



Statens vegvesen

E18 Retvet - Vinterbro

Reguleringsplan

Notat

Retvet bru – geoteknisk vurdering



FORORD

Statens vegvesen utarbeider i samarbeid med Ski og Ås kommuner grunnlag for reguleringsplan for ny E18 på strekningen Retvet – Vinterbro i Akershus. Vegen planlegges som motorveg med fire felt og er ca. 16 km totalt, hvorav 7 km i Ski og 9 km i Ås kommune.

Grunnlaget utarbeides av Statens vegvesen Region øst med Lisa Steinnes Rø som planleggingsleder. Elin Bustnes Amundsen er prosjektansvarlig. En konsulentgruppe med Asplan Viak som hovedkonsulent bistår i arbeidet. Eivind Aase er oppdragsleder for konsulentgruppen.

Grunnlaget for reguleringsplanen består blant annet av en samling arbeidsnotat/rapporter som belyser ulike fagtema.

Dette arbeidsnotatet omhandler temaet geoteknisk vurdering av Retvet bru. Notatet er utarbeidet av Multiconsult ASA.

NOTAT

OPPDRAAG	E18 Retvet-Vinterbro	DOKUMENTKODE	125103-RIG-NOT-015
EMNE	Retvet bru – Geotekniske innspill	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Asplan Viak	OPPDRAAGSLEDER	Magnus Hagen Brubakk
KONTAKTPERSON	Eivind Aase	SAKSBEHANDLER	Magnus Hagen Brubakk
KOPI	Øystein Seljegard	ANSVARLIG ENHET	1012 Oslo Geoteknikk Bygg & Infrastruktur

SAMMENDRAG

Statens Vegvesen Region Øst planlegger ny E18 Retvet – Vinterbro, som er nordligste parsell av ny E18 Østfold; Vinterbro – Ørje. Prosjektet omfatter 17,5 km ny firefelts motorveg og oppfølging av en rekke konstruksjoner.

Gjeldende notat omhandler geotekniske tiltak og innspill for K1800 Retvet bru.

Brua anbefales fundamentert på borede stålkjernepeler til berg, imidlertid bør poretrykket overvåkes videre for å se om dette kan få konsekvens for valg av fundamenteringsløsning.

Rev02: Kapittel 4 oppdatert til å omhandle borede stålrørspeler.

Innholdsfortegnelse

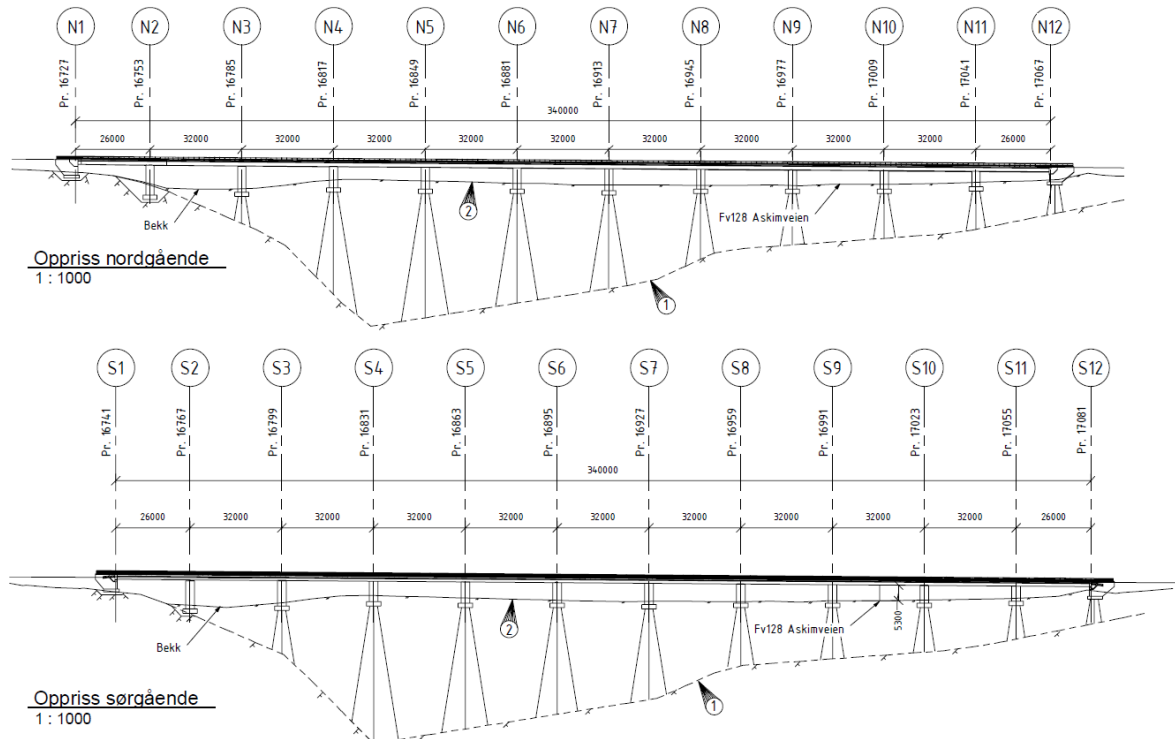
1	Innledning	2
2	Referanser.....	2
3	Topografi og grunnforhold	3
3.1	Generelt.....	3
3.2	Utførte grunnundersøkelser	3
3.3	Grunnforhold	4
3.4	Dybder til berg	4
3.5	Grunnvann	4
3.6	Områdestabilitet.....	5
3.7	Forurensing.....	5
3.8	Flom	5
4	Fundamentering	5
4.1	Forutsetninger	5
4.2	Beregninger	6
5	Graving og fylling	7
6	Jordskjelv	7

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
02	7.12.2015	Revidert etter kommentar fra SVV	MHB	IDH	MHB
01	3.09.2015	Reguleringsplan	MHB	OAF	MHB
00	22.05.2015	Utkast til RIB	MHB	OAF	MHB

Retvet bru

1 Innledning

Statens Vegvesen Region Øst planlegger ny E18 Retvet - Vinterbro. E18 Retvet - Vinterbro er nordligste parsell av ny E18 Østfold; Vinterbro - Ørje. Prosjektet omfatter 17,5 km ny firefelts motorveg og oppføring av en rekke konstruksjoner. Blant disse er Retvet bru fra ca. profil 16730 til ca. profil 17070. Retvet bru vil ha en brulengde på ca. 340 m fordelt på 11 spenn, hvor lengste spenn er 32m. Det er planlagt å etablere to parallelle bruer, en for hver kjøretretning. Illustrasjon av konstruksjonen er vist i Figur 1-1. Brua er en spennarmert platebru og spenner over Tingulstadbekken og dagens E18. Samtlige akser er planlagt fundamentert på borede stålkernepeler til berg.



Figur 1-1: K1800 Retvet bru, oppriss

Dette notatet redegjør for geotekniske innspill i forbindelse med prosjektering av denne broen.

2 Referanser

Følgende dokumenter legges til grunn:

- /1/ Multiconsult, 125103-RIG-NOT-003. Geoteknisk prosjekteringsnotat, revisjon 02
- /2/ Multiconsult, 125103-RIG-RAP-001. Datarapport 1, revisjon 02, datert 13. august 2015
- /3/ Multiconsult, 125103-RIG-RAP-002. Datarapport 2, revisjon 02, datert 13. august 2015
- /4/ Multiconsult, 125103-RIG-NOT-007-6, Materialparameterrapport, revisjon 01
- /5/ Multiconsult, 125103-RIG-NOT-009-5, Områdestabilitetsrapport, revisjon 02
- /6/ EK8-1, NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014
- /7/ EK8-5, NS-EN 1998-5:2004+NA:2014
- /8/ Peleveiledningen 1012

3 Topografi og grunnforhold

3.1 Generelt

Generell beskrivelse av grunnforholdene langs parsellen er basert på utførte grunnundersøkelser /3/ og kvartærgeologisk data fra NGU. Figur 3-1 viser hvor broen er planlagt, markert med rød sirkel.

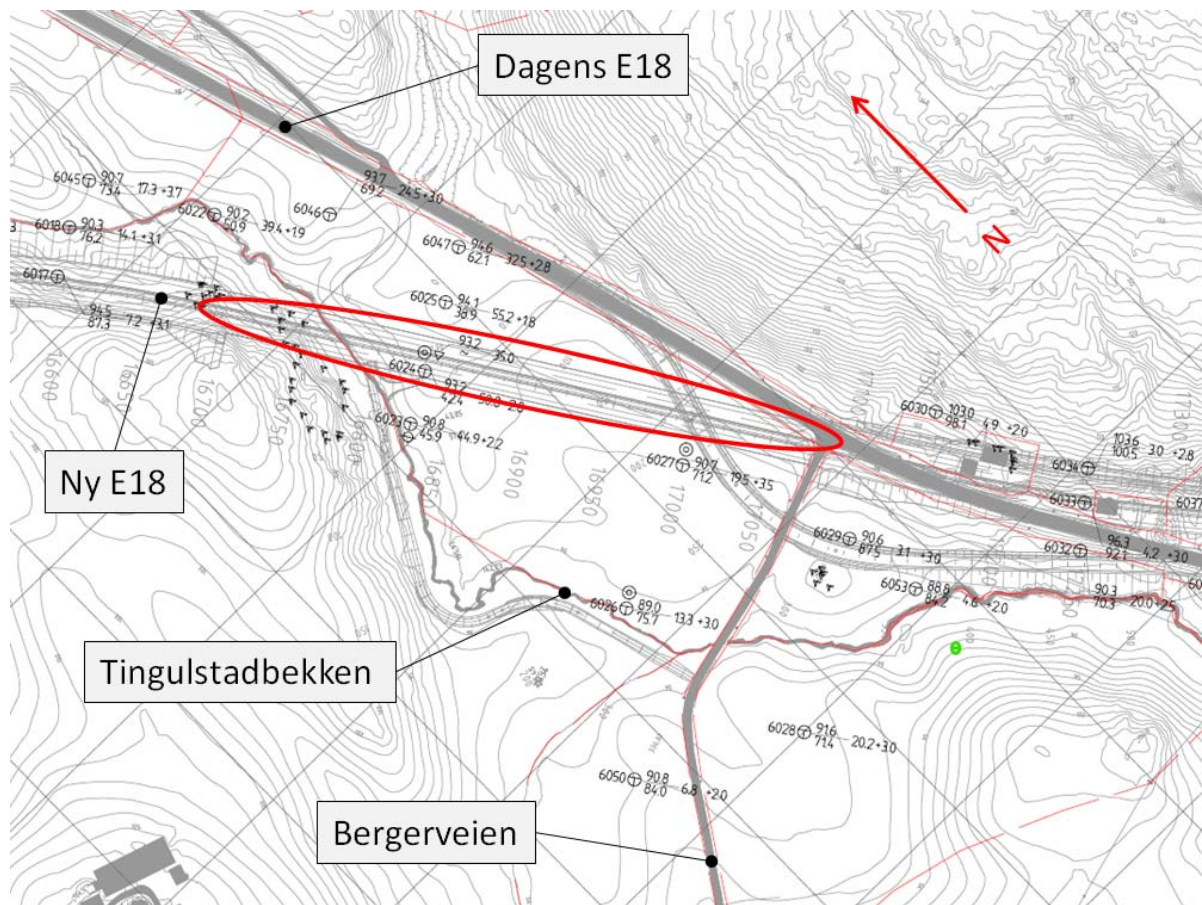
Området broen spanner over er relativt flatt, men terrenget stiger bratt på i hver ende av planlagt bro.



Figur 3-1: Plassering av Retvet bru er vist med rød ring. (kilde 1881.no/kart)

3.2 Utførte grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser i området i to omganger. Utdrag fra borplanen rundt konstruksjonen er vist i Figur 2 under.



Figur 2: Utsnitt av borplan

3.3 Grunnforhold

Grunnforholdene i området er beskrevet i notat 125103-RIG-NOT-007 og kort oppsummert i det følgende.

Utførte grunnundersøkelser viser at grunnen hovedsakelig består av leire i stor dybde. Leiren er bløt til middels bløt. Opptatte prøver bekrefter at leiren er kvikk fra ca. 3 m dybde.

3.4 Dybder til berg

I skråningen ved vestenden av broen er det flere steder registrert berg i dagen. På det flate partiet under broen er berg påtruffet i inntil ca. 56 m dybde, hvilket betyr at berget faller bratt. Også ved østenden av broen er det registrert små løsmassedybder.

3.5 Grunnvann

Det er satt ned hydrauliske poretrykksmålere i to punkt. I ett punkt er det også satt ned elektriske poretrykksmålere.

Målt dato	PZ 6016A (kote +88,2)		PZ 6016B (kote +83,2)	
	Terrenghøyde	Trykkehøyde	Terrenghøyde	Trykkehøyde
2014-12-15	93,2	94,1	93,2	94,1
2015-01-21	93,2	Is til toppen	93,2	94,0
2015-04-10	93,2	Rant over	93,2	93,4

Målt dato	PZ 6023A (kote +70,8)		PZ 6023B (kote +80,8)	
	Terrenghøyde	Trykkehøyde	Terrenghøyde	Trykkehøyde
2014-12-15	90,8	91,8	90,8	90,8
2015-01-21	90,8	Is til toppen	90,8	90,8
2015-04-10	90,8	Rant over	90,8	90,8

Målt dato	Elektrisk: PZ 6023 (kote +85,8)		Elektrisk: PZ 6023 (kote +77,8)	
	Terrenghøyde	Trykkehøyde	Terrenghøyde	Trykkehøyde
2015-01-21	90,8	93,1	90,8	92,7
2015-04-10	90,8	91,6	90,8	91,7
2015-06-09	90,8	90,8	90,8	91,6

Avlesning av poretrykkmålerne indikerer grunnvann omtrent i terreng og tendenser til overtrykk. Poretrykket bør overvåkes videre, og det må vurderes i byggeplan om overtrykk får konsekvens for fundamenteringsmetode.

3.6 Områdestabilitet

Områdestabiliteten er vurdert i eget notat 125103-RIG-NOT-009-5, ref./5/

3.7 Forurensing

Dette notatet omhandler ingen forhold knyttet til miljøteknisk rådgivning; dette ivaretas av andre.

3.8 Flom

Eventuell flom kan påvirke fundamentene for ny bro. Dette notatet omhandler ingen forhold knyttet til flom; dette må ivaretas av andre.

4 Fundamentering

Utførte grunnundersøkelser viser at dybden til berg stedvis er 50m, i tillegg til stor variasjon av dybden til berg og forekomst av skrått bergforløp, anbefales det å benytte en boret peleløsning for å oppnå sikker kontakt med berget. Grunnundersøkelsene viser i tillegg at løsmassene stor sett består av bløt leire, og at det kun i et fåtall av borpunktene finnes enkelte lag med fastere masser. Dette gjør at friksjonsbæring vil være vanskelig å oppnå, og valgt peletype bør bære på spiss, selv i områder med stor løsmassemektighet. Med bakgrunn i dette er Retvet bru anbefalt fundamentert på stålkjernepeler eller utstøpte stålrørspeler til berg. Utførte totalsonderinger viser at dybden til berg varierer fra cirka 16 til 50 m under terreng. I det videre er prinsipp for bruks av stålkjernepeler beskrevet.

4.1 Forutsetninger

Pelene beregnes i henhold til Peleveiledningen 2012. Det må påses at det ikke blir konflikt mellom skrå-pelene fra de parallelle bruene.

I bruddgrensetilstand skal stålkjernepelene generelt kontrolleres for:

Retvet bru

- Installert kapasitet
- Påhengskrefter
- Kneking pel i jord

4.1.1 Jordparametere

Det benyttes en gjennomsnittlig udrenert skjærfasthet på 20 kPa til grunnlag for knekningsberegningene.

4.1.2 Levetid

Ved installasjon av stålkjernerpeleler bores først et føringsrør gjennom løsmassene og ned i berg. Stålkjernen plasseres i føringsrøret, og spalten mellom kjernen og føringsrøret gyses med mørtel. Føringsrøret og gysmassen fungerer dermed som korrosjonsbeskyttelse av stålkjernen. Verken føringsrøret eller gysmassens aksialkapasitet medtas i stålkjernens kapasitet. Føringsrøret skal dermed korrodere og gysmassen erodere før kjernen eksponeres for korrosjon.

Det forutsettes min 20 mm mørteloverdekning mellom stålkjerne/føringsrør og stålkjerne/berg.

Der stål står i naturlig avsatte jordarter under grunnvannstand er korrosjonsfaren liten. Peleveiledningen kap. 6.0.5 angir at korrosjonshastigheten i «Naturlig avsatte jordarter over grunnvannstand» er 0,020 mm/år.

4.1.3 Krav til stålmaterialer

Stålkvalitet på stålkjernerpeleler i Peleveiledningen anbefalt å være minimum S355J2AR. I Tabell 1 er det gitt flytespenninger i stål av denne kvaliteten avhengig av dimensjon (i henhold til NS-EN 10025-2 «Varmvalsedede produkter av konstruksjonsstål»).

Tabell 1: Flytespenning i stål avhengig av dimensjon

Dimensjon	63<D≤80	80<D≤100	100<D≤150	150<D≤200	200<D≤250
Spenning [Mpa]	325	315	295	285	275

Tabell 2: Standard dimensjoner av føringsrør

Stålkjerne	ø90	ø120	ø150	ø180
Føringsrør	168,3x4,5	193,7x5,0	219,1x5,0	273x6,3

4.2 Beregninger

Dimensjonerende lastvirkning skal generelt være mindre enn pelematerialets dimensjonerende kapasitet etter installasjon, alternativt knekk-kapasiteten.

4.2.1 Påhengslaster

Alle spissbærende peleler skal i følge Peleveiledningen dimensjoneres for påhengslaster. Påhengskrefter kommer av setninger og kryp i jordmassene rundt pelen, og påhengslasten øker i pelens lengderetning og avhenger av pelens omkrets og lengde til berg. For stålkjernerpeleler er det vanlig å forutsette at påhengskreftene opptas av føringsrøret, og det er relevant også for dette prosjektet.

Retvet bru

4.2.2 Kapasitet

Kapasitetsberegningene er utført i henholdt til anvisninger i peleveiledningen 2012. Føringrør og mørtel er ikke inkludert i kapasitetsberegningene for vertikallast.

Installert kapasitet for pelene, N_i , avhenger av grunnforhold, og finnes ved å innføre en reduksjonsfaktor f_a , for teoretisk kapasitet. f_a velges i henhold til Peleveilederens tabell 1.2. Det er forholdsvis homogene grunnforhold med leire i området, noe som tilsier gode forhold for boring av peler. På grunn av tendenser til artesisk trykk og dermed fare for utvasking av materialet langs pelen, er f_a vurdert å være 0,75 som tilsvarer middels gunstige forhold.

Tabell 3: Kapasitet for stålkernepeler

Diameter [mm]	Langtids knekkapasitet (N_{kd}) [kN]	$N_{c,Rd}$ ($A \cdot f_d$) [kN]	N_i ($f_a \cdot N_{c,Rd}$) [kN]
ø90	1028	1822	1367
ø120	1828	3033	2275
ø150	2856	4739	3554
ø180	4112	6593	4944

Beregningene viser at knekking vil være dimensjonerende.

For trykkpeler settes minste innboringsslengde i godt berg til min 1 m. Det kan aksepteres at føringrør avsluttes ved uk. stålkerne.

Stålkernepeler kan ta strekk ved at kjernen bores lengre inn i berg. Strekkkapasiteten er begrenset av kapasiteten i skjøter og i selve bergfestet. For strekkpeler er normal innboringedybde i uforet berghull minimum 3-4 m. Det antas at pelens strekkkapasitet er rundt 60 % av den installerte trykkkapasiteten.

5 Graving og fylling

Brugeomtrien og veglinja medfører at tilløpsfyllingene blir små og fyllingshøyden lav. I tillegg etableres fyllingene i områder med liten løsmassemekktighet og relativt faste masser.

6 Jordskjelv

Det er i området registrert sensitiv leier/sprøbrudd materiale. Iht. Tabell NA.3.1 i EK8-1 /6/ defineres områder med materiale som kan gå over i flytefase, som grunntype S_2 . For grunntype S_2 må det ved detaljprosjektering utføres en seismisk responsanalyse for å fastsette forsterkningsfaktor og responspekter for konstruksjonen.

Det kreves normalt ikke påvisning av tilstrekkelig sikkerhet etter EK8-1 for konstruksjoner som tilfredsstillende av følgende krav:

- Seismisk klasse I

Retvet bru havner i enten seismisk klasse III eller IV (EK8-1 Tabell NA.4(902))

- $a_g \cdot S < 0.05g = 0.49 \text{ m/s}^2$

$a_g \cdot S = g \cdot (0.8 \cdot a_{g40Hz}) \cdot S = 1.4 \cdot (0.8 \cdot 0.55) \cdot 2.0 = 1.23 \text{ m/s}^2$ (iht. EK8-1 Figur NA.3(901) for seismisk klasse III)

Retvet bru

- $S_d(T) < 0.05g = 0.49 \text{ m/s}^2$

Svingeperiode og responsspekter må vurderes, men erfaringsmessig tilfredsstilltes ikke dette kriteriet med grunntype S_2 .

Foreløpig vurdering av utelatelseskriteriene tyder på at det må påvises tilstrekkelig sikkerhet etter EK8-1 for Retvet bru.

Hvis det viser seg at grunnforholdene varierer slik at det beregnes ulike grunntyper for de ulike fundamentene krever standarden at romligvariasjon ivaretas, ref. pkt. 3.3(1)P i EK8-1 /6/.

Retvet bru er tenkt fundamentert på stålkjernepeler til berg. Ved pelefundamentering stiller standarden krav til vurdering av «soil structure interaction», ref. kapittel 6 pkt. 2 og pkt. 5.4.2 i EK8-5 /7/.