhet 25 %	%	25		6 465 126
	Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva):				32 325 630
	Entreprisekostnad konstruksjon (eks.mva, avrundet nærmeste titusen):				32 330 000
	Entreprisekostnad eks. mva pr. m2 bru	kr/m ²			56 218

5.7 Oppsummering av kostnadsestimater

Følgende tabell viser en oppsummering av enterprisekonstanter for de fire foreslåtte konseptene, på hver av de tre veglinjene. Alle priser er i NOK.

Tabell 5-1: Oppsummering av total enterprisekostnad for alle konsepter og veglinjer

	Lengde [m]	Total føringsbredde [m]	Enterprisekostnad [kr]			
			Samvirke bjelke	Samvirke kasse	Nettverksbue	Fagverk
Alt 1	51.5	12.75	23 760 000	25 630 000	24 190 000	22 910 000
Alt 2	52	12.5	23 950 000	25 850 000	24 180 000	22 880 000
Alt 3	49	12.5 (samvirkebruer) 14.0 (buebruer)	22 530 000	24 340 000	24 290 000	22 980 000
Alt 3_02	48.5 (samvirkebruer) 51.5 (buebruer)	12.5 (samvirkebruer) 14.2 (buebruer)	22 200 000	23 830 000	25 400 000	-

Tabell 5-2: Oppsummering av enterprisekostnad per kvadratmeter for alle konsepter og veglinjer

	Lengde [m]	Total føringsbredde [m]	Enterprisekostnad [kr/m²]			
			Samvirke bjelke	Samvirke kasse	Nettverksbue	Fagverk
Alt 1	52	12.75	36 183	39 040	36 844	34 884
Alt 2	52	12.5	36 851	39 764	37 204	35 201
Alt 3	49	12.5 (samvirkebruer) 14.0 (buebruer)	35 370	38 210	35 408	33 501
Alt 3_02	48.5 (samvirkebruer) 51.5 (buebruer)	12.5 (samvirkebruer) 14.2 (buebruer)	36 614	39 311	34 726	-

5.7.1 Beregning av kostnadsestimat for nettverksbuebru

Med bakgrunn i priser på nettverksbuebruene Forra og Driva er det utarbeidet en ligning for å estimere prisen på nettverksbuebru for de ulike veialternativene på Badderbru.

Denne ligningen er basert på total pris for bruene, uten pelefundamentering. Prisene er omregnet fra 2015-kr til 2022-kr ved hjelp av en prisindeks = 140% fra SSB ref. [11]. Indeksen gjelder for betongbruer, da det ikke finnes egen indeks for andre typer bruer. Det vektlegges at prisindeks kun er et estimat med usikkerhet pga. prisvariasjoner de siste årene. Forholdet mellom kostnadsestimeringer beregnet fra mengder etablerer et riktigere forhold mellom bru løsninger.

Med en antagelse om at forholdet mellom pris og føringsbredde er lineær, samt en faktor mellom 1 og 2 for forholdet mellom pris og lengde, kommer følgende formel:

$$\text{Kostnadsestimat} = \text{Pris på bru } X * \frac{B}{\text{Bredde på bru } X} * \left(\frac{L}{\text{Lengde på bru } X} \right)^{1.35}$$

Tabell 5-3: Validering av ligning for estimat av nettverksbuebru med Forra og Driva

	Lengde	Bredde (med kantdrager)	Kostnader (2015)	Kostnader (2022)	Estimert pris	Avvik
Driva	111	12.95	47 370 776	66 319 086	66 296 456	0.9997
Forra	75	11.00	23 693 645	33 171 103	33 182 426	1.0003

Tabell 5-4: Beregning av estimert pris for nettverksbuebru på Badderer bru, sammenlignet ved opprinnelige prisestimat

Badderer bru					
Veg alt.	Lengde	Bredde (med kantdrager)	Kostnader (fra mengder)	Kostnader (fra "ligningen")	Avvik fra kostnads estimering
Alt1	51.5	13.75	24 190 000	24 970 000	0.03
Alt2	52	13.50	24 180 000	24 840 000	0.03
Alt3	49	15.00	24 290 000	25 470 000	0.05
Alt3_02	51.5	15.20	25 400 000	27 600 000	0.09

Estimerte kostnader basert på mengder samsvarer godt med kostnader beregnet med ligningen. Avviket øker med utbredelsen, som kan tyde på at forholdet mellom bredde og pris ikke er fullstendig lineært (som antatt).

5.8 Vurderinger bak brukonseptene

5.8.1 Frihøyder/høyde på veilinjje

Brualternativene i bue tilfredsstiller de to kravene på frihøyder. På samvirkealternativene er det antatt at veglinjen må heves med ca. 0,50m (veg alt1) og 0,70m (veg alt 2), og ca. 0,15m (alt1) og 0,4 m (veg alt. 2) for henholdsvis bjelkebru og kassebru for å oppnå tilstrekkelige frihøyder. Kostnadsestimat vist i kap. 5 tar ikke i betraktning kostnader ved heving av veg.

5.8.2 Skeivt/rett landkar

De tre vegalternativene krysser elven med en vinkel rundt 50 grader. Man kan utforme landkarene skeivt mot veglinje. På den måten oppnår man kortere spenn og får rimeligere kostnadsestimeringer for bruene.

Det er midlertidig noen begrensninger for skeivhet. For betongbruer anbefaler Leonhardt [9] å begrense skeivhet til 60 grader fra bruakse for å unngå kompleks detaljering. For samvirkebruer begrenser Sétra [10] skeivhet til 70 grader for å unngå komplekse geometrier på stålkonstruksjonen.

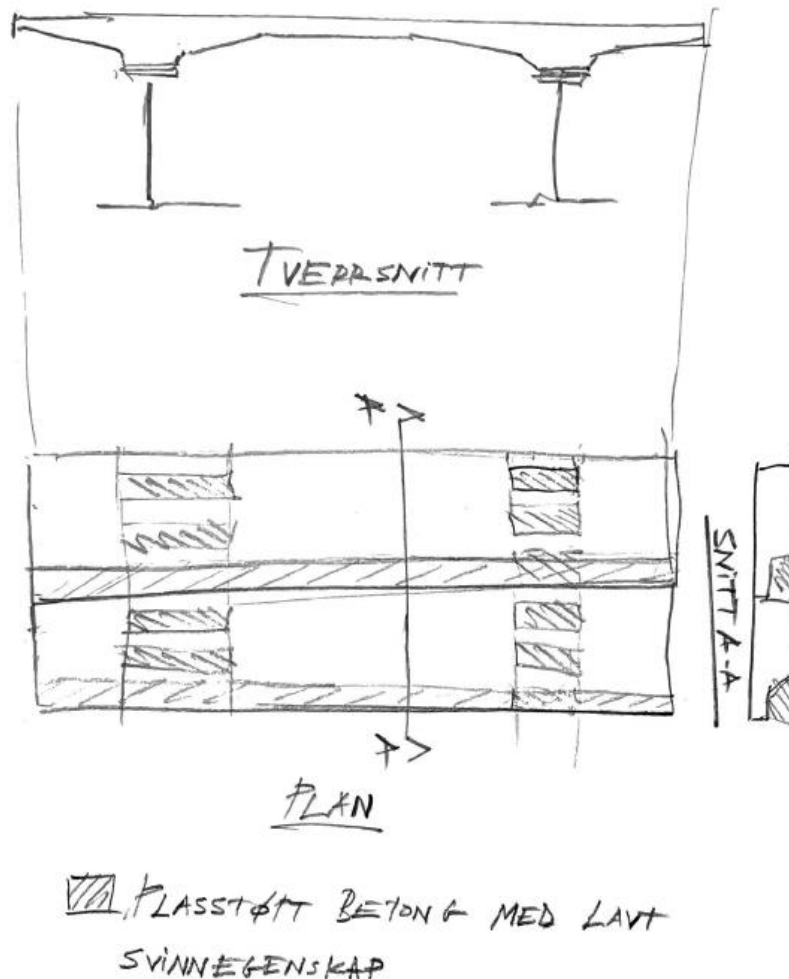
Det er vurdert om det er verdt besparelsen i material fremfor ekstrakostnadene koblet til en mer kompleks geometri, som er mer krevende å beregne, detaljere, produsere, installere og kontrollere. Med tanke på kort tid ønsket av Statens Vegvesen for å bygge brua er det tenkt at det er vært å velge en enklere og rettvisklet geometri.

5.8.3 Prefabrikkert betongdekker

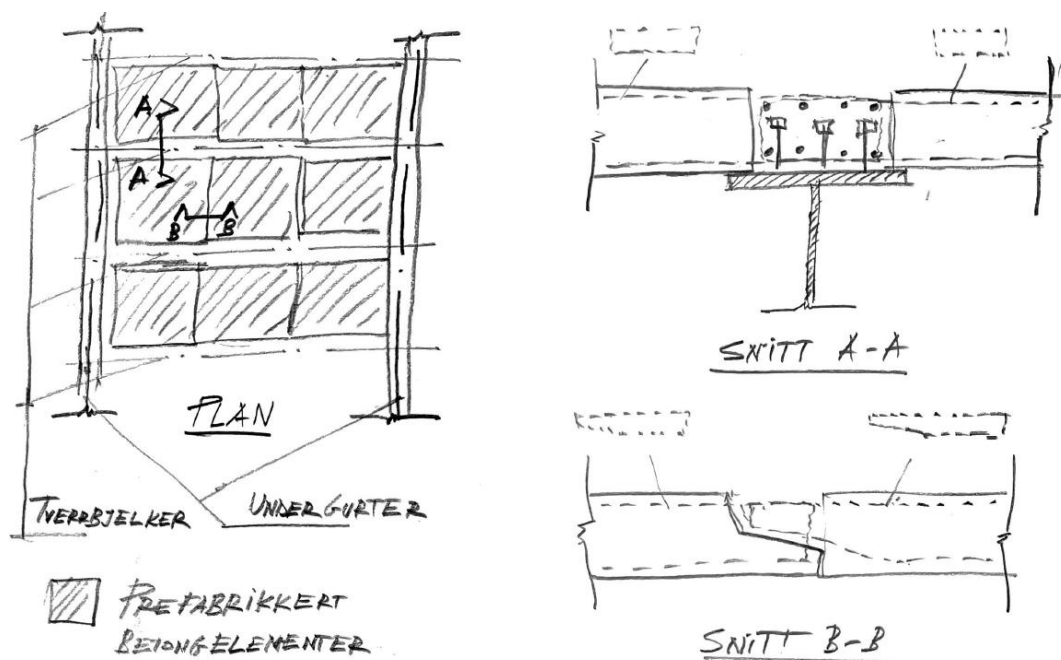
Siden bruene spenner over en elv, øker kompleksiteten ved bygging av forskaling. Dette gjelder alle presenterte brukonsepter. I tillegg er det ønskelig, i buebrukonsepter, å begrense svinntøyninger i betongen for å unngå større momenter i horisontalplan på tverrbjelker.

Det er tenkt å bruke betongdekker med en prefabrikkert løsning, både for samvirke- og for buekonsepter. Prinsippet er at betongplaten består av elementer med full tykkelse av dekket, og med utsparinger for å etablere kontinuitet med stålbjelkene. Utsparingene skal støpes med betong med lav svinneegenskap. Prefabrikkerte dekker vil også minimere byggetiden, da installasjonen er rask og effektiv.

Figur 5-8 og Figur 5-9 viser detaljprinsipp for betongelementene.



Figur 5-8: Prinsipp for prefabrikkert dekkelementer på samvirkekonsepter



Figur 5-9: Prinsipp for prefabrikkert dekkelementer på buebrukonsepter

5.8.4 Søyle midt i elv

Et konsept med en søyle midt i elven vil føre til kortere spenn. Dette hadde åpnet muligheten for en betong bjelkebru eller samvirke buer uten behovet for å heve veglinje. Samtidig, kunne en slik løsning ha en negativt psykologisk påvirkning på samfunnet på grunn av sammenligning med broen som ble nylig ble skadet av erosjon.

Bygging av søylefundamentene midt i en elv er som regel koblet til noen kompleksiteter knyttet til eventuell spunt og erosjonssikring.

Konseptet med en søyle midt i elven hadde krevd nye beregninger av erosjonssikring og flomnivå. Dette kunne utsette rask erstatning av bruene, som Statens Vegvesen ønsker.

Summen av forrige punkter gjør at brukonsepter med søyle midt i elven ikke har blitt valgt.

5.8.5 Breddeutvidelse pga. klotoide

Brukonsepter for veg alternativ 1 har en kortstrekning i klotoide på vestlig side. Dette tilsvarer en utvidelse av vegbredde på 220mm. For samvirkebuer er det tenkt å ivareta dekke utvidelse direkte i betongplate uten behov for å innføre endringer i stålkonstruksjon. For brukonseptene i bue er det tenkt samme prinsipp, men stålkonstruksjon tar i betraktning malsimalbredde på veg med en senteravstand på 15,25m mellom buer.

For vegalternativ 2 ligger alle bruene i en rettstrekning.

Vegalternativ 3 ligger i kurve. I samvirkebuer er både stålkonstruksjon og betongdekke i kurve. For buekonsepter er det vurdert en løsning med en bredde som dekker traséen i kurven med et rektangulært dekke. Dette dekke tilfredsstiller føringsbredden gjennom hele kurven.

5.8.6 Prisestimat graving og fylling

Kostnad for graving og fylling er ikke tatt med i prisestimat, da det antas at dette ligger inne i pris for plastring. I tillegg vil denne kostnaden være lik for alle brualternativene, og påvirker ikke prisen for de ulike konseptene.

5.8.7 Estetikk

På grunn av krav om frihøyder nevnt i kap 3.8, er samvirkealternativene kun levedyktig for vegalternativ 3_02. Videre fører skjevhet mellom veglinje og elven til at underkant bru kommer veldig nær til terreng (~700 - 800mm) i lengder opptil ~8,0m fram til landkar i akse 1 (oppstrøms) og 9,0m fram til landkar i akse 2 (nedstrøms). Dette skaper et synlig spenn over elven på ~40m og gir i tillegg en visuell hindring i nevnte lengder ut fra landkar.

Synlig spennlengde på ~40m sammen med høyden på samvirkeoverbygninger (~3.3m) gir en synlig slankhet på $3.3\text{m}/40\text{m} \approx 12$. Dette, kombinert med en lav veglinje gir lite gjennomsiktighet av brua.

Nettverksbuebru løsning har et dekke med typisk tykkelse på ~0.85m, som øker fram til 1.85m i akser med tverrbjelker. Dette tilsvarer en slankhet på $0.85\text{m}/52\text{m} = 1/61$, som gir en elegant overbygning og et nesten gjennomsiktig inntrykk.

Siden vegalternativ 3 og 3_02 ligger i kurve, vil en nettverksbuebru med vertikale buer gi en følelse av at bruene er bygget skeivt på vegen for kjørende. Dette kan motvirkes ved å skrå buene innover, om det er mulig, noe som vil vurderes i detaljfasen. Vegalternativ 1 og 2, som er rette, vil derfor være å foretrekke for en nettverksbuebru. En samvirkebru vil derimot gjøre lite inntrykk for kjørende, uansett valg av vegalternativ, da den bærende konstruksjonen ligger skjult under brudekket.

5.9 Byggemetode

5.9.1 Generelt

Med tanke på konstruksjon av broen, er det bare identifisert installasjon av overbygning og av betongdekke som utfordrende. Som beskrevet i pkt. 5.8.3, er det tenkt å bruke prefabrikkert betongelementer som gjør at man unngår behov for forskalingen for betongdekke. Følgende avsnitt beskriver to ulike metoder for å installere overbygningen.

5.9.2 Overbygning

Alternativ 1 - Mobilkraner

Vekt på stålkonstruksjoner er oppsummert i Tabell 5-5. Vektene tillater at overbygning kan installeres med hjelp av to mobilkraner, en på hver side av elven. Størrelsen på mobilkranene er avhengig av bruløsning, men overslagsberegninger gir ett behovet på en mobilkran på 750 tonn og en på 600tonn.

Tabell 5-5: Oppsummering av stålvekt for alle konsepter og veglinjer

	Lengde [m]	Stålvekt [tonn]			
		Samvirke bjelke	Samvirke kasse	Nettverksbue	Fagverk
Alt 1	51.5	152	170	136	154
Alt 2	52	153	172	136	154
Alt 3	49	143	161	137	154

Alternativ 2 - trailer (multi wheeler)

Alternativt kan det bygges en midlertidig fylling i elven som kan krysses av en trailer/lastebil med hydraulikksystem (multi wheeler) som bærer stålkonstruksjonen. Fyllingen må gjøres slik at elven

fortsatt kan renne. Dette kan oppnås ved å installere rør i bunnen av fyllingen, eller ved å beholde et kort spenn av elven hvor den kan renne fritt.

Siden UK bru for samvirkeløsninger ligger lavt i forhold til terreng, trenger spesielle tiltak å ivaretas for installasjonen av ståloverbygning.

5.9.3 Generell rekkefølge på bygging

Det er vurdert at generell rekkefølge på bygging er:

- 1- Beskytning av elven etter evt. krav fra miljø
- 2- Graving for bygging av landkar
- 3- Bygging av landkar
- 4- Bygging av plastring langs elvesider og elvebunn
- 5- Montasje av stålkonstruksjon for overbygningen
- 6- Montasje av prefabrikkert dekkeelementer og støpning for etablering av kontinuitet
- 7- Montering av rekkverk og asfaltering

5.10 HMS i byggeperioden

Brualternativene baserer seg på anerkjente byggemetoder og konstruksjonsprinsipper. Det anses derfor ikke nødvendig å iverksette noen spesielle HMS-tiltak for disse konstruksjonene, ut over det som er vanlig for bygging av slike konstruksjoner.

5.11 Anbefalinger til valg av konsept

Som oppsummert i kap. 0 er samvirkebjelke billigste bruløsning. Denne løsningen svarer godt til alle funksjonsbehov. På grunn av lav veglinje og skrå elvekryssing, forholder denne løsningen seg ugunstig til omliggende terreng.

Nettverksbuebruene forholder seg bedre til veglinje og eksisterende terreng grunnet en slankere konstruksjon. Vurderingen i forprosjektet er at denne løsningen bruker mindre stål og betong, og er sånn sett noe gunstigere med tanke på bærekraft.

Sammen med funksjon, sikkerhet og pris har også estetikken og samspillet med terrenget en betydning. Samvirkebjelkebru er vurdert til å ha ca. 10% lavere kostnad enn løsning med nettverksbue, men nettverksbuebru forholder seg betydelig bedre til omliggende terreng og har et bedre estetisk uttrykk. Det er derfor vurdert at løsningen med nettverksbuebru oppfyller disse behovene på mest tilfredsstillende måte.

Med bakgrunn i nye forutsetninger om en mer robust løsning, med forventet lave vedlikeholdskostnader, samtidig som det er blitt aktuelt med søyle i elven, vurderes det at en spennarmert betongplatebru med to spenn er et godt alternativ.

Sett bort fra behov for pelefundament, er løsningen prisgunstig. Søyle i elven og tilpasning med skrå landkar gjør det mulig med en optimalisering av bruens totallengde.

Relativt lange utkrager i overbygning, sammen med innføring av sparerrørene i bjelke er bærekraftig tiltak for de bidrar til en reduksjon av vekt og betong, og en besparelse av slakk- og spennarmering, og material i andre bruelementer (f.eks. lager).

6 Referanser

Håndbøker Statens Vegvesen:

- [1] N400 – Bruprosjektering. Håndbok, Statens vegvesen, 2022.
- [2] N100 – Veg og gateutforming, Håndbok, Vegdirektoratet, versjon sendt Samferdselsdept. Med datering 22.06.2021.
- [3] N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr. Håndbok, Statens vegvesen, 21.12.2022
- [4] R762 – Prosesskode 2, standard beskrivelsestekster for bruer og kaier. Håndbok, Vegdirektoratet, 2018.
- [5] NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2008 – Eurokode 1: Laster på konstruksjoner, Del 1-1: Allmenne laster. Tetthet, egenvekt, nyttelaster i bygninger.
- [6] NS-EN 1991-2: 2003+NA:2010 – Eurokode 1: Laster på konstruksjoner, Del 2: Trafikklaster på bruer. Standard Norge. Inklusiv rettelsesblad 2003/AC:2010
- [7] NS-EN 1992-1-1:2004+A1:2014+NA:2021 – Eurokode 2 Prosjektering av betongkonstruksjoner, Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger. Standard Norge
- [8] NS-EN 1992-2:2005+NA:2010 – Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner, Del 2: Bruer. Standard Norge. Inklusiv rettelsesblad 2005/AC:2008
- [9] Vorlesungen über Massivbau, Sechster teil. Fritz Leonhardt 1979
- [10] Steel – Concrete Composite Bridges. Sustainable Design Guide. Sétra, 2010
- [11] Byggekostnadsindeks for veganlegg. SSB, 2022. *Hentet 06.03.2023*
(<https://www.ssb.no/statbank/table/08662/tableViewLayout1/>)