



Statens vegvesen

# E18 Retvet - Vinterbro

## Reguleringsplan

Notat

Kråkstadelva 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 Kråkstadelva bru. Notatet er utarbeidet av Multiconsult ASA.

## NOTAT

OPPDRAAG	<b>E18 Retvet - Vinterbro</b>	DOKUMENTKODE	125103-RIG-NOT-014
EMNE	Kråkstadelva bru	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Asplan Viak</b>	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 K1600 Kråkstadelva bru.

Brua anbefales fundamentert på stålkernepelers til berg.

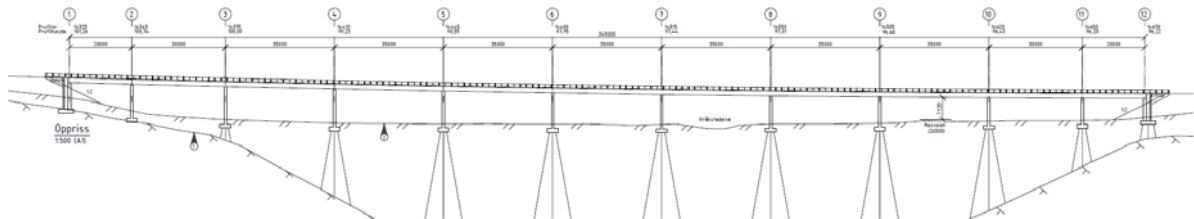
## Innholdsfortegnelse

1	Innledning .....	2
2	Referanser.....	2
3	Topografi og grunnforhold .....	2
3.1	Generelt .....	2
3.2	Utførte grunnundersøkelser .....	3
3.3	Grunnforhold .....	4
3.4	Dybder til berg .....	4
3.5	Grunnvannstand .....	5
3.6	Områdestabilitet.....	5
3.7	Forurensning.....	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
01	3.09.2015	Reguleringsplan	MHB	OAF	MHB
00	22.05.2015	Utkast til RIB	MHB	OAF	MHB

## 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 Kråkstadelva bru fra ca. profil 14325 til ca. profil 14670. Illustrasjon av konstruksjonen er vist i Figur 1-1. Kråkstadelva bru vil ha en brulengde på ca. 345 m fordelt på 11 spenn, hvor største spenn er på 35 m. Brua er en spennarmert platebru og spenner over Kråkstadelva og FV25 Nesveien. Samtlige akser er planlagt fundamentert på borede stålkjernerpeper til berg.



Figur 1-1 K1600 Kråkstadelva bru, oppriss

Foreliggende notat redegjør for geotekniske innspill i forbindelse med prosjektering av denne broen.

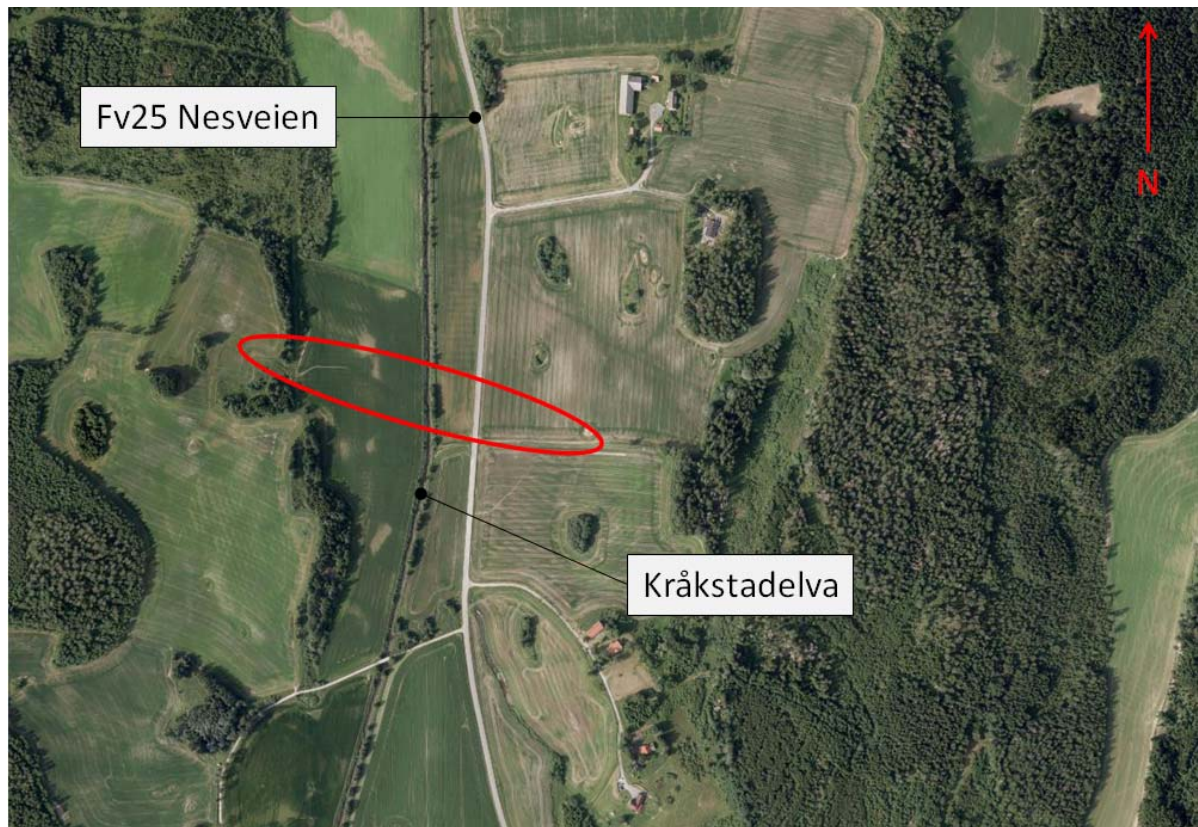
## 2 Referanser

- /1/ Multiconsult, 125103-RIG-NOT-003. Geoteknisk prosjekteringsnotat, revisjon 01, datert 3. september 2015
- /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-007-4, Materialparameterrapport, revisjon 01, datert 3. september 2015
- /5/ Multiconsult, 125103-RIG-NOT-009-4, Områdestabilitetsrapport, revisjon 01, datert 3. september 2015
- /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 brua er planlagt, markert med en rød sirkel.



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

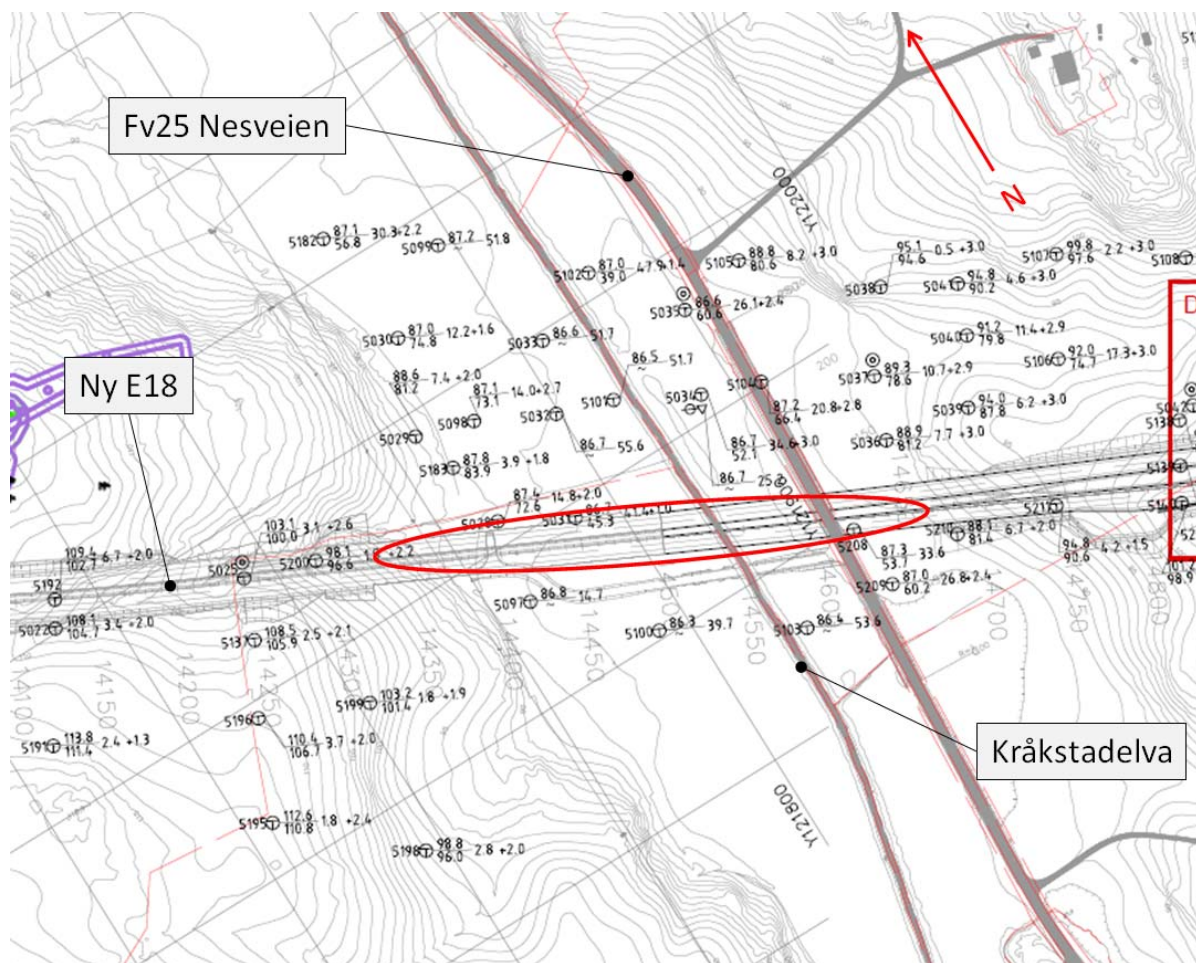
### 3.2 Utførte grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser i området i flere omganger. Resultatene er rapportert i 125103-RIG-RAP-002. Under er det listet en oversikt over undersøkelser utført i nærheten av konstruksjonen:

- 1 stk CPTU
- 2 stk poretryksmålere
- 2 stk 54mm prøveserier
- 13 totalsonderinger

Utdrag fra borplan for konstruksjonen er vist i Figur 3-2.

## Kråkstadelva bru



Figur 3-2: Utsnitt av borplan med utførte grunnundersøkelser nær Kråkstadelva bru.

### 3.3 Grunnforhold

Grunnforholdene i området er beskrevet i notat 125103-RIG-NOT-007-4 ref. /4/ og oppsummert i det følgende.

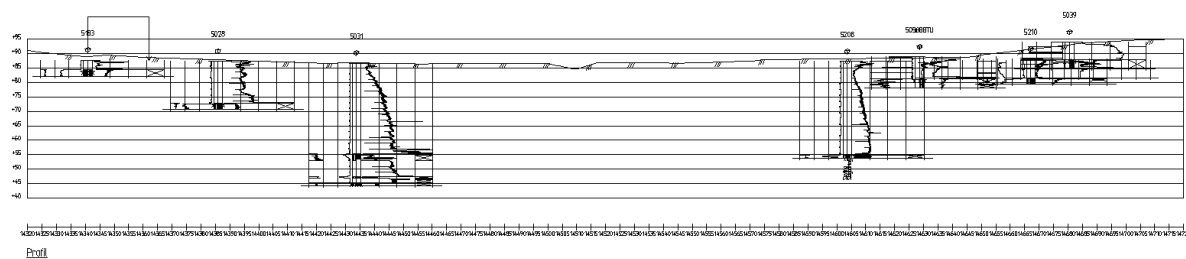
Utførte grunnundersøkelser indikerer at grunnen i området hovedsakelig består av bløt til middels fast leire med middels/høy sensitivitet. Langs Kråkstadelva er det registrert sprøbruddsmateriale i enkelte punkt.

### 3.4 Dybder til berg

Under planlagt tilløpsfylling på vestsiden av broen er berg påtruffet ca. 1-3 m under terreng. Også i skråningen på østsiden av broen indikerer grunnundersøkelsene små dybder til berg. Utførte sonderinger indikerer at dybden til berg øker betraktelig ned mot elven, hvor det i flere punkt er boret til over 50 m uten at berg er påtruffet.

I Figur 3-3 under er det skissert et terrengprofil som viser hvordan dybde til berg varierer i borpunktene i broens lengderetning. Boringer inntil 50 m fra senterlinjen er inkludert i profilet.

## Kråkstadelva bru



Figur 3-3: Terrengsnitt i broens lengderetning

### 3.5 Grunnvannstand

Det er satt ned poretrykksmålere i 2 dybder øst for Kråkstadelva like nord for planlagt bro. Avlesningene indikerer tendenser til artesisk trykk.

Målt dato	5034A (kote +76,7)		5034B (kote +66,7)	
	Terrenghøyde	Trykkehøyde	Terrenghøyde	Trykkehøyde
2015-01-21	86,7	86,2	86,7	86,7
2014-12-15	86,7	86,2	86,7	86,6
2014-11-17	86,7	86,2	86,7	86,5

### 3.6 Områdestabilitet

Områdestabiliteten er vurdert i eget notat 125103-RIG-NOT-009-4, ref. /5/

### 3.7 Forurensning

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 det stedvis er boret opp til 53 m uten å påtreffe berg, i tillegg er det stor variasjon av dybden til berg og forekomst av skrått bergforløpt. Det anbefales derfor 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 løsmassemekting. Med bakgrunn i dette anbefales Krokstadelva bru fundamentert på stålkjernepeler til berg. Det kan også være aktuelt å benytte borede stålrør i enkelte akser. Utførte totalsonderinger viser at dybden til berg varierer mellom 7 til over 53 m fra terreng. Ved utførelse er det viktig å påse at innboring i berg utføres iht. retningslinjene.

### 4.1 Forutsetninger

Pelene beregnes i henhold til Peleveiledningen 2012.

I bruddgrensetilstand skal stålkjernepelene generelt kontrolleres for:

## Kråkstadelva bru

- Installert kapasitet
- Påhengskrefter
- Knekkingspel 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. Det vil si av ved ugunstige forhold vil pelene korrodere 2 mm (ensidig korrosjon) på 100 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: Flytspenning 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 pelene, 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.



Kråkstadelva 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.  $f_a$  vurdert å være 0,90 som tilsvarer gunstige forhold.

Tabell 3: Kapasitet for stålkjernepeler

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	1640
ø120	1828	3033	2730
ø150	2856	4739	4265
ø180	4112	6593	5934

Beregningene viser at knekking vil være dimensjonerende.

For trykkpeler settes minste innboringslengde i godt berg til min 1 m.

Stålkjernepeler 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 innboringsdybde i uforet berghull minimum 3-4 m. Det antas at pelens strekkkapasitet er rundt 60 % av den installerte trykkapasiteten.

## 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  
*Kråkstadelva bru havner i enten seismisk klasse III eller IV (EK8-1 Tabell NA.4(902))*
- $a_g \cdot S < 0.05g = 0.49 \text{ m/s}^2$   
 $a_g \cdot S = g \cdot (0.8 \cdot a_{g40Hz}) \cdot S = 1.4 \cdot (0.8 \cdot 0.55) \cdot 2.0 = 1.23 \text{ m/s}^2$  (ihht. EK8-1 Figur NA.3(901) for seismisk klasse III))
- $S_d(T) < 0.05g = 0.49 \text{ m/s}^2$

## Kråkstadelva bru

*Svingeperiode og responsspekter må vurderes, men erfaringsmessig tilfredsstillles ikke dette kriteriet med grunntype S<sub>2</sub>.*

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

Kråkstadelva 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/.

Midlertidige graveskråninger bør ikke anlegges brattere enn 1:3. Eventuelt brattere graveskråninger så vurderes i samråd med geotekniker.