



Ny Ala bru

Statens vegvesen region øst
E18 Hande – Øylo

Forprosjektrapport

Revisjonsoversikt

Rev	Beskrivelse	Dato	Utført av	Kontrollert av	Godkjent av
00	Første revisjon	24/04/2020	EHS	ANM	RR

Innhold

1	Sammendrag	4
2	Prosjekteringsgrunnlag	5
2.1	Innledning	5
2.2	Grunnlagsdokumenter	5
2.3	Beskrivelse av brusted	6
2.4	Befaring av eksisterende bru	7
2.5	Vegstandard	7
2.6	Flomberegninger	9
3	Brutype	10
3.1	Funksjonskrav /krav	10
3.1.1	Brukstid og kontrollklasser	10
3.1.2	Bestandighet	10
3.1.3	Fri høyde over vassdrag	10
3.1.4	Føringsbredde	10
3.1.5	Byggehøyde	11
3.1.6	Laster på konstruksjonen	11
3.2	Utforming	12
3.2.1	Alternativ 1: Betongplatebru	12
3.2.2	Alternativ 2: Betongbjelkebru	13
3.2.3	Alternativ 3: Trebru	13
3.3	Valgt brutype	14
3.3.1	Utforming	14
3.3.2	Utstyr	14
3.3.3	Bygging	14
4	Kostnadsestimat	15
5	Referanser	16
6	Vedlegg	16

Figurerer og tabeller

Figur 2-1: Brusted og dagens situasjon.	6
Figur 2-2: 05-1141 Ala bru, hentet fra Brutus.	6
Figur 2-3: Tverrprofil, vegbredde lik 8,5 meter.	7
Figur 2-4: Lengdeprofil for veglinjen langs brustedet, se C001.....	8
Figur 3-1: Illustrasjon av brutverrsnittet og flomnivå i vassdraget. Blå linje representerer flomnivået og grå linje er 0,5 m over flomnivå.	11
Figur 3-2: Betongplatebru, 04-1599 Digernes bru. Hentet fra Brutus.	12
Figur 3-3: Betongbjelkebru, 05-1756 Synna. Hentet fra Brutus.....	13
Figur 3-4: Bjelkebru med tverrspent plate, 04-1617 Grylla bru. Hentet fra Brutus.	13
Tabell 1: Kostnadsestimat nye Ala bru.	15

1 Sammendrag

Dette forprosjektet er utarbeidet på oppdrag fra Statens vegvesen region øst. Rapporten omhandler ny Ala bru med hensyn på utforming, bestandighet og kostnadseffektivitet. Forprosjektet skal benyttes videre ved utarbeidelse av byggeplan for konstruksjonen.

Nye Ala bru foreslås bygget som en slakkarmert betongplatebru, med en spennvidde lik 12,5 m. Bruplaten vil ha en maksimal byggehøyde på 1,0 meter. Overbygningen vil være monolittisk forbundet med endeskjørt og vingemur i begge bruendene. Fundamentering avklares nærmere når geotekniske/geologiske undersøkelser foreligger. Dagens bru er direktefundamentert på stedlige masser, og det er forventet at ny løsning ikke blir ulik, men det må bekreftes.

Entreprensekostnaden for ny bru er beregnet til 6,17 millioner kroner. Dette inkluderer ikke riving av eksisterende konstruksjon, midlertidig bru under byggefasen, spunting i elv, erosjonssikring eller fremtidige drift- og vedlikeholdskostnader. Detaljprosjektering og utarbeidelse av arbeidsgrunnlag er heller ikke medregnet i kostnadsestimatet.

2 Prosjekteringsgrunnlag

2.1 Innledning

På oppdrag fra Statens vegvesen er Brødrene Dokken, med AFRY som prosjekterende, tildelt gjennomføringen av prosjektet E16 Hande-Øylo. Prosjektet er en del av utbedringsprosjektet E16 Fagernes – Øylo, en strekning på totalt 42 km. E16 er en av hovedvegene mellom Oslo og Bergen og strekningen er ulykkesbelastet. Dagens veg har svært varierende standard og bredde, og hensikten med prosjektet er å øke fremkommeligheten og trafiksikkerheten langs strekningen.

Det er mange konstruksjoner langs strekningen, deriblant støttemurer, kulverter og bruer. Dette forprosjektet tar for seg ny Ala bru. Eksisterende Ala bru skal byttes, da den ikke tilfredsstillt krav til ny føringsbredde langs parsellen. En befaring av dagens bru avdekket også en del skader og svakheter ved konstruksjonen, noe som vanskeliggjør gjenbruk av brua. Eksisterende Ala bru ble bygget i 1979 og er en betongsplatebru, med et spenn på 12,5 meter.

2.2 Grunnlagsdokumenter

Prosjektering av brua blir gjennomført i henhold til følgende håndbøker og standarder:

N100: Veg og gateutforming, 2019 [1]

N101: Rekkverk og vegens sideområder, 2013 [2]

V120: Premisser for geometrisk utforming av veger, 2019 [3]

V160: Vegrekkverk og andre trafiksikkerhetstiltak, 2016 [4]

V161: Brurekkverk, 2016 [5]

V220: Geoteknikk i vegbygging [6]

N400: Bruprosjektering, 2015 [7]

NS-EN 1990:2002+AI:2005+NA:2016: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. [8]

NS-EN 1991-1-3:2003+A1:2015+NA:2018: Laster på konstruksjoner. Snølast. [9]

NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009: Laster på konstruksjoner. Vindlast. [10]

NS-EN 1991-1-5:2003+NA:2008: Laster på konstruksjoner. Termiske påvirkninger. [11]

NS-EN 1991-2:2003+NA:2010: Laster på konstruksjoner. Trafikklast på bruer. [12]

NS-EN 1992-1-1:2004+A1:2014+NA:2018: Prosjektering av betongkonstruksjoner. [13]

Det foreligger et befaringsnotat for eksisterende konstruksjon, se kapittel 2.4. Flomberegninger for vassdraget under bru er omtalt i kapittel 2.42.5. Det foreligger foreløpig ikke geoteknisk rapport for massene rundt konstruksjonen.

2.3 Beskrivelse av brusted

Brustedet ligger i enden av parsellen, like ved Øylo. E16 er en viktig ferdselsåre mellom Oslo og Bergen og tungtrafikksandelen langs strekningen ligger på 15 % i dag. Fremtidig og dimensjonerende ÅDT er lik 1455 (2043) og fartsgrensen er lik 80 km/t.

Brustedet ligger i et kupert terreng, med fjell på den ene siden og elva Begna på den andre siden. Ala vassdrag krysser under brua, og renner ut i Begna. Dagens situasjon er vist på Figur 2-1 og brustedet er markert med rød sirkel.



Figur 2-1: Brusted og dagens situasjon.

Eksisterende bru er en betongsplatebru med et spenn på 12,5 meter. Bilde fra dagens situasjon er vist på Figur 2-2.



Figur 2-2: 05-1141 Ala bru, hentet fra Brutus.

Ny Ala bru skal bygges nær eksisterende bru. Det er ingen spesifikk føring på brutype for ny konstruksjon, annet enn at løsningen skal tilstrebe å være lik dagens løsning. Konstruksjonsdeler skal ikke plasseres i vassdraget/lysåpningen.

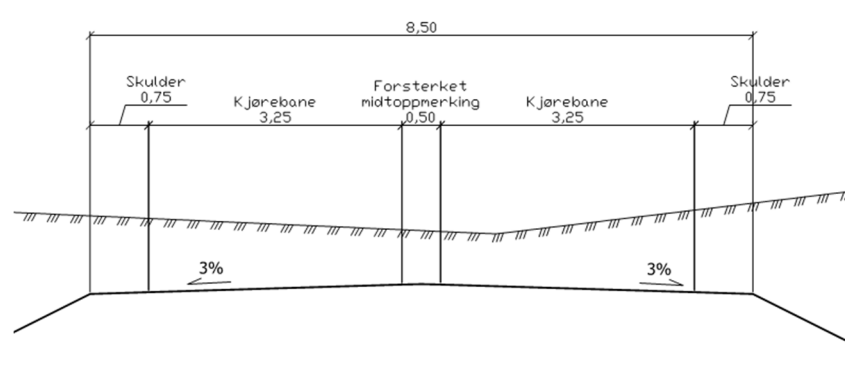
2.4 Befaring av eksisterende bru

AFRY gjennomførte en befaring av eksisterende konstruksjon desember 2019, se Befaringsnotat [14]. Konklusjonen ble at eksisterende bru ikke bør gjenbrukes, grunnet svakheter og skader på konstruksjonen.

Underbygningen til brua er i svært dårlig stand. Designet er også gammelt. Utgraving som følge av elveerosjon er tilfelle for begge landkarene. Samtidig er det store sprekker mellom fundament og landkarvegg i begge aksene, og det ser ut til å være manglende kontakt mellom konstruksjonsdelene. Tilstanden for brua ble derfor vurdert som sårbar.

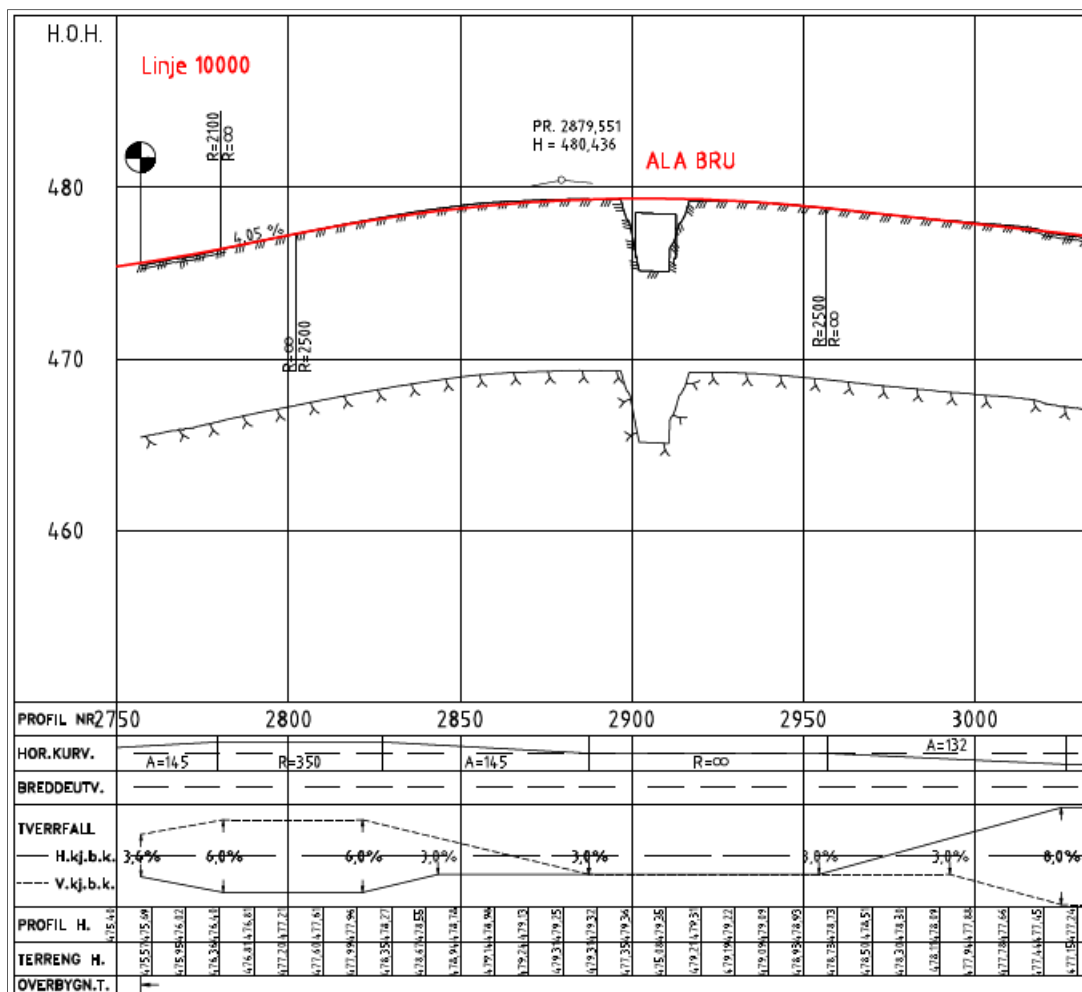
2.5 Vegstandard

E16 ved brustedet har en ÅDT lik 1455 (år 2043) og fartsgrense på 80 km/t. Vegen tilhører nasjonale hovedveger, noe som gir dimensjoneringsklasse H1 i henhold til N100, tabell C.1. Dimensjoneringsklasse H1 har skulderbredde lik 1,0 meter på hver side. Skulderbredden langs parsellen reduseres til 0,75 meter, og føringsbredden settes lik 8,5 meter. Fravik vedrørende skulderbredde er godkjent, se rapport Design Basis veg. Tverrprofil for vegen er illustrert på Figur 2-3.



Figur 2-3: Tverrprofil, vegbredde lik 8,5 meter.

Plan og lengdeprofil er fremgåar av vedlagte tegning, C001, og et utsnitt av lengdeprofil for brustedet er vist på Figur 2-4.



Figur 2-4: Lengdeprofil for veglinjen langs brustedet, se C001.

Overkant veglinje ved ny bru varierer mellom +479,31 moh og +479,36 moh, og brua har derfor en liten vertikalkurvatur. Brua skal utformes uten horisontalkurvatur. Tilpasninger gjøres ved slitelagsutforming.

Av hensyn til vannavrenning bør brua utføres med takfall. I henhold til V120, kapittel 4.1, skal rettstrekninger på 2-felts veger utformes med takfall på 3%, og dette blir gjeldene her.

2.6 Flomberegninger

Ala vassdrag ligger i Vang kommune i Innlandet og krysser E16 ved Ala bru. Det er gjennomført flomberegninger for vassdraget, se VA-rap. 01 [15], med simuleringer av både flomvannstand og vannhastighet under brua. Ved simulering er lysåpningen under brua satt lik 12 meter.

Fri høyde over vassdrag bestemmes slik at det er minst 0,5 meter klaring mot overbygningen ved beregnet vannstand for 200-års flom i henhold til N400 punkt 4.2.4. Maksimum flomvannstand ved 200 års-flom under Ala bru er +477,5 moh. Høyeste vannstand i elva, inkludert 0,5 meters klaring, blir da lik $+477,5 + 0,5 = +478$ moh. Dimensjonerende vannhastighet under brua er 5,26 m/s.

I rapporten anbefales det at underkant av overbygningen til brua ikke ligger under +478 moh. Denne kotehøyden inkluderer krav fra N400 på 0,5 meter klaring mellom høyeste vannstand og underkant bruoverbygning, samt en sikkerhetsmargin med hensyn til drivgods og is ved eventuell flom i elva.

3 Brutype

3.1 Funksjonskrav /krav

3.1.1 Brukstid og kontrollklasser

Dimensjonerende brukstid for bruer er lik 100 år i henhold til tabell 2.1 i NS-EN 1990 og punkt 1.1.6 i N400.

Brukonstruksjoner tilhører pålitelighetsklasse 3 i henhold til tabell NA.A1(901) i NS-EN 1990. Dette gir kontrollklasse 3 og utvidet kontroll kreves, se tabell NA.A1(902). Utførelseskontrollklasse 3 (utvidet kontroll) settes for konstruksjonen etter tabell NA.A1(903).

3.1.2 Bestandighet

Miljøpåvirkninger som kan få betydning for konstruksjonens bestandighet skal vurderes. Bruas nærhet til vassdraget vil kunne få betydning her, da brua vil utsettes for erosjon og eventuelle klorider fra vassdrag.

Inspeksjon av dagens bru [14] viser utgraving under landkar som følge av erosjon fra vassdrag. Erosjonssikring rundt landkar for ny konstruksjon bør derfor vurderes, spesielt om nye landkar plasseres likt som dagens landkar.

3.1.3 Fri høyde over vassdrag

I henhold til punkt 4.2.4 i N400 skal fri høyde over vassdrag bestemmes slik at det er minimum 0,5 meter klaring mot overbygningen ved beregnet vannstand for 200 års-flo. For beregning av minimum kotehøyde for underkant av bruoverbygningen, se kapittel 2.6 og 3.1.5.

3.1.4 Føringsbredde

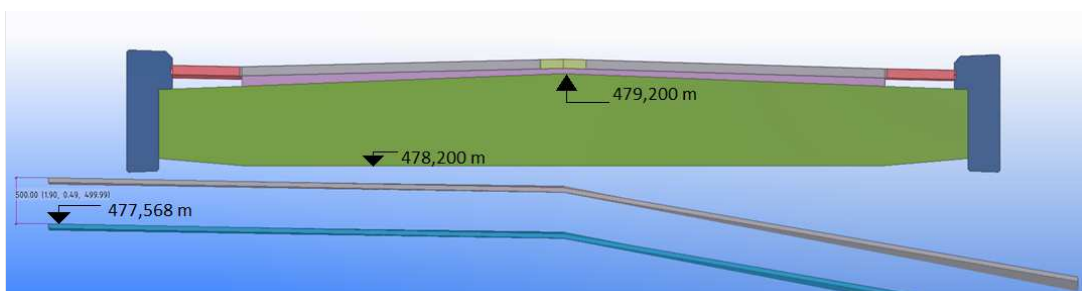
Brua skal ha samme føringsbredde som tilstøtende veg, og den settes lik 8,5 meter.

3.1.5 Byggehøyde

Siden prosjektert veglinje er førende for plassering av brua (og ikke motsatt), vil flomnivået i underkant og veglinjen i overkant avgrense høyden på nytt brutverrsnitt.

Flomberegninger gir at underkant av bruoverbygningen må ligge på minimum +478,0 moh. Veglinjen er lagt +479,2 moh. Dette gir en maksimal byggehøyde på 1,2 meter.

Figur 3-1 illustrerer flomnivået og brutverrsnitt for ny konstruksjon. Den blå linjen viser nivå for 200 års-flom og den grå linjen viser flomnivå + 0,5 meter klaring. Tykkelsen på brutverrsnittet i figuren er illustrativt satt lik 1,0 meter på midten. Underkanten av bruoverbygning ligger her på +478,2 moh. Ut fra figuren ser vi at vi har god margin og anser minimum kotehøyde +478,0 moh som akseptabel.



Figur 3-1: Illustrasjon av brutverrsnittet og flomnivå i vassdraget. Blå linje representerer flomnivået og grå linje er 0,5 m over flomnivå.

3.1.6 Laster på konstruksjonen

Brua dimensjoneres etter trafikklast i NS-EN 1991-2, samt forskrift for trafikklast på bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner i det offentlige vegnettet (trafikklastforskrift for bruer mm.). Brua skal også dimensjoneres for spesialtransport (LM3).

Landkarene må dimensjoneres for bæreevne og jordtrykk i henhold til Håndbok V220. Størrelse på passive jordlaster bestemmes når geoteknisk rapport foreligger. Overlast (nyttelast på jord) på overgangsplater og landkar bestemmes iht. Håndbok V220.

Egenlaster skal også medregnes. Dimensjonerende beleggsvikt for bruer med en spennvidde < 50 m er lik 3,5 kN/m² i henhold til tabell 5.1 i N400.

Øvrige laster, som for eksempel temperatur, må også vurderes. Dette er opp til detaljprosjekterende å kartlegge og utregne.

3.2 Utforming

Det er vurdert ulike brutyper for ny Ala bru, og de aktuelle alternativene presenteres under. Generelle betraktninger ved valg av brutype:

- Konstruksjonshøyden må være relativt lav grunnet nærhet til vassdrag og krav til frihøyde over vassdrag (maks byggehøyde på 1,2 m). Dette begrenser utformingen av brua og aktuelle brutyper.
- Brutypen bør være kostnadseffektiv.
- Spennvidden vil påvirke valg av brutype.
- Konstruksjonens bestandighet (miljøpåvirkninger, vedlikeholdsbehov, valg av bæresystem osv.) skal også hensyntas ved valg av brutype.
- Fundamenteringsforhold vil kunne påvirke valg av brutype, men vil være mindre relevant for denne konstruksjonen.

3.2.1 Alternativ 1: Betongplatebru

Alternativet er en slakkarmert betongplatebru i ett spenn. Lav konstruksjonshøyde vil gi en slank bru, noe som vil være en fordel med tanke på underliggende vassdrag og eventuelt drivgods i elva. Brua glir godt inn i landskapet og vil ikke bli særlig synlig. Et eksempel på en platebru er vist på Figur 3-2.



Figur 3-2: Betongplatebru, 04-1599 Digernes bru. Hentet fra Brutus.

Denne konstruksjonstypen er kostnadseffektiv og kan bygges direkte på brustedet.

3.2.2 Alternativ 2: Betongbjelkebru

Alternativet er ei betongbjelkebru i ett spenn. Byggehøyden kan bli utfordrende, da de langsgående betongbjelkene må ha en viss høyde. Konstruksjonen vil gli godt inn i landskapet og vil ikke bli særlig synlig. Denne konstruksjonstypen er kostnadseffektiv og kan bygges direkte på brustedet. Et eksempel på en betongbjelkebru er gitt i Figur 3-3.



Figur 3-3: Betongbjelkebru, 05-1756 Synna. Hentet fra Brutus.

3.2.3 Alternativ 3: Trebru

Alternativet består av en et spenns bjelkebru med tverrspent tredekke. Dette er et estetisk pent alternativ, og brua vil gli godt inn i landskapet og omgivelsene. Byggehøyden kan bli utfordrende, da de langsgående bjelkene må ha en viss høyde. Vedlikeholdskostnadene vil være lave for en impregnert og konstruktivt riktig utført bru, men ståldetaljene vil allikevel kreve noe vedlikeholdsarbeid. Et eksempel på en bjelkebru med tverrspent tredekke er vist på Figur 3-4.



Figur 3-4: Bjelkebru med tverrspent plate, 04-1617 Grylla bru. Hentet fra Brutus.

3.3 Valgt brutype

Ny Ala bru foreslås bygget som ei ett-spenns slakkarmert betongplatebru, altså alternativ 1. Alternativet er robust, kostnadseffektivt og lik eksisterende løsning. Inngrepene i omgivelsene vil ikke bli spesielt store og konstruksjonen vil gli godt inn i landskapet.

3.3.1 Utforming

Brua utformes med takfall, i tillegg til fall i lengderetningen. Spennvidden blir 12,5 m. Bruplaten vil ha en maksimal byggehøyde på 1,0 meter. Endelig byggehøyde og utforming av tverrsnitt vil bestemmes i detaljprosjekteringen. Det kan være aktuelt med skrå underside ut mot kantdragerne, da dette vil gi en lettere og luftigere konstruksjon.

Vingemurene er monolittisk forbundet med overbygningen, og avslutningen skal utføres i henhold til punkt 4.4.4 i N400. Konstruksjonen utføres med overgangsplate i begge ender, se punkt 4.4.5 i N400.

Fundamentering må avklares nærmere når geotekniske/geologiske undersøkelser foreligger. Dette er ikke klart per dags dato. Landkarene må erosjonssikres for å hindre fremtidig utvasking under fundamentsålen, og endelig utforming av plastring må bestemmes ved detaljprosjekteringen. En reduksjon av lysåpningen under brua vil ha innvirkninger på flomberegningene i elva, og dette må hensyntas ved detaljprosjekteringen av plastringen.

3.3.2 Utstyr

Forbindelsen mellom over- og underbygningen skal utformes monolittisk eller ved bruk av lagre. Dette må avklares med byggherren ved senere detaljprosjektering.

Brua utføres fugefri i henhold til Figur 3.1 i N400.

Kantdragerne på brua skal sikre kontrollert vannavrenning. For å sikre at overvann ivaretas på riktig måte skal punkt 12.6 i N400 følges. Det er ikke behov for sluk på brua.

Brua utføres med H2-rekkverk på begge sider i henhold til tabell 3.1 i N101.

Det er ikke avklart om annet utstyr, eksempelvis trekkerør, skal inn i konstruksjonen. Dette må avklares med byggherren ved senere detaljprosjektering.

3.3.3 Bygging

Viktige punkter i forbindelse med bygging av ny bru:

- Elva må spuntes i byggefasen.
- Ved riving av eksisterende bru og oppføring av ny bru må det etableres en midlertidig konstruksjon. Dette må planlegges, da det vil ha innvirkning på trafikkavviklingen i området.

4 Kostnadsestimat

Entreprisekostanden for ny konstruksjon er vist under. Brutype er fritt opplagt, slakkarmert bruplate. Ved mengdeberegninger er spennvidden satt lik 12,5 meter og brubredden lik 10 meter. En midlere tykkelse på brudekket er satt lik 0,85 meter.

Det er benyttet 25% usikkerhet i beregningene, da overslaget er gjort etter en enkel befaring. MVA er ikke inkludert. Fullstendige beregninger ligger vedlagt og en oppsummering er gitt i Tabell 1. Det anbefales at et nytt estimat utarbeides i detaljprosjekteringen, da en vil ha bedre forutsetninger og mindre usikkerheter.

Tabell 1: Kostnadsestimat nye Ala bru.

Post:	Hva:	Pris:	
A1	Forberedende/generelle arbeider	kr	987 347
B0	Byggegrøp/grunnarbeider	kr	640 320
C0	Underbygning	kr	1 780 844
D0	Overbygning	kr	1 093 075
E1	Fuktisolering	kr	258 750
G0	Bruutstyr	kr	176 400
	Usikkerhet (25 % av øvrig)	kr	1 234 184
Sum:		kr	6 170 920

Følgende er ikke inkludert i kostnadsestimatet:

- Riving og fjerning av eksisterende bru.
- Spunting i elv
- Reisverk/stillas for overbygningen
- Erosjonssikring og plastring
- Midlertidig bru under byggeperioden
- Fremtidige drift- og vedlikeholdskostnader
- Detaljprosjektering og utarbeidelse av arbeidsgrunnlag

5 Referanser

- [1] Håndbok N100: Veg og gateutforming, 2019
- [2] Håndbok N101: Rekkverk og vegens sideområder, 2013
- [3] Håndbok V120: Premisser for geometrisk utforming av veger, 2019
- [4] Håndbok V160: Vegrekkverk og andre trafikksikkerhetstiltak, 2016
- [5] Håndbok V161: Brurekkverk, 2016
- [6] Håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging
- [7] Håndbok N400: Bruprosjektering, 2015
- [8] Eurokode NS-EN 1990:2002+AI:2005+NA:2016: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.
- [9] Eurokode NS-EN 1991-1-3:2003+A1:2015+NA:2018: Laster på konstruksjoner. Snølaster.
- [10] Eurokode NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009: Laster på konstruksjoner. Vindlaster.
- [11] Eurokode NS-EN 1991-1-5:2003+NA:2008: Laster på konstruksjoner. Termiske påvirkninger.
- [12] Eurokode NS-EN 1991-2:2003+NA:2010: Laster på konstruksjoner. Trafikklast på bruer.
- [13] Eurokode NS-EN 1992-1-1:2004+A1:2014+NA:2018: Prosjektering av betongkonstruksjoner.
- [14] Befaringsnotat og tilstandsvurdering 05-1141 Ala bru. AFRY, datert 04.12.2019.
- [15] Flomberegning Ala vassdrag, VA-rap. 01. AFRY, datert 21.02.2020.

6 Vedlegg

- [1] C001 Plan og profil 2750-3500
- [2] Kostnadsestimat for ny Ala bru