



Juni | 23

Detaljregulering E18 Ytre ringvei

Fagrapport konstruksjoner

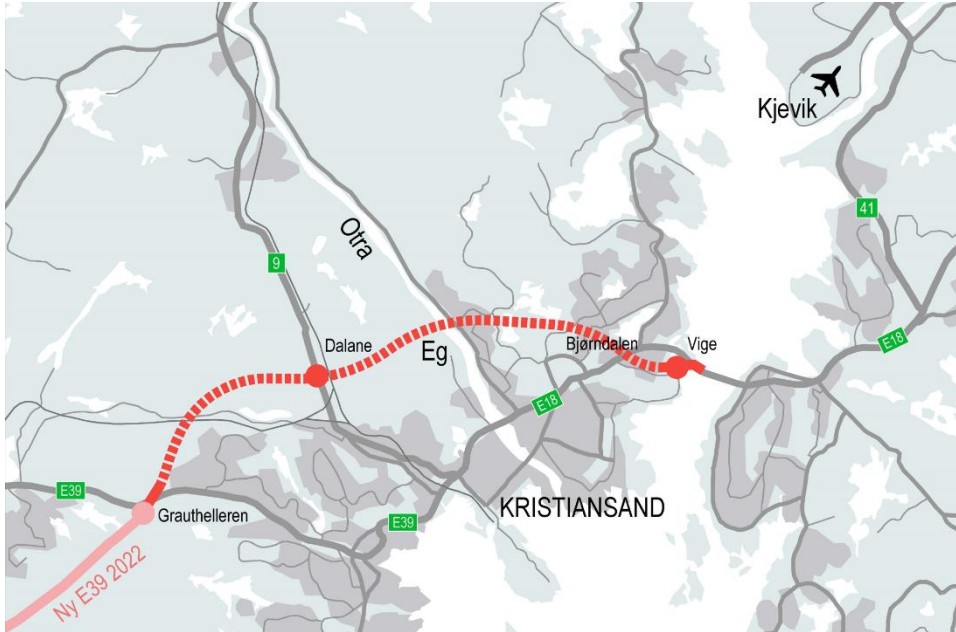
Oppdragsnr:	5206182
Oppdragsnavn:	Detaljregulering E18 Ytre ringvei
Dokument nr.:	NV42E18YR-KNS-RAP-0001
Filnavn	Fagrapport konstruksjoner

Revisjonsoversikt

REVISJON	DATO	REVISJON GJELDER	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
d01	30.09.2022	For godkjenning hos Nye Veier	DB	TTe	TeFaa
e02	30.11.2022	For godkjenning hos myndigheter	DB	TTe	TeFaa
d03	11.05.2023	For kontroll hos oppdragsgiver	DB	TTe	TeFaa
e04	27.06.2023	For behandling hos kommunen	DB	TTe	TeFaa

Forord

E18 Ytre ringvei på stekningen fra Vige til Grauthelleren er en del av hovedveiforbindelsen forbi Kristiansand. Nye Veier AS har ansvar for planlegging, bygging og drift av denne veistrekningen.



På vegne av Nye Veier AS har Norconsult as utarbeidet Fagrappport konstruksjoner i forbindelse med reguleringsplanen for E18 Ytre ringvei. Fagrappport konstruksjoner er utarbeidet etter krav fra/i henhold til fastsatt planprogram og inngår som en del av grunnlaget for utarbeidelse av Reguleringsplanen for E18 Ytre ringvei.

Kontaktinformasjon:

Fagansvarlig for Konstruksjoner, Norconsult AS, Daniela Bosnjak, 45401182,
daniela.bosnjak@norconsult.com

Sammendrag

Norconsult AS er kontrahert av Nye Veier for å utarbeide reguleringsplan for ny E18 Ytre ringvei mellom E18 og E39 i Kristiansand kommune.

Reguleringsplan for E18 Ytre ringvei skal legge til rette for bygging av ringvei rundt Kristiansand for å avlaste E18 / E39 som går gjennom Kristiansand sentrum.

Denne rapporten gir en overordnet beskrivelse av konstruksjoner innenfor den aktuelle parsellen som skal prosjekteres, bygges og forvaltes som bruer i henhold til Statens vegvesens håndbok N400 Tab02:

- Bruer med spennvidde $\geq 2.5\text{m}$
- Tunnelportaler
- Støttemurer med høyde $\geq 5.0\text{m}$

Mindre støttemurer samt andre mindre hjelpekonstruksjoner er ikke omtalt i denne rapporten. Det antas at bekkekulverter kan utføres med preaksepterte løsninger i form av rør eller prefabrikkerte elementer.

Rapporten gir en generell beskrivelse av rammebetingelsene for konstruksjonene og angir mulige løsningsvalg. Oppdraget er modellbasert og supplerende informasjon til denne rapporten kan leses ut fra innsynsmodellen.

Det vil i tillegg blir behov for bygging av en del mindre hjelpekonstruksjoner til permanent bruk og/eller til anleggsgjennomføring, herunder også kaikonstruksjon for sementinntak ved Norcem. Kaikonstruksjon er ikke tilknyttet offentlig veinett, dermed omfattes den ikke av regelverk til Statens vegvesen, men er underlagt Plan- og bygningsloven.

Innhold

Forord.....	3
Sammendrag	4
Innhold.....	5
1 Tiltaksbeskrivelse.....	6
2 Konstruksjoner generelt	7
3 Overordnede føringer.....	8
3.1 Standarder, håndbøker og teknisk regelverk	8
3.2 Pålitelighetsklasse og bestandighet	8
3.3 Krav til materialer og utførelse.....	8
3.4 Fravik og dispensasjoner.....	9
4 Prinsipielle løsningsvalg.....	10
4.1 Utforming	10
4.2 Tekniske føringer	10
5 Konstruksjonsbeskrivelser	10
5.1 Bru over E18	10
5.2 Kulvert i Vige.....	12
5.3 Portaler	13
5.4 Støttemurer	14
5.5 Kaikonstruksjon i Vige	14
6 Referanser	16
7 Vedlegg 1 CEEQUAL-tabell.....	17

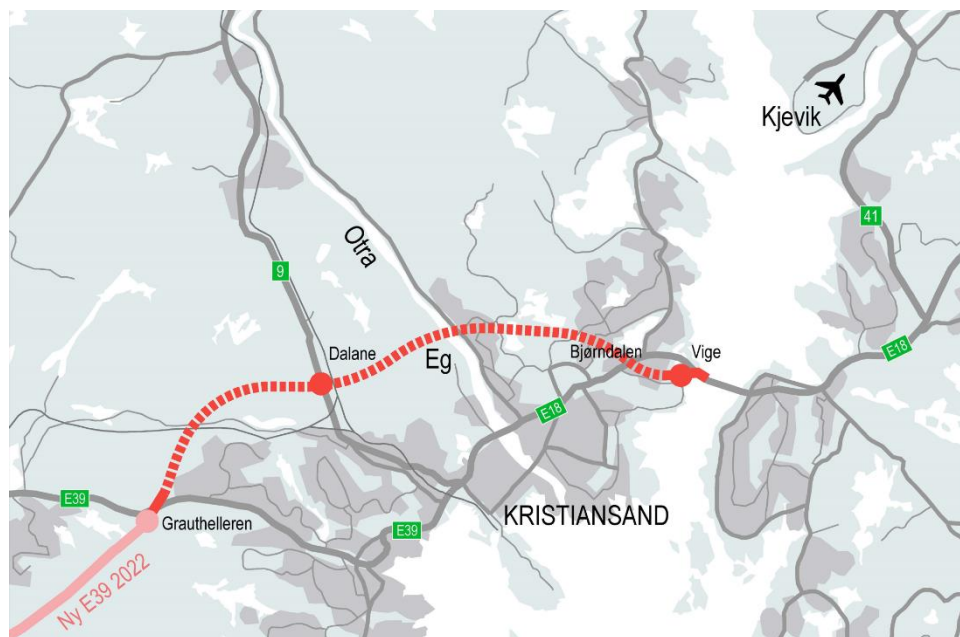
1 Tiltaksbeskrivelse

Norconsult utarbeider detaljreguleringsplan for Ytre ringvei i Kristiansand kommune på oppdrag fra Nye Veier AS. Ytre ringvei er om lag 10 kilometer og strekker seg fra Vige i øst til Grauthelleren i vest (figur 1-1). Veianlegget inngår i den 200 kilometer lange strekningen mellom Kristiansand i Agder og Ålgård i Rogaland som Nye Veier har ansvar for å bygge ut.

Ytre ringvei skal bygges for at transportkorridoren mellom Vige og Grauthelleren skal bli mer effektiv og mindre sårbar, samt for å avlaste dagens hovedveisystem gjennom Kristiansand sentrum. Veianlegget er planlagt med løsninger som har en positiv netto nytte per investert krone. I utformingen av veianlegget er det lagt stor vekt på å finne bærekraftige løsninger.

Ytre ringvei skal bygges som 4-felts motorvei, med fartsgrense 110 km/t på mesteparten av strekningen. Veien vil i hovedsak gå i tunnel. Det skal opparbeides to parallelle tunnellop, et for østgående og et for vestgående trafikk. På bakkeplan vil veien få tilkobling til E18 i Vige, riksvei 9 i Dalane og E39 ved Grauthelleren.

Etablering av tunnelsystemet vil generere et masseoverskudd i størrelsesorden 3 millioner m³ steinmasser. Reguleringsplanen sikrer mulighet for at masseoverskuddet kan fraktes til Mjåvannsområdet vest for Grauthelleren.



Figur 1--1: Oversiktsfigur av planlagt Ytre ringvei mellom Vige og Grauthelleren.

2 Konstruksjoner generelt

Det er totalt 10 nye konstruksjoner i prosjektet, i tillegg til en del av mindre støttemurer. Tabell 2-1 angir hvor konstruksjonen befinner seg, total lengde og type konstruksjon. For bruene gjelder at lengde angir lengde av bruplate. For kulvert og portaler er det angitt total lengde med vingemurer.

Hver konstruksjon er nærmere beskrevet i kapittel 5.

Tabell 2-1: Konstruksjoner i prosjektet.

Navn	Sted / Beskrivelse	Veilinje (Profil)	Lengde (m)	Type konstruksjon (forslag)
Vigebrua	Bru for Ytre ringvei vestgående løp over E18	11100 (295-399)	~80	Platebru/bjelkebru av plasstøpt betong
Kulvert	Kulvert i Vige under Ytre ringvei	21200 (93-166)	~70	Plasstøpt kulvert med firkantet tverrsnitt
Ytre ringvei Otrattunnelen	2 stk tunnelportaler Vige	10000_vestgående (686-716) 10000_østgående (657-685)	~30	Plasstøpte betonghvelv
Ytre ringvei Otrattunnelen	2 stk tunnelportaler Grauthelleren	10000_vestgående (9624,2-9654,9) 10000_østgående (9558,5-9588,8)	~30	Plasstøpte betonghvelv
Tilførselstunnel	2 stk tunnelportaler Dalane	42150 nord (79,5-111,2) 42350 sør (69,8-103,2)	~32,0 ~33,0	Plasstøpte betonghvelv
Støttemur ved Norcem	Vige	-	~75	Betongmur
Støttemur ved adkomst for servicepersonell	Vige	-	~75	Betongmur
Kai ved Norcem	Vige ved Norcem	-	~50	Betongplate pelfundamentert

3 Overordnede føringer

3.1 Standarder, håndbøker og teknisk regelverk

Bærende konstruksjoner skal prosjekteres etter den til enhver tid gjeldende utgave av Eurokodene som angitt under. Ved valg av alternative materialer vil aktuell Eurokode for valgt materiale gjøres gjeldende. Hver standard består normalt av flere deler som kommer til anvendelse der dette er relevant:

- NS-EN 1990 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- NS-EN 1991 Laster på konstruksjoner
- NS-EN 1992 Prosjektering av betongkonstruksjoner
- NS-EN 1997 Geoteknisk prosjektering
- NS-EN 1998 Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning

Utfyllende bestemmelser og føringer for prosjektering og utforming finnes i:

- FOR-2017-11-17-1900 Trafikklastforskrift for bruer m.m. (korttittel)
- N400 Bruprosjektering
- N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr
- V161 Brurekkverk
- Peleveiledningen 2019

Hvis det er uoverensstemmelser eller oppstår tvil om hvilket regelverk man skal bruke, skal dette drøftes med Nye Veier.

3.2 Pålitelighetsklasse og bestandighet

Bruer, tunnelportaler og støttemurer og eventuelle andre bærende konstruksjoner klassifiseres etter pålitelighetsklasse 3 (NS-EN 1990) med tilhørende krav til kontroll og utførelse.

Eksponeeringsklasser i henhold til NS-EN 1992-1-1 Tabell 4.1. N400 kan gi krav til overdekning for de ulike eksponeeringsklassene som skjerper tilsvarende krav i Eurokode. Konstruksjoner prosjekteres for en dimensjonerende brukstid på 100 år (NS-EN 1990, Tabell 1.2-1 forutsatt normalt vedlikehold.

3.3 Krav til materialer og utførelse

Krav til utførelse og kontroll i henhold til relevante prosesser i håndbok R762 Prosesskode 2 gjelder dersom annet ikke er bestemt av Nye Veier.

For betongkonstruksjoner gjelder generelt nøyaktighetsklasse B, mens klasse A gjelder for karakteristiske linjer i byggverkets lengderetning (typisk kantdragere og sidekanter).

Kantdrager skal utformes slik at de tilfredsstillende krav i N400 pkt 4.4.3.

Det er et mål for prosjektet å redusere ressursbruk og klimaavtrykk. Det skal derfor legges vekt på tiltak som bidrar til dette. God utnyttelse av materialene i form av høye

utnyttelsesgrader og å unngå unødig høye materialfastheter for betong (eventuelt bruk av lavkarbonbetong) er eksempler på dette.

3.4 Fravik og dispensasjoner

Det er ikke identifisert behov for fravik eller dispensasjoner for brukonstruksjoner i denne reguleringsplanen.

4 Prinsipielle løsningsvalg

4.1 Utforming

Konstruksjonene skal tilfredsstillende de samme funksjonskrav som veien når det gjelder trafikkmengde, trafiksikkerhet og trafikkavvikling.

Prosjektering i henhold til prosjekteringsreglene forutsetter at:

- Konstruksjonens bruksbetingelser ikke endres uten ny vurdering av sikkerhet og funksjon.
- Konstruksjonen blir tilfredsstillende vedlikeholdt slik at sikkerhet, funksjonsdyktighet og estetiske forhold opprettholdes.

Bruer skal prosjekteres for en dimensjonerende brukstid på 100 år ved normalt vedlikehold. Komponenter og utstyr som har antatt kortere levetid enn 100 år skal kunne skiftes ut. Konstruksjoner skal være dimensjonert og utformet for planlagte utskiftningsarbeider, og det skal etableres og beskrives godkjente prosedyrer for slike arbeider.

4.2 Tekniske føringer

For bru over E18 kan det antas følgende føringer:

- Signalkabler
- Lavspent

Vannavløp skal lokaliseres slik at underliggende konstruksjoner og trafikkerte arealer ikke nedfuktes. I nedløpsområdet skal det sørges for nødvendig erosjonssikring.

5 Konstruksjonsbeskrivelser

5.1 Bru over E18

5.1.1 *Generell beskrivelse*

Brua skal føre Ytre ringvei over E18 og sykkelekspressveien. Krav til veilinja gjør at brua krysser E18 relativt skrått med en horisontal kurvatur R150 og med vertikal kurvatur R 2100. Veibanen har et ensidig tverrfall på 8%.

Brua har føringsbredde på 10,8 m. Bredden er valgt for å tilfredsstillende krav til sikt. Total lengde av bruplate vil være drøyt 80m.

5.1.2 *Fundamenteringsforhold*

Det er utført geotekniske undersøkelser i området. Grunnforholdet på land ved den nye brua består av berg i dagen eller steinfullmasser over berg. Det forventes leire under fyllmassene i vann. Tidligere grunnundersøkelser tyder på mektighet av leire ca. 15 m i området ved landkaret i den sørvestlige enden av brua.

Det antas ut fra dette at brua kan direktefundamenteres i en akse (landkar øst), og pelefundamenteres i alle de andre aksene.

En bruakse fundamenteres mellom sykkелеkspressveien og E18. Sykkелеkspressveien holdes ved hjelp av en tørrmur uten fundament. Det er ikke nok plass for byggegrop for nytt brufundament på grunn av eksisterende tørrmur. Derfor er muligheter:

- Spuntsikring ved bunnen av tørrmur (spunt til berg med stagforankring).
- Rive tørrmur lokalt ved nytt brufundament og bygge igjen når fundamenteringsarbeid er ferdig.

I neste fase bør det vurderes hva som er mest hensiktsmessig etter at supplerende grunnundersøkelser foreligger.

5.1.3 *Bruløsning*

Ut fra veilinja vil brua ha en føringsbredde på ca. 10,8 m, en horisontalkurvatur R150 og en vertikal kurvatur R 2100. Veibanen har et ensidig tverrfall på 8%.

Brua fører Ytre ringvei over E18 og sykkелеkspressveien, derfor er spenneviddefordeling bestemt av bredder på veiene under. Brua kan bygges i 4 s-penn på ca. 15 + 20 + 22 + 17,5 meter. For slike spennvidder kan en tradisjonell bjelke/plate bru i betong med konstant tverrsnittshøyde være aktuell. Byggehøyden for overbygning vil være ca. 1,0-1,2 m. Brua blir liggende på et søylepar i hver akse. Søylene kan være sirkulære med ca. 1,0 m i diameter. Søylene støpes monolittisk sammen med overbygningen, og brua har en såkalt landkarløs løsning, dvs. uten mekaniske fuger, der skjørt og vingemurer henges på overbygning på begge sider av brua. Løsningen innebærer fylling på begge sider i terrenget med små landkar. Helning på fylling kan være 1:2.

Frihøyde over underliggende vei vil variere, men minste frihøyde vil være 8,1 m over E18 og 3,25 over sykkелеkspressvei.

5.1.4 *Kantbjelker og rekkverk*

Brua utføres med betongrekkverk som virker også som beskyttelse mot utslipp av snømasser på underliggende vei. Denne løsningen er valgt etter dialog med Byggherre. Utforming av overgang mellom brurekkverk og øvrig rekkverk må vurderes særskilt og i henhold til gjeldende regelverk. Underliggende søyler må beskyttes med rekkverk mot kollisjon.



Figur 5-1: Ny bru over E18.

5.2 Kulvert i Vige

5.2.1 Generell beskrivelse

Det skal bygges kulvert under Ytre ringvei for sekundærvei og gang- og sykkelveien mellom rundtkjøringer i Vige. Kulvertens lengde er ca. 70 meter med vingemurer og innvendige dimensjoner er ca. 11,5 meter x 6,5 meter (BxH).

5.2.2 Fundamenteringsforhold

Grunnen ved den nye kulverten består av steinfyllmasser over leire. Utførte grunnundersøkelser viser at mektighet av fyllmassene kan variere opptil ca. 13 m og mektighet av leiren varierer opptil ca. 15 m. Kulverten fundamenteres direkte på løsmasser. Lastene fra kulverten har relativ liten påkjenning i leire da lastene fordeles i hovedsak i de faste steinfyllmassene. Det forventes at setningene av kulverten er av samme størrelsesorden som i omkringliggende masser.

5.2.3 Bruløsning

Lengden bestemmes av vei over kulvert og vingemurer. Vingemurene går parallelt/litt skrå med veien gjennom kulvert. Innvendig kulvertbredde er 11,5 meter, og minste innvendig frihøyde er 4,9 m over kjørevei, 4,65 m over gang- og sykkelvei. Vei i kulverten er over 200-års stormflo, derfor kan kulverten utføres uten bunnplate, med fundamentsåler. Endelig Beregningene vil bestemme tykkelse på vegger, fundamenter og tak. Dette blir gjort i neste fase, men tykkelser antas å ligge mellom 0,6 og 0,8 meter for taket.

Overfyllingshøyden over kulvert varierer og er mellom 0,1 m og 1,3 m ifølge veimodeller. Dette kan endre seg ved detaljprosjektering av veiene. Foreløpig er overfyllingshøyden så liten at det må regnes å feste midtrekkverket på betongfundament på taket.

5.2.4 Kantbjelker og rekkverk

Kulvert utføres med brøytetett brurekkverk som festes på kulvertbrem. Utforming av overgang mellom brurekkverk og øvrig rekkverk vurderes særskilt og i henhold til reglene i håndbok N101. Midtrekkverk festes på betongfundament på taket. Dette er egentlig ikke et

brurekkverk, men et H1 rekkverk på fotplate. Dette må monteres på innstøpte boltegrupper og må være godkjent for bruk på kantbjelke.



Figur 5-2: Kulvert i Vige under Ytre ringvei.

5.3 Portaler

Det er totalt 6 portaler i prosjektet: 2 portaler i Vige, 2 portaler ved Grauthelleren og 2 portaler i Dalane. Portalene har i prinsipp lik utforming for alle lokasjoner. Portalene er traktformede og har en skrå avslutning mot den frie åpningen som tilsvarer en naturlig fyllingskråning (1:2). Påhuggsplassering og i mange tilfeller lengden av portalene bestemmes av vurderingene fra ingeniørgeologi. Det er et mål å finne mest mulig optimaliserte portallengder, dvs. ikke bygge lengre portaler enn nødvendig. Foreløpig lengde på portaler er ca. 30 m inkludert kontaktstøp og vingemurer.

Inngående portal i Vige har minste indre tverrsnitt T14. Utgående portal har utvidet T10,5 tverrsnitt med 1,0 m større bredde på grunn av siktutvidelse. Portaler i Grauthelleren har minste indre tverrsnitt T14. Portaler i Dalane har utvidet T14 tverrsnitt med 1,0 m større bredde.

Alle portaler kan direktefundamenteres på berg.

Portalene er plasstøpte skallkonstruksjoner med veggtykkelse ca. 0,5 m-0,6 m. Terreng over portaler utformes med helning 1:2. Ved alle portalene skal det prosjekteres en terskel i traubunn foran portaler for å hindre at vann kommer inn i tunnel ved 200 års stormflo/flom.



Figur 5-3: Portaler i Vige.

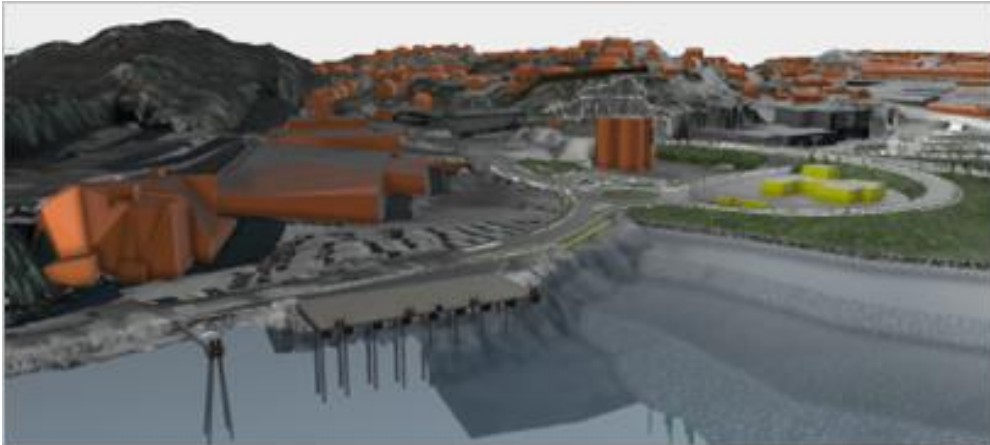
5.4 Støttemurer

Støttemurer over 5 m høyde prosjekteres og kontrolleres som bruer. Det er to støttemurer som er høyere enn 5 m, begge i Vige: støttemur ved Norcem og støttemur ved adkomstvei for servicepersonell.

De kan bygges av plasstøpt betong eller som gravitasjonsmurer av naturstein eller systemblokker. Støttemurene kan direktefundamenteres enten på fylling eller eksisterende masser/berg.

5.5 Kaikonstruksjon i Vige

Dagens kai i Vige må erstattes med en mindre kaifront med påfyllingspunkt for sement. En mulig løsning som er lagt til grunn for reguleringsplanen er her vist som 50 x 20 meter betongplate/kaifront med pælefundamentering, og med nødvendige dykdalber. Løsningen inneholder påkoblingspunkt for blåsing av sement fra kaifront til Norcem sine siloer.



Figur 5-4: Kaikonstruksjon I Vige.

6 Referanser

Referanser fra Standard Norge:

- | | |
|---|---|
| 1. NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 | Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, |
| 2. NS-EN 1991-1-3:2003+NA:2008 | 1. endringsblad A1. |
| 3. NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009 | Snølaster |
| 4. NS-EN 1991-1-5:2003+NA:2008 | Vindlaster |
| 5. NS-EN 1991-1-6:2005+NA:2008 | Termiske påvirkninger |
| 6. NS-EN 1991-2:2003+AC:2010+NA:2010 | Laster under utførelse |
| Trafikklast på bruer. | Laster på konstruksjoner. Del 2: |
| 7. NS-EN 1992-2:2005+NA:2010 | Prosjektering av betongkonstruksjoner – |
| Del 2: Bruer | |
| 8. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 | Geoteknisk Prosjektering |
| 9. NS-EN 1998-2:2005+A1:2009+A2:2011 | Prosjektering av konstruksjoner for |
| seismisk påvirkning - Del 2: Bruer +NA:2014 | |

Referanser fra Statens Vegvesen:

10. Håndbok N100: Veg- og gateutforming (2022)
11. Håndbok N101: Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr (2022)
12. Håndbok V161: Brurekkverk (2016)
- Håndbok N200: Vegbygging (2022)
- Håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging (2022)
- Håndbok V221: Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (2012/2014)
13. Håndbok N400: Bruprosjektering (2022)
14. Håndbok R762: Prosesskode 2 (2018)

Øvrige eksterne referanser:

15. Norsk Geoteknisk Forening. Den Norske Pelekomite. Peleveiledningen 2019.
16. FOR-2017-11-17-1900 Trafikklastforskrift for bruer m.m.

7 Vedlegg 1 CEEQUAL-tabell

Denne rapporten dekker ett eller flere dokumentasjonskrav under CEEQUAL (BREEAM Infrastructure). CEEQUAL har evidensbaserte vurderingskriterier og ekstern verifisering, og brukes for å måle bærekraft i et prosjekt. For å forbedre erfaringsoverføring til neste fase er de relevante kravene oppsummert og referert til i følgende tabell.

Tabell 1. Bærekraftsvurderinger knyttet til Ceequal manualen.

<i>Krav i CEEQUAL-manualen</i>	<i>Relevant avsnitt med dokumentasjon i dette dokument</i>	<i>Kommentar</i>
4.1.4 «Site suitability»	5.1.2 5.2.2	Det er gjort en del geotekniske undersøkelser i Vige ved konstruksjonsstedet. Det er innhentet info fra tidligere prosjekt om fundamentering av tørrmur ved brukse.
7.4.5 «Future disassembly/desonstruction»	5.4 Modell i Vige	Veilinje er tilpasset slik at eksisterende gang- og sykkelbru over E18 beholdes. Støttemurer kan gjenbrukes hvis bygget av naturstein eller systemblokker.