



Byggeplan
UVB Vestfoldbanen

Teknisk notat brualternativ Vassbotn bru

02A	Bearbeidet etter innspill fra JBV	28.06.2011	BAL	NHH	JET
01A	Komprimert og supplert	01.06.2011	BAL	NHH	JET
00A	Utgitt	08.04.2011	BAL	NHH	JET
Revisjon	Revisjonen gjelder	Dato:	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
Tittel UVB Vestfoldbanen KONSTRUKSJON Teknisk notat brualternativ Vassbotn bru		Antall sider: 18			
		Utarbeidet av:	Reinertsen AS		
					
		Erstatning for			
		Erstattet av			
Prosjekt nr: 220 0036		Dokumentnummer:		Revisjon	
Parsell: 12.1 Farriseidet – Telemark grense				02A	
 Jernbaneverket		Drifts dokumentnummer:		Revisjon drift:	

Innholdsfortegnelse

INNLEDNING	3
1. KONKLUSJON, SAMMENDRAG OG ANBEFALING	3
2. VASSBOTN BRU – ARKITEKTONISK VURDERING	4
2.1 FORMINGSIDEOLOGI.....	4
2.2 BRUAS FORHOLD TIL OMGIVELSENE.....	4
2.3 BRU OG OMRÅDETYPE.....	4
2.4 BRUANLEGGETS SITUASJON	4
2.5 TRAFIKANTENES OPPLEVELSE AV BRUA.....	5
3. FRITT FRAMBYGG BRU	5
3.1 BYGGEMETODE.....	5
3.2 DRIFTS –OG VEDLIKEHOLDSVURDERING	7
3.3 OMLEGGING AV E18	7
3.4 KOSTNADSVURDERING KONSTRUKSJON	7
4. BUEALTERNATIVET	9
4.1 BYGGEMETODE.....	9
4.2 DRIFTS –OG VEDLIKEHOLDSVURDERING	10
4.3 KOSTNADSVURDERING	10
5. LIVSLØPKOSTNADER	12
6. TEGNINGER OG ILLUSTRASJONER	14
7. REFERANSER	18

Utbygging Vestfoldbanen	Teknisk notat brualternativ Vassbotn bru	Dok.nr.: Dato: 28/06/2011 Rev.: 02A Side: 3 av 18
-------------------------	---	--

Innledning

Det er i byggeplanfasen vurdert to brutyper over Vassbotn.

- Fritt frambygg bru(FFB), brutypen er mye benyttet for vegbruer og også benyttet for jernbanebruer. Største spennvidde for dette alternativet er om lag 166.5m. Referanseprosjekt for dobbeltsporet jernbanebru er Hølendalen bruer, bygget 1994-95. Hølendalen jernbanebru har største spennvidde om lag 128m.
- Buebru. Dette alternativet er den buebruen i stål som ble presentert og valgt i detaljplanen. Dette er en bue-/ fagverksbru med parallelle buer i stål med brubjelke i betong.
- Bjelkebrualternativet ble forkastet i detaljplanfasen da det ikke var ønskelig med brufundamenter i vannet

Spor for jernbanen over Vassbotn ligger i svak vertikal stigning fra øst mot vest (4.05 ‰), og i horisontalplanet følger sporet en konstant krumning (R=4000m) fra øst og et stykke ut over Vassbotn før sporet går i overgangskurve (klotoide). Rekkverk, støyskjermer, avrenning fra brubjelken og KL-master er vurdert å være relativt like for de to alternativene.

Det vises for øvrig til vedlagte figurer og illustrasjoner, samt supplerende informasjon om innhold i notatet i mail fra JBV av 29.04.2011.

1. Konklusjon, sammendrag og anbefaling

Estetisk

Rent estetisk vil en buebru passe bedre inn i landskapet enn en FFB-konstruksjon, og vil kunne være et element som øker det estetiske inntrykket i området.

For reisende med jernbanen gir FFB bru et fortrinn da denne ikke begrenser sikten ut av toget

Vedlikeholdsmessig

Vedlikehold av stålbuene er ansett som relativt omfattende arbeid. Overflatearealet av de 4 hovedbuene alene tilsvarer mer enn ca. 6 mål. Også ved bygging vil det være et omfattende program for korrosjonsbeskyttelse og flikking av stålkonstruksjonene

Kostnader

Ved valg av buebru vil brukostnadene for Vassbotn bru øke med om lag 40%.

Byggemetode

Ved bygging av buebru er det behov for støttekonstruksjoner i Hallevannet. FFB bru krever noe mer plass i underkant og det blir behov for å ta av mer fjell i skjæringen ved gamle E18.

Konklusjon

Kostnadene og det kompliserte vedlikeholdet for buebru er momenter som gjør at Jernbaneverket vanskelig kan forsvare denne brutypen. Usikkerheten som kommer med at brutypen ikke er alminnelig kjent for norske entreprenører veier også i negativ retning.

Utbygging Vestfoldbanen	Teknisk notat brualternativ Vassbotn bru	Dok.nr.: Dato: 28/06/2011 Rev.: 02A Side: 4 av 18
-------------------------	---	--

Halle vannets status som drikkevannskilde gir en byggemetode uten støttekonstruksjon i vannet fortrinn.

Det anbefales derfor å velge Fritt Frambygg Bru som brutype for Vassbotn til tross for at den ikke vil gi den samme estetiske gevinsten som buebru.

2. Vassbotn bru – arkitektonisk vurdering

2.1 Formingsideologi

Det finnes ulike hovedretninger av formingsideologier for utforming av bruer, hver med ulike krav og idealer. For eksempel kan det skilles mellom ”bearbejdet bruer”, ”historiserende utforming”, ”konstruksjon som estetikk” og ”påpyntede bruer”. Ved Vassbotn vil det være naturlig å ta utgangspunkt i konstruksjon som estetikk, der selve konstruksjonen utgjør estetikken og det statiske systemet optimaliseres for å oppnå spenstige, elegante og dristige konstruksjoner.

2.2 Bruas forhold til omgivelsene

Plassering av Vassbotn bru er et direkte resultat av linjevalget for jernbanen. Den krysser over Halle vannet tilnærmet vinkelrett på vannkanten. Dette er et anerkjent prinsipp som gir den beste estetiske løsningen i forhold til landskapet samtidig som det gir den korteste og dermed billigste løsningen.

Det foreliggende materialet er ikke tilstrekkelig til å vurdere bruas møte med landskapet. Terrengbehandlingen er en vesentlig faktor for resultatet.

2.3 Bru og områdetype

Vassbotn bru ligger i et område med spredt bebyggelse. Det er landskapet og ikke bebyggelse som dominerer synsinntrykket. Brua er en del av jernbanen, samtidig som den vil ha en egenverdi og kan fremstå som en skulptur i landskapet.

2.4 Bruanleggets situasjon

Vassbotn bru er en bru i en serie bruer. Det er da viktig å avstemme karakteren for bruene i forhold til hverandre. Bruer er sterke visuelle elementer som gir en strekning eller et anlegg sin karakter. Det er behov for en sammenheng og felles logikk i måten bruene løses på for å få et estetisk vellykket resultat. Dette gjelder både konstruksjonsvalg og detaljering – for eksempel landkar, pilarer og rekkverk.

FFB-varianten skiller seg ikke påfallende fra de øvrige bruene langs parsellen og er slik sett mer i harmoni med disse. Ved å bygge en buebru over Vassbotnfjorden vil en få markert at dette brustrekket er det lengste på parsellen og brua vil kunne bli signaturkonstruksjonen på strekningen.

Utbygging Vestfoldbanen	Teknisk notat brualternativ Vassbotn bru	Dok.nr.: Dato: 28/06/2011 Rev.: 02A Side: 5 av 18
-------------------------	---	--

2.5 Trafikantenes opplevelse av brua

Vassbotn bru vil bli sett fra mange ulike synsvinkler og situasjoner. Dette stiller krav til bruas utforming. Trafikanter som passerer under brua vil få en annen opplevelse enn de som reiser med tog over brua. Bruas forhold til omgivelsene, hovedform, konstruksjon og terrenget er de viktigste elementene for den første opplevelsen av brua. I det man passerer under brua vil også bruas underside, detaljer og finesser kunne oppfattes, dersom hastigheten er lav nok. Situasjonen rundt Vassbotn bru tilsier imidlertid at disse forholdene sjelden vil bli oppfattet. Uten tiltak som en større omlegging av veien vil de som passerer på dagens E18 under brua på vestsiden kunne få en opplevelse av konflikt mellom veg og brupilar. Dette fordi trafikanten vil oppleve at pilaren blir stående midt i vegen. Konflikten vil sannsynligvis også vises i form av skjemmende inngrep i landskapet under brua.

Utformingen som vist for FFB-varianten visker ut skillet mellom bru og øvrig jernbanestrekning for togpassasjerene. På en strekning med stor variasjon mellom tunneler og åpne partier i kupert landskap kan buene i buebrua oppleves som forstyrrende. Utforming av rekkverk og støyskjerming vil uansett hvilket brualternativ som velges være avgjørende for de reisendes opplevelse av landskapet ved passering over Vassbotn bru.

3. Fritt frambygg bru

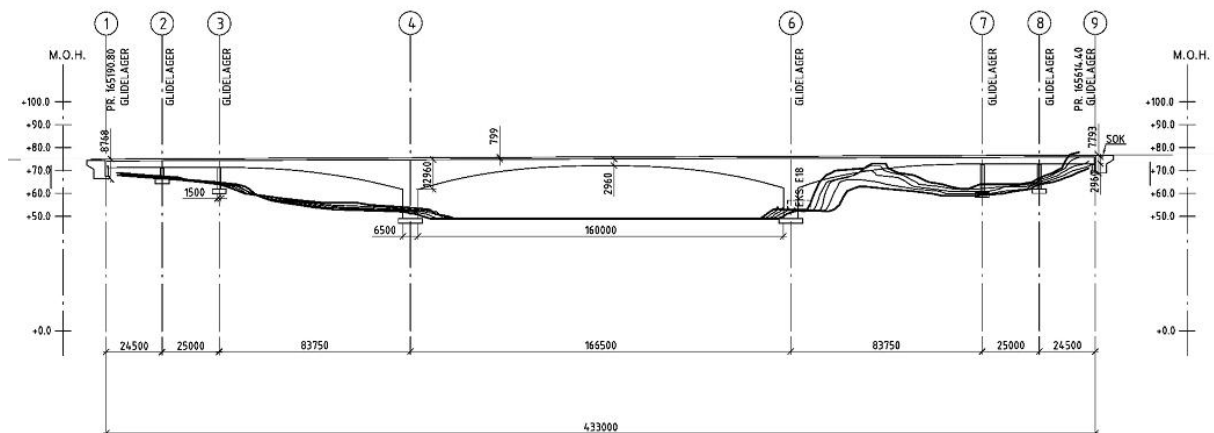
3.1 Byggemetode

Bygging av FFB er velkjent og det finnes flere aktører i det norske byggemarkedet for denne brutypen, det anses derfor sannsynlig at man oppnår en konkurransefordel prismessig sammenlignet med buealternativet. Dette selv om valgt søylekonsept her ikke er det mest vanlige for FFB, og at spennvidden vil bli den største i landet for dobbeltsporet jernbane.

Fundamenteringsprinsippene er forelagt og diskutert med NGI, FFB alternativet har større vertikallast og moment overført til fundamentnivå enn buealternativet. Leirinnhold i bergmassen kan gjøre injisering av fjellet vanskelig, alternativet er da lange fjellstag til bedre bergkvalitet. Fra konstruksjonssynspunkt er det ønskelig å senke fundamentnivået for kassesøylen, fra NGI's side er dette vurdert som uheldig da fjellkvaliteten er bedre i øverste lag.

Det er aktuelt også å vurdere alternative fundamenteringsmetoder grunnet dårlig fjellkvalitet. Tillatt grunntrykk mot fjellet er redusert grunnet de dårlige prøveresultatene, dette medfører større nødvendige fundamentflater enn det som er vist på tegninger per dags dato. Dette gjelder imidlertid for begge alternativ.

Foreslått konsept er vist på Figur 3.1.



Figur 3.1 System FFB Alternativ 1 Vassbotn

På hver side av Vassbotn vil det bli bygd pilarer/søyler. Valg av søylekonsept er viktig for denne brutypen, fordi dette vil styre opptak av horisontalkrefter og langsgående bevegelser i bru, bevegelser hovedsakelig grunnet temperatur, kryp og svinn.

Et mulig søylekonsept vil være å lage søylene ved Vassbotn stive, her er valgt å forme disse som en stiv kasse. Den ene søylen er fast forbundet med brubjelken, mens den andre søylen er forbundet med brubjelken med glidelagre med sideveis styring. Dette medfører at tvangsmomenter fra svinn, kryp, forspenning og temperatur minimeres. Den ene søylen må derfor ta alle horisontalkrefter i bruens lengderetning, eksempelvis brems- og akselerasjonskrefter samt friksjonskrefter i tillegg til jordskjelvkrefter. I tillegg vil samme søyle trekke på seg momenter fra skjev trafikklast o.a.

Dette søylekonseptet innebærer imidlertid behov for midlertidig fastholding av brubjelken i lengderetning i byggetilstanden på en søyle, slik at tilstrekkelig stivhet og styrke for egenlast og vindlast ivaretas. Videre innebærer et slikt konsept geometriske krav til adkomst, jekke- og vedlikeholdsaktiviteter for glidelagrene. Etter etablering av kontinuerlig bjelkesystem i overbygningen fjernes fastholdningene og overbygningen får da bevegelsesfrihet mht. svinn, kryp og temperatur.

Sideveis støttes overbygningen av alle søyler/skiver samt landkar.

Fundamenter for søyler bygges først, deretter kan søylene bygges med klatreforskaling over fundamentet. Kassesøylen som danner fastpunkt forspennes, og fundamentet sikres med fjellstag.

På søyletopp bygges et søylehode på stillas festet til brusøylen. Overbygningen bygges seksjonsvis og balansert ut fra søylehodet med to stk forskalingsvogner. Brubjelketverrsnittet reduseres for hver seksjon utover kragarmen, slik at forskalingen tilpasses ved hvert flytt. Her er benyttet tocelle kassetverrsnitt, for å oppnå tilstrekkelig sideveis stivhet. Forskalingsvogner er bredere enn de vognene som vanligvis benyttes ved FFB for vegbruer. Det er planlagt med avtrapping av spennarmering i brubjelkens overkant utover i spennet, for bjelkens underkant legges det inn spennarmering med størst antall spennkabler i feltmidt. Kontinuitet oppnås ved

Utbygging Vestfoldbanen	Teknisk notat brualternativ Vassbotn bru	Dok.nr.: Dato: 28/06/2011 Rev.: 02A Side: 7 av 18
-------------------------	---	--

sammenkobling og forspenning av de motstående krag- og bjelkearmer. Mot landkar og øvrige understøttelser bygges lagre med glid i bruas lengderetning.

I primo mai 2011 er det foretatt en optimalisering av vekt og tverrsnittsutforming av brubjelken. Topplaten har fått en mer tilpasset utforming, og brutto bjelkehøyde er redusert med 0.37m generelt. I tillegg er benyttet en mer krummet kurvatur på bjelkens underside, som gir et "løft" på maksimalt ca. 0.67m. Denne optimaliseringen er et positivt bidrag til bruestetikken.

I det videre prosjekteringsarbeidet vil alternative løsninger for søylesystemet bli ytterligere undersøkt.

3.2 Drifts –og vedlikeholdsvurdering

Betongruer med riktig valg av bestandighetsklasser og overdekning er i utgangspunktet drifts- og vedlikeholdsvennlige. Vedlikehold av lagre vil være en ikke ubetydelig arbeidsoperasjon. En FFB bru har ingen bærende konstruksjoner over SOK(skinne overkant), som er en fordel sammenliknet med bualternativet.

3.3 Omlegging av E18

De forutsetningene som er lagt til grunn ved prosjektering av omleggingen er:

Veibredde 2 x 3,5m + 2, 0,5 m skulder. Veggen er dimensjonert for 60 km/t mht. stoppsikt. Dvs i forhold til breddebehov i innerkurve mot fjellskjæring($R_{min}=120m$, hbok 017 sier 150 m). Minste horisontalradius er formelt mindre enn anvist for H1/H2-vei i hbok 017, men eksisterende vei har ca. $R_{min}=120m$ i området. Ny avkjørsel for bolig er også medtatt.. Omlagt vei er beholdt på omtrent samme kotenivå som dagens E18. Drens- /ov-system langs veg er medtatt. Ny vegbelysning er medtatt i tillegg til støyskjerming av bolig(forutsetter at flytting av vei medfører krav om støyskjerming).
Entrepreniskostnader er beregnet.

Følgende faktorer er ikke medtatt:

Innløsning av eiendom og omlegging av eventuell eksisterende kabler(med unntak av veglys). Grunnerverv og omregulering og omlegging av eventuell eksisterende VA og kabler/linjer. Spesielle sikringstiltak i fjellskjæring og eventuelle sikringstiltak ved eiendom/bolighus er heller ikke medtatt. Eventuelt mur ved eiendom/bolighus(pga nærhet og usikkerhet omkring grunnforhold/fjellforhold) er også holdt utenfor dette.

Entrepreniskostnad for ombygging av (eksisterende) E18 ved akse 6 er anslått til ca. 7 mill NOK for FFB-alternativet.

3.4 Kostnadsvurdering konstruksjon



Kostnadsoverslaget er utført på prosessnivå. Mengder er beregnet ut fra dimensjoner fastlagt ved overslagsdimensjonering i forprosjektfasen. Enhetspriser er innhentet fra entreprenører vedrørende grunn- og betongarbeider, entreprenørene er også benyttet for innspill til montasjeteknikk o.a.

Utbygging Vestfoldbanen	Teknisk notat brualternativ Vassbotn bru	Dok.nr.: Dato: 28/06/2011 Rev.: 02A Side: 8 av 18
-------------------------	---	--

Delvis er benyttet erfaringspriser fra tilsvarende arbeider. Resultatene fra fjellkvalitetsregistreringene er vurdert og ivaretatt i kostnadstallene.

Beregnet kostnad er entreprisestkostnad eksklusive merverdiavgift. Prisenivå er april 2010, og kostnad for FFB Alternativ 1 er beregnet til om lag 280 mill NOK.

Tabellen under viser entreprisestkostnadene sammenstilt.

		OPPDRAGSGIVER :  Jernbaneverket			TEGNING NR. : UVB-21-K-21040	
OPPDRAG : Modernisering av Vestfoldbanen Dobbelspor 12.1 Farriseidet - Telemark grense K04 - VASSBOTN BRU-FFB		OPPDRAGSNR.: 2200036		DATO: SIGN: TR		
Sammenstilling		ENDRET DATO: SIGN:				
ELEMENT	BESKRIVELSE	ENHET	MENGD	ENH.PRIS KR	KOSTNAD KR	
A1	Forberedende og generelle arbeider				64 523 000	
A2	Ikke bruarbeider i fm bruer				2 500 000	
L1	Landkar akse 1				2 092 000	
L9	Landkar akse 9				2 159 000	
A2	Pilar akse 2				1 617 000	
A3	Pilar akse 3				2 016 000	
A7	Pilar akse 7				2 422 000	
A8	Pilar akse 8				2 154 000	
Bru	Fritt FremBygg bru				192 135 000	
C91	Sammenkobling brudelene				117 000	
G0	Bruutstyr				7 863 000	
1 ENTREPRISEKOSTNAD:					Sum: 279 598 000	

Tabell 3.1 Entrepriisekostnader FFB Alternativ 1 Vassbotn

Samlet estimat entreprisekost for dette alternativet inklusive veiombyggingen som beskrevet i foregående kapittel er derfor **287** mill NOK.

4. Buealternativet

4.1 Byggemetode

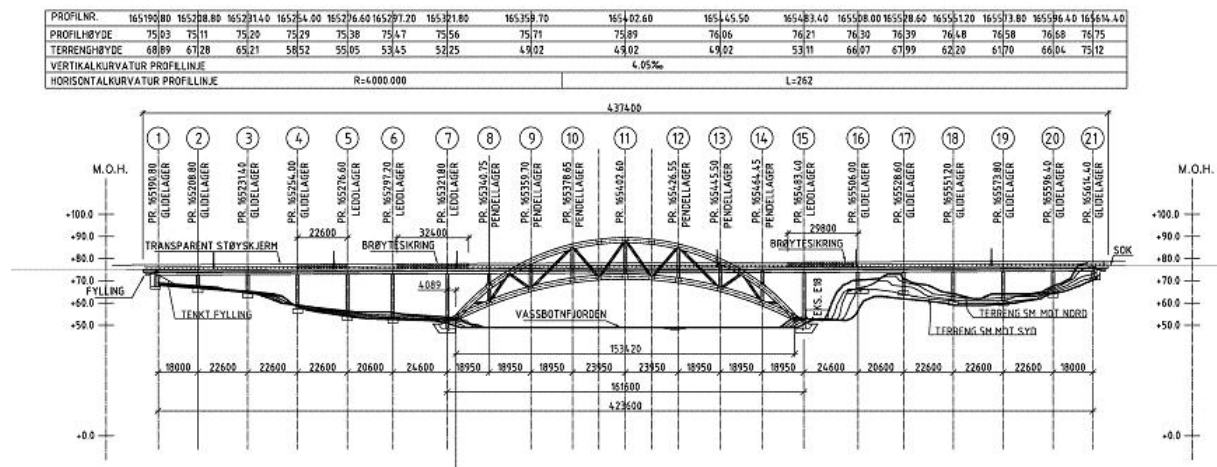
Buealternativet er basert på 2 plane buefagverk forbundet med horisontale fagverk i stål over Vassbotn. Øvrig underbygging med skiver og landkar i betong, overbyggingen bygges som en kontinuerlig bjelke i betong over 20 spenn.

Bygging av en slik buebru med til dels store tverrsnitt har sannsynligvis et noe begrenset antall aktører i det norske byggemarkedet. I dagens marked er bl.a. kineserne aktive på store stålkonstruksjoner.

Det er noe usikkerhet forbundet med denne konstruksjonstypen, det er begrenset erfaring med bygging av en slik stålboekonstruksjon for norske jernbanebruer

Byggemetoden er her basert på etablering av fundamenter først, deretter montasje av øvre buehalvdel, som tjener som stativ for montasje av øvrige ståldeler. Det poengteres allikevel relativt stort plassbehov for mellomlagring av stålelementer, samt bruk av midlertidig konstruksjon og lektre for montasje i Vassbotn. Det bygges altså en pælefundamentert midlertidig dekkekonstruksjon ved buemidtd for å lette montasje av stålelementene.

Valgt konsept er vist på Figur 4.1.



Figur 4.1 System Buebru Alternativ 2 Vassbotn

Fundamenteringsprinsippene er vurdert av NGI, bue alternativet krever overført større horisontalkraft mot fundamentet grunnet buevirkningen.

Utbygging Vestfoldbanen	Teknisk notat brualternativ Vassbotn bru	Dok.nr.: Dato: 28/06/2011 Rev.: 02A Side: 10 av 18
-------------------------	---	---

4.2 Drifts –og vedlikeholdsvurdering

Den store stålbuekonstruksjonen er komplisert vedlikeholdsmessig, ved vedlikehold av korrosjonsbeskyttelsen er det meget store arealer som skal dekkes. Overflatearealet av de 4 hovedbuene alene tilsvarer mer enn ca. 6 mål. Også ved bygging vil det være et omfattende program for korrosjonsbeskyttelse og flikking av stålkonstruksjonene.

4.3 Kostnadsvurdering



Kostnadsoverslaget er utført på prosessnivå. Mengder er beregnet ut fra dimensjoner fastlagt ved overslagsdimensjonering i detaljprosjektfasen. Enhetspriser er innhentet fra entreprenører vedrørende grunn- og betongarbeider samt stålarbeider, entreprenørene er også benyttet for innspill til montasjeteknikk o.a.

Delvis er benyttet erfaringspriser fra tilsvarende arbeider.

Beregnet kostnad er entreprisekostnad eksklusive merverdiavgift. Prisnivå er april 2010, og kostnad for bualternativet er beregnet til om lag **382 mill NOK**.

Tabellen under viser entreprisekostnadene sammenstilt.

Utbygging Vestfoldbanen	Teknisk notat brualternativ Vassbotn bru	Dok.nr.: Dato: 28/06/2011 Rev.: 02A Side: 11 av 18
-------------------------	---	---

		OPPDRAGSGIVER:  Jernbaneverket			TEGNING NR. : UVB-21-K-21040	
OPPDRAG : Modernisering av Vestfoldbanen Dobbeltspor 12.1 Farriseidet - Telemark grense K04 - VASSBOTN BRU		OPPDRAGSNR.: 2200036		DATO: 30.04.2010 SIGN: TR		
Sammenstilling		ENDRET DATO : SIGN :				
ELEMENT	BESKRIVELSE	ENHET	MENGDE	ENH.PRIS KR	KOSTNAD KR	
A1	Forberedende og generelle arbeider				88 107 000	
A2	Ikke bruarbeider i fm bruer				2 500 000	
B2	Peler				5 500 000	
C11	Landkar akse 1				1 672 000	
C121	Landkar akse 21				1 737 000	
C22	Pilar akse 2				865 000	
C23	Pilar akse 3				1 010 000	
C24	Pilar akse 4				1 496 000	
C25	Pilar akse 5				1 536 000	
C26	Pilar akse 6				1 481 000	
C27	Pilar akse 7				5 035 000	
C215	Pilar akse 15				5 386 000	
C216	Pilar akse 16				1 994 000	
C217	Pilar akse 17				954 000	
C218	Pilar akse 18				1 229 000	
C219	Pilar akse 19				1 255 000	
C220	Pilar akse 20				1 217 000	
D2	Brubjelke				50 411 000	
D6	Stålfagverk				194 608 000	
C91	Sammenkobling overbygning/stålkonstruksjon				701 000	
C92	Fundament				5 500 000	
G0	Bruutstyr				7 601 000	
1	ENTREPRISEKOSTNAD:			Sum:	381 795 000	

Tabell 4.1 Entrepriisekostnader Buebru Alternativ 2 Vassbotn

Utbygging Vestfoldbanen	Teknisk notat brualternativ Vassbotn bru	Dok.nr.: Dato: 28/06/2011 Rev.: 02A Side: 12 av 18
-------------------------	---	---

De dårlige resultatene fra fjellboringene er grovt anslått til en kostnadsøkning på **8** mill NOK. Samlet estimat entreprisestkostnader for dette alternativet er derfor **390** mill NOK.

5. Livsløpkostnader

Tabell 5.1 under viser enkle estimater for livsløpskostnader og årskostnader for de to alternativene. Det er benyttet en realrente på 7% årlig, typisk for offentlige prosjekter. Brukstiden er 100 år, og det er antatt større behov for vedlikehold 1 gang per 20 år. For FFB bru kan dette dreie seg om overflateroperasjoner, påføring av antigrafitti, lagervedlikehold etc. For buebru kan vedlikeholdet omfatte vedlikehold av overflatebehandlingen på stålet, denne må forventes å være et omfattende og komplisert arbeid i tillegg til vedlikehold av lagre, betongvedlikehold etc. Det er antatt noe høyere restverdi for stålbru enn FFB (ombruk stål). Livsløpkostnaden i det enkle oppsettet under er beregnet som summen av kapitalkostnaden og nåverdien av hvert enkelt års FDV kostnader samt nåverdien av restkostnaden etter 100 år (rivekostnad).

Årskostnaden er beregnet ved å multiplisere nåverdien med annuitetsfaktor.

Beregning av vedlikeholdskostnader innebærer nødvendigvis noen forenklinger. Det finnes for eksempel en god del dokumentasjon av vedlikeholdskostnader offentlig tilgjengelig for bruer som administreres av Statens Vegvesen. Disse historiske tall er nødvendigvis ikke direkte overførbare til JBVs bruer, slik disse prosjekteres og bygges i dag. Det nevnes spesielt at en god del av de eldre bruene til Statens vegvesen er beheftet med en god del skader grunnet liten overdekning og påfølgende armeringskorrosjon. JBVs bruer har overdekningskrav som kan være det doble av det som ble benyttet av Statens vegvesen tidligere.

For å vise følsomheten på livsløpskostnader og årskostnader er vedlikeholdskostnadene øket i Tabell 5.2 under. For stålbru er benyttet prosentatsats for vedlikehold tilsvarende en kombinert betong- og stålbru. For FFB bru er benyttet gjennomsnitt prosentatsats for vedlikehold av veibruer, ref. /2/,/3/. Følsomheten er som vist ca 6% for årskostnaden sammenlignet med verdiene i Tabell 5.1

Utbygging Vestfoldbanen	Teknisk notat brualternativ Vassbotn bru	Dok.nr.: Dato: 28/06/2011 Rev.: 02A Side: 13 av 18
-------------------------	---	---

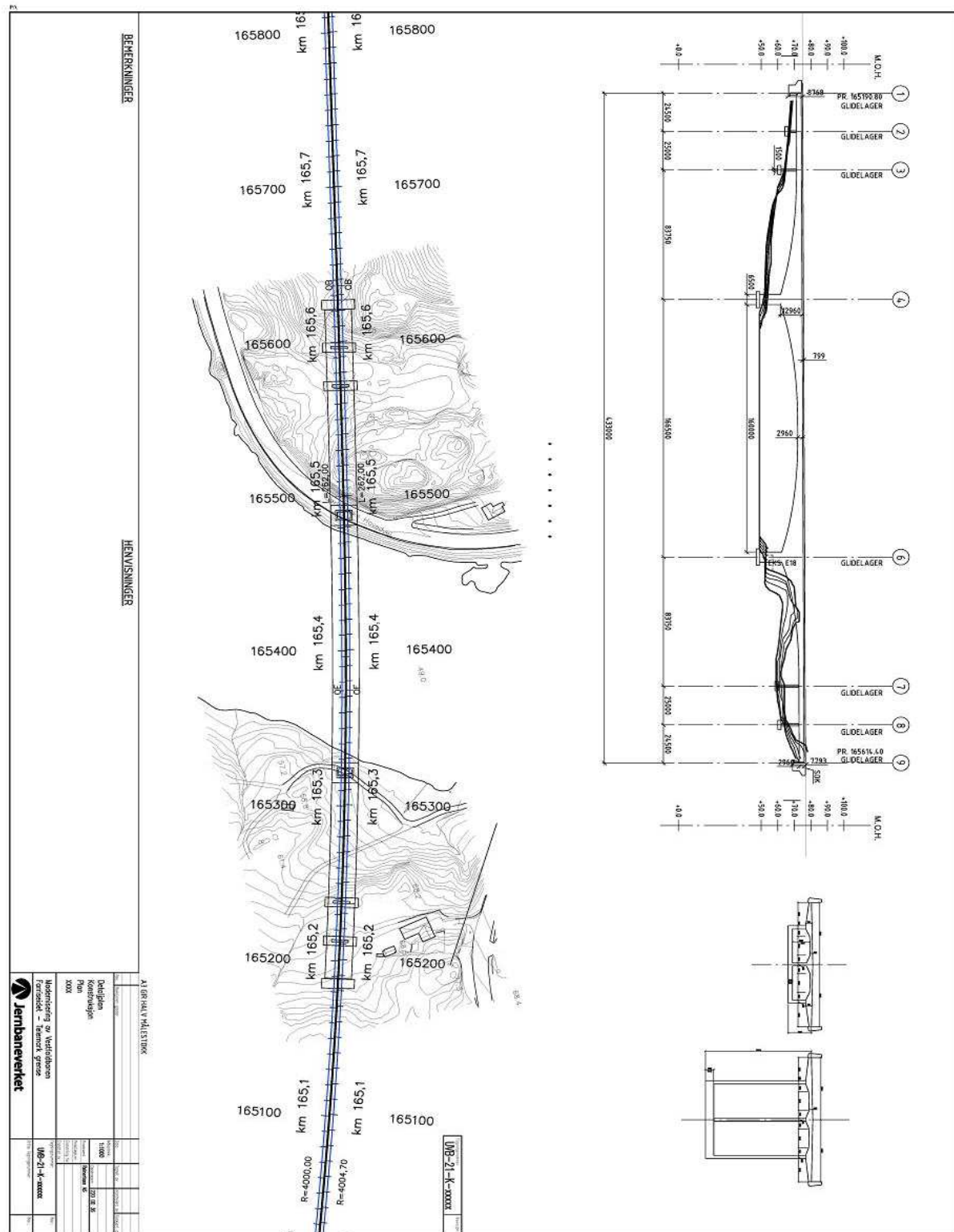
Brukstid	100	år	
Realrente	7	%	
ALTERNATIV :	BUE	FFB	
Entreprensekost	390	287	mill NOK 2010/04
FDV %	10	1	
Antall	5	5	
Restkostnad %	5	10	
Levetidskostnad 1	390	287	mill NOK
Levetidskostnad 2	10.08	0.74	mill NOK
Levetidskostnad 3	2.60	0.19	mill NOK
Levetidskostnad 4	0.67	0.05	mill NOK
Levetidskostnad 5	0.17	0.01	mill NOK
Levetidskostnad 7	0.02	0.03	mill NOK
Sum Levetidskostnad	403.55	288.03	mill NOK 2010/04
Årskostnad	28.28	20.19	mill NOK

Tabell 5.1 Levetids- og årskostnad brualternativer Vassbotn

ALTERNATIV :	BUE	FFB	
Entreprensekost	390	287	mill NOK 2010/04
FDV %	29	16	
Antall	5	5	
Restkostnad %	5	10	
Levetidskostnad 1	390	287	mill NOK
Levetidskostnad 2	29.23	11.87	mill NOK
Levetidskostnad 3	7.55	3.07	mill NOK
Levetidskostnad 4	1.95	0.79	mill NOK
Levetidskostnad 5	0.50	0.20	mill NOK
Levetidskostnad 7	0.02	0.03	mill NOK
Sum Levetidskostnad	429.26	302.96	mill NOK 2010/04
Årskostnad	30.08	21.23	mill NOK

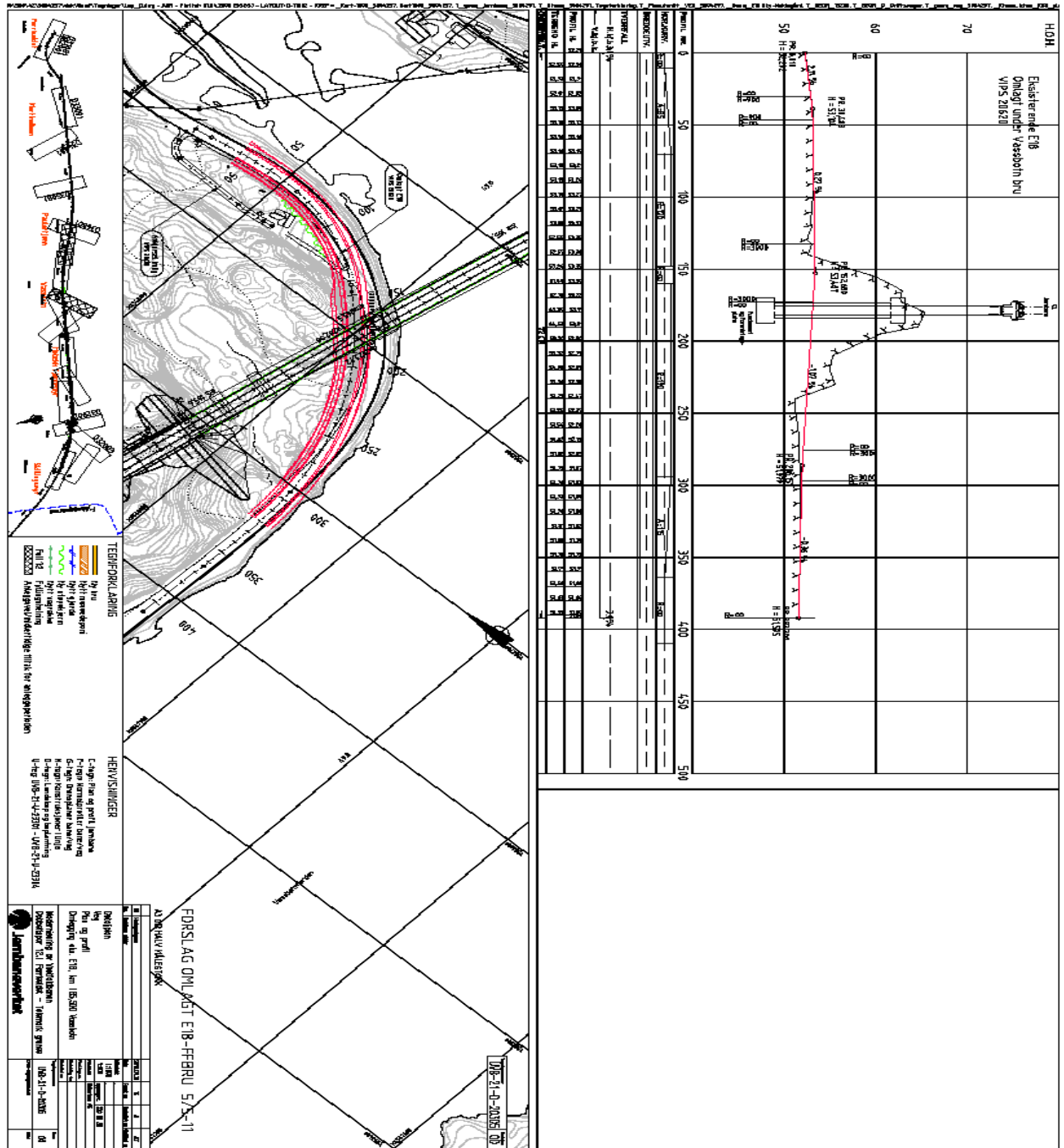
Tabell 5.2 Levetids- og årskostnad brualternativer Vassbotn-høyere vedlikeholdskostnader

6. Tegninger og illustrasjoner



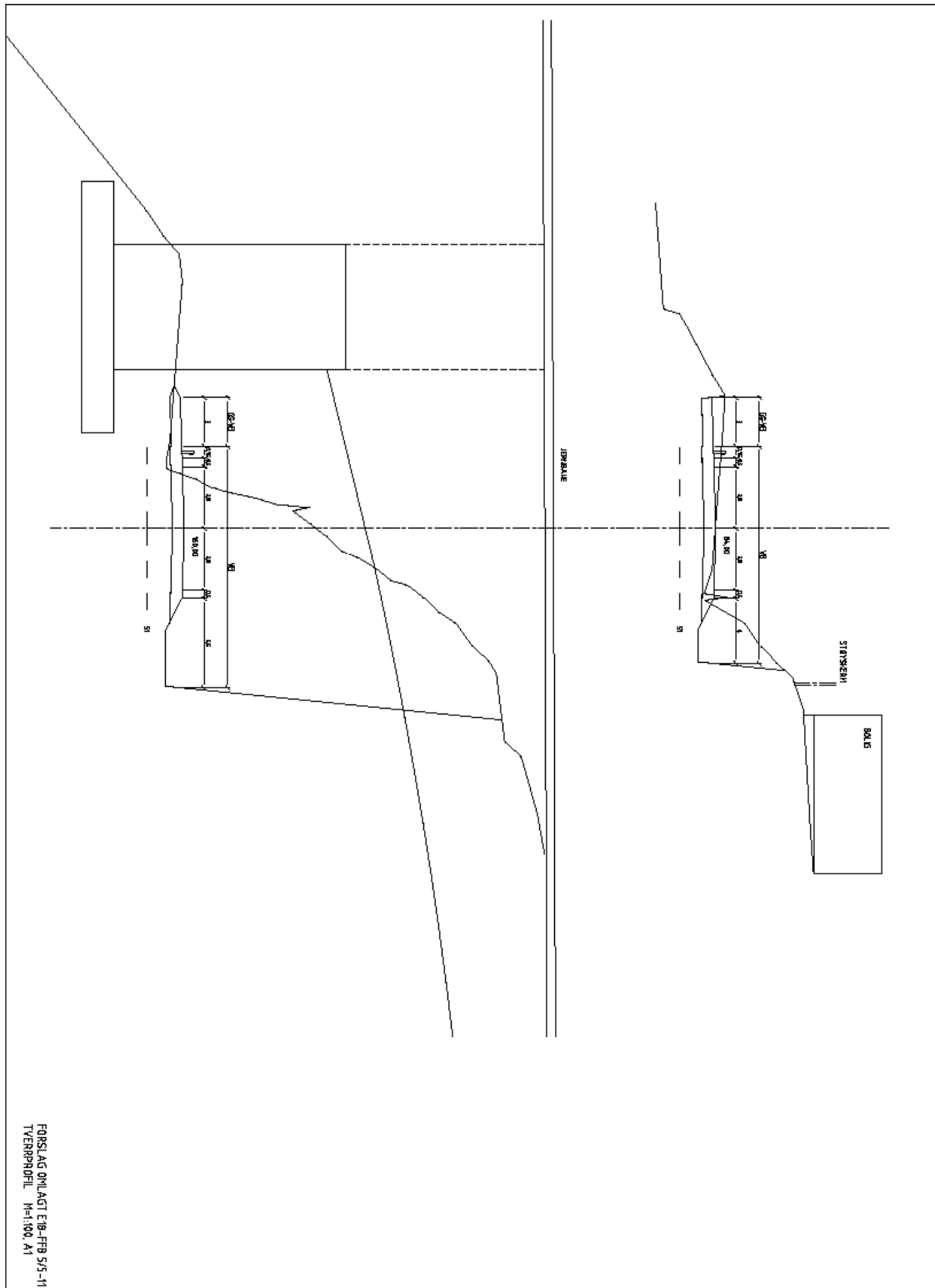
Figur 6.1 FFB Alternativ 1 Vassbotn

Teknisk notat brualternativ Vassbotn bru



Figur 6.2 Omlagging eks. E18- Alternativ 1 Vassbotn

Teknisk notat brualternativ Vassbotn bru



Figur 6.3 Forslag omlagt eks. E18- Tverrprofil- Alternativ 1 Vassbotn



Figur 6.4 Illustrasjon Alternativ 1 Vassbotn bru sett fra sør



Figur 6.5 Illustrasjon Alternativ 1 Vassbotn bru

7. Referanser

1. NS 3454. Livssyklus kostnader for byggverk. Prinsipper og struktur. 2.utg. mars 2000.
2. Ypsilon. Forprosjekt gangbru over Drammenselva. 05.11.05
3. Stensvold: Drift og vedlikehold av bruer. Høgskolen i Narvik. 25.04.2008.