



Statens vegvesen

E18 Retvet - Vinterbro

Reguleringsplan

Notat

Geotekniske prosjekteringsforutsetninger



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 geotekniske prosjekteringsforutsetninger. Notatet er utarbeidet av Multiconsult ASA.

NOTAT

OPPDRAG	E18 Retvet-Vinterbro	DOKUMENTKODE	125103-RIG-NOT-003
EMNE	Geoteknisk prosjekteringsnotat	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Asplan Viak	OPPDRAGSLEDER	Magnus Hagen Brubakk
KONTAKTPERSON	Eivind Aase	SAKSBEHANDLER	Idun Holsdal
KOPI	Kristi Galleberg	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.

Foreliggende notat gir underlag og premisser for den geotekniske prosjekteringen i forprosjektet med hensyn til regelverk, forutsetninger og grunnforhold.

Rev01 inneholder oppdatering med ny notatmal samt supplering av endelige geotekniske notater i kapittel 13.3

Rev02: Kapittel 4.2 er oppdatert med henvisning til vassdragstekniske vurderinger.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
02	07.12.2015	Revidert etter kommentar fra SVV	MHB	IDH	MHB
01	03.09.2015	Reguleringsplan	IDH/MHB	OAF	MHB
00	16.08.2013	1. Utsendelse	IDH	OAF	OAF

1 Innledning

Statens vegvesen region øst (SVV) skal utarbeide reguleringsplan og teknisk forprosjekt for ny E18 Retvet - Vinterbro. Multiconsult ASA (MC) er engasjert som underleverandør på geofaglig rådgivning og prosjektering til Asplan Viak AS (AV) i dette arbeidet.

Dette notatet beskriver underlag for geoteknisk prosjektering med hensyn til regelverk, forutsetninger og grunnforhold. I notatets siste del påpekes viktige og kritiske momenter for geotekniske arbeider, samt krav til kontroll og aspekter som må ivaretas i den videre prosjekteringen.

Notatet ble utarbeidet tidlig i planfasen og er revidert etter hvert som ny informasjon er innhentet og prosjekteringen har avdekket evt. nye problemstillinger/forutsetninger.

Innhold

1	Innledning	2
2	Kort om prosjektet.....	5
3	Oppdraget og grunnlag for prosjektering.....	5
3.1	Generelt	5
3.2	Multiconsults oppdrag.....	5
4	Området.....	6
4.1	Topografi og grunnforhold	6
4.2	Vannstand og flom.....	6
4.3	Faresoneevaluering – sprøbruddmateriale - områdestabilitet	6
4.4	Tidligere skredaktivitet	6
5	Geotekniske forhold knyttet til prosjektet	7
6	Byggeplassens/ områdets egnethet	7
7	Dimensjonerende verdier for jordegenskaper med begrunnelse	7
8	Geoteknisk prosjektering.....	7
8.1	Generelt	7
8.2	Geoteknisk kategori, konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/CR).....	8
8.3	Kvalitetssystem	8
8.4	Prosjekterings- og utførelseskontroll	9
8.5	Dimensjonerende brukstid	9
8.6	Lastforutsetninger	9
8.6.1	Trafikklast mv.	9
8.6.2	Jordskjelvlaster	10
8.6.3	Grunnvann - poretrykk	11
8.7	Krav til deformasjoner og setninger	11
8.8	Dimensjoneringsmetode	11
8.9	Grensetilstander og partialfaktorer.....	11
8.9.1	Grensetilstander	11
8.9.2	Partialfaktorer for geotekniske parametere/jordparametere	11
8.9.3	Partialfaktorer for påvirkninger	12
8.9.4	Partialfaktor for motstand	13
9	Dimensjonerende verdier- laster.....	13
9.1	Dimensjonerende laster på konstruksjoner og terreng	13
9.2	Jordskjelvlaster	13
10	Beregninger	13
11	Viktige og kritiske momenter	13
11.1	Generelt	13
11.2	Forhold som må kontrolleres og ivaretas i senere prosjekteringsfaser	14

Geoteknisk prosjekteringsnotat

12	Ingeniørgeologisk / hydrogeologisk prosjektering	14
13	Referanser.....	15
13.1	Regelverk, forskrifter, standarder og veiledninger.....	15
13.2	Datarapporter	15
13.3	Geotekniske rapporter og notater- Multiconsult	16
13.4	Andre referanser.....	17

2 Kort om prosjektet

Parsellen E18 Retvet - Vinterbro er ca. 17,5 km, og er siste og nordligste del i prosjektet E18 Østfold som går mellom Vinterbro og Riksgrensen.

Mellom Vinterbro og Retvet skal det bygges ny 4- felts motorvei. Fra Vinterbro til Nygård vil ny trase følge dagens E18, videre sør vil ny E18 gå i egen trase. Fra KDP med KU ble alternativ 3A_4 valgt for strekningen Nygård - Retvet. Traseen går her i hovedsak over dyrket mark og gjennom skogsområder.

Traseen går gjennom et område med delvis krevende grunnforhold. Det er påvist sprøbruddmaterialer i deler av traseen, og traseen krysser flere bekker og elver.

Parsellen inneholder i hovedsak dagstrekninger, men prosjektet vil også innebefatte blant annet brukonstruksjoner, tunneler og løsmassekulvert i delvis svært bløte områder.

3 Oppdraget og grunnlag for prosjektering

3.1 Generelt

Supplerende grunnundersøkelser for reguleringsplan som er utført i perioden høsten 2013 til våren 2015 danner hovedbasis for geoteknisk prosjektering i reguleringsplanfasen. Grunnundersøkelsene er rapportert i /52/ og /53/. I tillegg legges tilgjengelige tidligere utførte grunnundersøkelser mottatt fra Statens vegvesen og fra eget arkiv til grunn. Kfr. forøvrig kapittel 8.1 og referanser i kapittel 13.

Tiltakene skal prosjekteres og bygges iht. Statens Vegvesens håndbøker, gjeldende standarder og Plan- og bygningsloven med forskrift (TEK 10) og veiledning og øvrige aktuelle referanser. Kfr. kapittel 13.1.

3.2 Multiconsults oppdrag

Multiconsults ytelser omfatter geoteknikk og ingeniørgeologi for reguleringsplan/teknisk plan.

Sentrale temaer er stabilitetsforhold inkl. vurdering av områdestabilitet, kvikkleireproblematikk, og fundamenteringsløsninger for bruer og tunnelpåhugg samt lokalstabilitet for fyllinger, skjæringer og konstruksjoner.

Overordnet inngår følgende elementer for disiplin geoteknikk:

- Gjennomgang av strekning med beskrivelse av grunnforhold, geotekniske problemstillinger og beskrivelse av geotekniske tiltak.
- Utførelse og rapportering av supplerende grunnundersøkelser.
- Geoteknisk vurdering mht. fundamentering av konstruksjoner.
- Vurdering av områdestabilitet i områder der dette er aktuelt.

4 Området

4.1 Topografi og grunnforhold

Områdets grunnforhold og topografi er omhandlet i notat RIG-NOT-002 «Beskrivelse av grunnforhold» /54/ og notatserie RIG-NOT-007 «Materialparametere» /55/, og vil ikke bli gjengitt her.

Området er noe kupert, men består i hovedsak av slakt hellende terreng med søkk/dalsøkk, skråninger og lokale forhøyninger. Traseen krysses av flere små og store bekker og elver som enkelte steder har erodert noe ned i landskapet og har skapt lokalt brattere skråninger.

Grunnforholdene langs strekningene varierende. I noen områder er løsmassedekket tynt og det er registrert berg i dagen, mens det i andre områder er sondert til over 50 m dybde uten å påtreffes berg. Løsmassene varierer fra grove masser/morenemateriale til svært bløt og kvikk leire langs parsellen.

4.2 Vannstand og flom

Vannstand/flomvannstand i vassdragene langs traseen er ikke kartlagt og registrert hos NVE-Atlas på www.nve.no. Flomsonkartlegging bør utføres dersom konstruksjoner/vegtrase skal plasseres slik at de kan bli påvirket av flom i noen av de aktuelle vassdragene. I tillegg må også nødvendig erosjonssikring vurderes.

De største vassdragene som går gjennom området er Kråkstadelva, Bølstadbekken, Grytelandsbekken. Det er kjent at Kråkstadelva er utsatt for flom /67/.

Vassdragstekniske vurderinger som følge av ny E18 er presentert i /66/.

4.3 Faresoneevaluering – sprøbruddmateriale - områdestabilitet

Planområdet er ikke omfattet av tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred iht. «Faresonekart - kvikkleire», www.skrednett.no.

Det er imidlertid påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i planområdet. Med utgangspunkt i supplerende grunnundersøkelsene utført i reguleringsplan er det utført en områdeavgrensning for hvor man finner sprøbruddmaterialer, og vurdering iht. sikkerhet mot kvikkleireskred er utført iht. /11/ og /12/ og presentert i egen notatserie /56/.

4.4 Tidligere skredaktivitet

Skredkart på www.skrednett.no viser ingen tidligere skredaktiviteter i området.

Vi er imidlertid kjent med at det gikk et mindre løsmasseskred over E18 mellom Vinterbro og Nygård i april 2000 /46/.

5 Geotekniske forhold knyttet til prosjektet

Følgende hovedmomenter trekkes fram i forhold til geoteknikken i prosjektet:

- Håndtering av områdestabilitet og kvikkleire-/sprøbruddproblematikk iht. /11/ og /12/.
- Lokalstabilitet i elve- og bekkeskrånninger.
- Lokalstabilitet mht. fyllinger og skjæringer.
- Poreovertrykk i grunnen i enkelte områder.
- Fundamentering av nye bruer. Må sørge for at anleggsarbeider kan gjennomføres uten forringelse av stabilitetsforholdene.
- Krysning av Østfoldbanen ved Holstad.
- Plassering av tunnelpåhugg.
- Grunnvannssenking, generelt.
- Setninger på tilstøtende bebyggelse som følge av evt. grunnvannssenking, spesielt i forbindelse med tunneler.
- Setninger og deformasjoner på nye og eksisterende konstruksjoner (bruer, fyllinger, kulvert).
- Midlertidige anleggsveier, adkomst og bæreevne for store maskiner.
- Planlegging og styring av bygge- og anleggsfasen for hele anlegget på en slik måte at sikkerheten mot skred ivaretas i alle faser.

6 Byggeplassens/ områdets egnethet

Parsellen ligger i et område med varierende grunnforhold. I prosjektets reguleringsfase er det vurdert tiltak for å ivareta setnings- og stabilitetsmessige forhold for konstruksjoner, fyllinger og skjæringer.

Reguleringsplanen viser at omfang og behov for tiltak varierer stort langs strekningen. Og at behovet for tiltak er spesielt stort i områder med registrert sprøbruddmateriale og poreovertrykk. Veglinje, konstruksjoner og løsninger som foreligger i reguleringsplan vurderes som gjennomførbare med tiltak beskrevet i planfasen, se egne notater.

7 Dimensjonerende verdier for jordegenskaper med begrunnelse

Valg av dimensjonerende verdier for jordegenskapene med begrunnelse er presentert i egne notater som omhandler valg av materialparametere /55/. Vurderingene er i hovedsak basert på resultater fra grunnundersøkelsene som skal utført av Multiconsult i perioden høsten 2013 til våren 2015.

8 Geoteknisk prosjektering

8.1 Generelt

Prosjekteringen skal følge krav i TEK-10 /13/, NS-EN 1997 /2/ og NS-EN 1990 /1/ samt Statens Vegvesens håndbøker (veiledninger og retningslinjer).

8.2 Geoteknisk kategori, konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/CR)

NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 /2/ stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Vurdering av geoteknisk kategori og konsekvensklasse/pålitelighetsklasse ses under ett (kfr. /1/, /2/ og /7/).

I NS-EN 1997-1 /2/ åpnes det for å differensiere mellom ulike konstruksjonsdeler/-elementer og deler av prosjektene ved bestemmelse av geoteknisk kategori og pålitelighetsklasse.

Tiltaket omfatter i tillegg til veg i dagen på terreng etablering av tunneler, forskjæringer, tilløpsfyllinger, fyllinger, skjæringer, etablering av løsmassetunnel/kulvert og fundamentering av bruer og kulverter.

Det vil være hensiktsmessig å dele inn parsellen inn i områder avhengig av grunnforholdene. For inndeling av geoteknisk kategori mv. settes det et skille ved tiltak i områder som inneholder sprøbruddmaterialer og tiltak i områder som ikke har masser med sprøbruddegenskaper.

På grunn av registrert kvikkleire i planområdet må prosjektet også vurderes i henhold til krav gitt i NVE-retningslinjer /11/ og /12/.

Med det overstående som utgangspunkt velges derfor følgende generelle inndeling for geoteknisk kategori, og dermed også krav til geoteknisk prosjektering:

- Områdestabilitet: Geoteknisk kategori 3
- Utgraving og byggepropsikring, sprøbruddmateriale: Geoteknisk kategori 3
- Fundamentering og lokalstabilitet sprøbruddmateriale: Geoteknisk kategori 3
- Utgraving- og byggepropsikring, ikke sprøbruddmateriale: Geoteknisk kategori 2
- Fundamentering og lokalstabilitet, ikke sprøbruddmateriale: Geoteknisk kategori 2

I byggeplan vil det være grunnlag for å se mer detaljert på valg av geoteknisk kategori avhengig av type problemstilling/kompleksitet/vanskelighetsgrad når problemstillingene er vurdert nærmere på grunnlag av supplerende grunnundersøkelser og valgt veilinje/type tiltak. Krav til geoteknisk prosjektering iht. geoteknisk kategori er beskrevet i /2/.

NS-EN 1990:2002+NA2008 (/1/) definerer byggverks plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/RC). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B i tabell B1 (informativt), mens veiledende eksempler på plassering av byggverk og grunn-/fundamenteringsarbeider i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1 (901). Statens vegvesen har i sin håndbok V220/7/ gjort en sammenstilling av forholdet mellom geoteknisk kategori og pålitelighetsklasse.

Basert på dette og på en forutsetning om at standardens intensjon er å knytte valg av pålitelighetsklasse til valgt geoteknisk kategori gir dette følgende generelle inndeling i forhold til konsekvensklasse/pålitelighetsklasse:

- Områdestabilitet: CC/CR 3
- Utgraving- og byggepropsikring, sprøbruddmateriale: CC/CR 3
- Fundamentering og lokalstabilitet, sprøbruddmateriale: CC/CR 3
- Utgraving- og byggepropsikring, ikke sprøbruddmateriale: CC/CR 2
- Fundamentering og lokalstabilitet, ikke sprøbruddmateriale: CC/CR 2

I byggeplan vil det være grunnlag for å se mer detaljert på valg av CC/CR senere i prosjektet på samme måte som beskrevet for geoteknisk kategori over.

8.3 Kvalitetssystem

NS-EN 1990:2002+NA:2008 /1/ krever at ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal et kvalitetssystem være tilgjengelig, og at dette systemet skal tilfredsstillere NS-EN ISO

9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. Multiconsult sitt system tilfredsstiller sistnevnte, og kravet er ivarettatt.

8.4 Prosjekterings- og utførelseskontroll

NS-EN 1990:2002+NA:2008 /1/ gir føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse. Tiltak som faller inn under CC/CR 3 vil havne inn under Kontrollklasse U.

I henhold til tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) /1/ gir dette følgende generelle krav til prosjekteringskontroll.

- Områdestabilitet: Kontrollklasse U (Utvidet)
- Utgraving og byggegrøpsikring: Kontrollklasse U(Utvidet) eller N (Normal)*
- Fundamentering: Kontrollklasse U(Utvidet) eller N (Normal)*

**Avhenger av geoteknisk kategori og CC/CR. Kfr. kapittel 8.2.*

Normal kontroll utføres som grunnleggende kontroll (egenkontroll) med kollegakontroll.

For kompliserte byggverk/prosjekter bør den ekstra kontrollformen i utvidet prosjekteringskontroll utføres av et annet foretak enn det som utførte prosjekteringen. I øvrige tilfeller kan denne kontrollen utføres som en utvidet kollegakontroll, kfr./1/ og /7/.

Hvorvidt prosjekteringen av et tiltak/konstruksjon havner innenfor definisjonen «komplisert» vil avhenge av tiltakets art og hvorvidt metodikken er velkjent. Herunder da også prosjekterendes erfaring med tilsvarende løsninger for tilsvarende grunnforhold.

I denne planfasen av prosjektet er følgende kontrollformen benyttet etter avtale med fagansvarlig hos byggherren:

- Områdestabilitet: Kontrollklasse U (Utvidet)
- Utgraving og byggegrøpsikring: N (Normal)*
- Fundamentering: N (Normal)*

8.5 Dimensjonerende brukstid

I henhold til /9/ skal bruer normalt prosjekteres for 100 års dimensjonerende brukstid.

8.6 Lastforutsetninger

8.6.1 Trafikkklaster mv.

Karakteristiske trafikk- og terrenglaster velges iht. /7/ kapittel 0.3.5, se Tabell 1

Tabell 1 Karakteristiske trafikk- og terrenglaster

Tilfelle	Benevning	Størrelse	Enhet	Kommentar
Trafikklast ved stabilitetsberegning	F_{rep}	10	kPa	Jevnt fordelt belastning på 10 kPa over hele vegens planeringsbredde hvis ugunstig, (0 hvis gunstig), banketter inkludert. Tilsvarende gjelder for gang- og sykkelveger.
Trafikkaster på terreng ved konstruksjoner som støttmurer, landkar og armerte jordkonstruksjoner	F_{rep}	20	kPa	Gjelder på fylling for vegbruer og ferjekaier med trafikklast på veg bak konstruksjonen i 6 m bredde plassert i ugunstigste posisjon i tverrprofilet
Øvrig del av vegbanen inkludert skuldre, gangbane og eventuell midtdeler	F_{rep}	5	kPa	Gjelder ved konstruksjoner. Jevnt fordelt belastning fra hjulaksler.
Vegtrafikk bak støttmurer/støttekonstruksjon	F_{rep}	20	kPa	Jevnt fordelt over hele vegarealet. Virkningen av resulterende jordtrykk med dybden regnes å være begrenset til 5 m under terreng.
Terrenglast bak støttekonstruksjon uten vegtrafikk	F_{rep}	5	kPa	Jevnt fordelt over terreng bak støttekonstruksjonen. Skal dekke mulig belastning fra jordbruksrelaterte aktiviteter, snølast og lignende. Virkningen av resulterende jordtrykk med dybden regnes å være begrenset til 5 m under terreng.

8.6.2 Jordskjelvlaster

Støttekonstruksjoner

Kapittel 7 i Eurokode 8-5 /5/ angir detaljerte krav for tilbakefyllinger bak støttevegger og design av støttekonstruksjoner under jordskjelvpåkjennning. Ved vurdering av jordtrykk for støttekonstruksjoner legges prinsippene i denne til grunn.

Bruprosjektering

Kravene i Eurokode 8 Del 2: Bruer /4/ med støtte i HB N400 Bruprosjektering /9/ legges til grunn ved vurdering av geoteknisk input til RIB for seismisk dimensjonering av brukonstruksjoner.

Stabilitetsberegninger

Fra HB V220 /7/:

4.3.7 Jordskjelvanalyser

For skråningsstabilitet vil treghetsinduserte horisontalkrefter måtte tas hensyn til.

Det er imidlertid ikke pr. i dag vanlig praksis å ta hensyn til jordskjelvlaster ved stabilitetsberegninger i Norge (eller i Sverige). I forbindelse med prosjektering av ny E18 i Vestfold (Gulli - Langåker) har Statens Vegvesen, Vegdirektoratet, Multiconsult og Trafikverket i Sverige hatt en lengre diskusjon om hvorvidt jordskjelvlaster skal inkluderes / vil være dimensjonerende for stabilitetsberegninger i vegprosjekter i Norge. Med referanse til denne diskusjonen tas det derfor, som normalt her i landet, ikke hensyn til jordskjelvlaster i stabilitetsberegningene i foreliggende prosjekt. Det er ikke kjent for oss at det har kommet nye formalkrav i forbindelse med dette temaet.

8.6.3 Grunnvann - poretrykk

Grunnvannstand og poretrykksforhold vurderes for hver problemstilling på grunnlag av relevante målinger i nærheten og/eller med utgangspunkt i konservative overslag basert på stedlig geometri og grunnforhold.

8.7 Krav til deformasjoner og setninger

Krav til setninger og deformasjoner framgår av kapittel 205.1 og 205.2 i /8/. Det må planlegges med løsninger som sikrer jevne setninger i overgang mellom tilløpsfyllinger og landkar/bruer, ved kulvertkryssninger og stikkrenner.

8.8 Dimensjoneringsmetode

NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 /2/ kapittel 2.4.7.3.4 angir tre ulike dimensjoneringsmetoder for geoteknikk, dvs. tre ulike metoder for hvordan forholdet mellom dimensjonerende lastvirkning og dimensjonerende motstand skal avveies. Ved geoteknisk prosjektering benyttes i Norge dimensjoneringsmetode 3 i henhold til NA:2008 med unntak av peler der det benyttes dimensjoneringsmetode 2.

For dimensjonering av peler benyttes dimensjoneringsmetode 2.

Kombinasjon: A1 "+" M1 "+" R2"

For fyllingsarbeider, stabilitetsberegninger og setningsvurderinger benyttes dimensjoneringsmetode 3.

Kombinasjon: (A1* eller A2**) "+" M2 "+" R3"

* På konstruksjonslaster

** På geotekniske laster

8.9 Grensetilstander og partialfaktorer

8.9.1 Grensetilstander

Fyllingsarbeider og stabilitet:

I stabilitetsberegningene er bruddgrensetilstand dimensjonerende. For setningsvurderinger legges bruksgrensetilstanden til grunn.

Fundamenteringsarbeider:

For dimensjonering av fundamentering for bruer og konstruksjoner er bruddgrensetilstanden dimensjonerende for bæreevne- og stabilitetsbetraktninger. Deformasjoner og setninger vurderes via bruksgrensetilstanden.

8.9.2 Partialfaktorer for geotekniske parametere/jordparametere

Krav til partialfaktorer for geotekniske parametere vurderes ut fra tabell 0.3 i HB V220 /7/, og knyttes til aktuell konsekvensklasse og bruddmekanisme. Nedenfor er figur 0.3 fra HB V220 /7/ gjengitt (Figur 1). Skravuren viser aktuelt variasjonsområde for partialfaktorer i dette prosjektet.

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,25 / 1,4 *	1,3 / 1,4 *	1,4
CC2 Alvorlig	1,3 / 1,4 *	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

* NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 krever at $\gamma_M \geq 1,4$ ved totalspenningsanalyser

Figur 0.3 Partialfaktorer for γ_M ved effektivspennings- og totalspenningsanalyser

Figur 1: Tabell i figur 0.3 i HB V220 /7/ - partialfaktorer ved effektivspennings- og totalspenningsanalyser.

Det ovenstående gjelder for lokalstabilitet for konstruksjoner/tiltak.

For global-/områdestabilitet gjelder følgende iht. /7/:

Dersom beregnet $\gamma_M > 1,4$ for områdestabilitet så kan dette sikkerhetsnivået aksepteres. Dersom beregnet $\gamma_M < 1,4$ for områdestabiliteten så kan prinsippet om % - vis forbedring vurderes benyttet dersom det er teknisk umulig å oppfylle kravene til absolutt partialfaktor. Krav til % - vis forbedring varierer lineært mellom 0 % og 20 % avhengig av beregnet (initial) γ_M for global stabilitet (kfr. /7/).

Videre åpner HB V220 åpner for å akseptere materialfaktor lavere enn krav gitt i Figur 0.3 ved analyse av områdestabilitet dersom forholdene uten prosjektert tiltak (dagens situasjon) gir lavere materialfaktor enn krav. Det vil da normalt forutsettes av det prosjekterte tiltaket gjennomføres på en måte som gir uendret eller økt materialfaktor og slik at faktorer som kan utløse brudd eller skred unngås [Fotnote d i Figur 0.2 /7/].

8.9.3 Partialfaktorer for påvirkninger

Fyllingsarbeider/Stabilitet/Jordtrykk:

Krav til partialfaktorer for påvirkninger settes i henhold til tabell NA.A.3 i /2/. Denne tabellen henviser til NS-EN 1990:2002/NA:2008 /1/, tabell NA.A1.2 (B) og (C) (hhv. A1 og A2):

For geotekniske laster, herunder også påvirkninger på grunnen (konstruksjonslaste og trafikklaster) for analyser av skråninger og områdestabilitet, skal **sett A2** benyttes:

$$\gamma_{Q,1} = 1,3$$

$$\gamma_{Gj} = 1,0$$

Konstruksjonslaste:

For konstruksjonslaste (bl. a. ved dimensjonering av pelefundamenter og bygnings-/konstruksjonslaste på terreng mv.) skal **sett A1** benyttes. Den minst gunstige av følgende kombinasjoner 1) og 2) skal anvendes:

1)

- Ugunstige permanente laste ($G_{kj,sup}$): $\gamma_{Gj,sup} = 1,35$
- Gunstige permanente laste ($G_{kj,inf}$): $\gamma_{Gj,inf} = 1,00$
- Dominerende variabel last ($Q_{k,1}$): $\psi_0 * \gamma_{Q,1} = 0,7 * 1,5 = 1,05$ ($\gamma_{Q,1} = 0$ hvis gunstig)
- Øvrige variable laste ($Q_{k,i}$): $\psi_0 * \gamma_{Q,i} = 0,7 * 1,5 = 1,05$ ($\gamma_{Q,i} = 0$ hvis gunstig)

2)

- a. Ugunstige permanente laster ($G_{k,j,sup}$): $\gamma_{G,j,sup} = 0,89 * 1,35 = 1,20$
- b. Gunstige permanente laster ($G_{k,j,inf}$): $\gamma_{G,j,inf} = 1,00$
- c. Dominerende variabel last ($Q_{k,1}$): $\psi_0 * \gamma_{Q,1} = 1,5$ ($\gamma_{Q,1} = 0$ hvis gunstig)
- d. Øvrige variable laster ($Q_{k,i}$): $\psi_0 * \gamma_{Q,i} = 0,7 * 1,5 = 1,05$ ($\gamma_{Q,i} = 0$ hvis gunstig)

8.9.4 Partialfaktor for motstand

Fyllingsarbeider/stabilitet/direktefundamentering

Partialfaktor for motstand, γ_R , bestemmes ut fra tabell NA.A.14 /2/ (for skråninger og områdestabilitet). Tabellen gir: $\gamma_{R,e} = 1,0$ (R3).

Partialfaktorer for motstand ved bæreevne og glidemotstandsberegninger er angitt i tabell NA.A.5 /2/. Der er $\gamma_{R,v} = \gamma_{R,h} = 1,0$ (R3).

Dette betyr at motstanden i løsmassene ikke skal reduseres utover det som framkommer ved å legge på partialfaktor for geotekniske parametere.

Pelefundamentering

Partialfaktorer for motstand ved pelefundamentering er angitt i tabellene NA.A.6 til NA.A.8 i /2/ (hhv. rammede peler, borede peler, augerborede peler). Tabellene er ikke gjengitt her.

Ved dimensjonering iht. dimensjoneringsmetode 2 skal jordens motstand reduseres med de tilhørende faktorene i tabellene angitt over.

9 Dimensjonerende verdier- laster

9.1 Dimensjonerende laster på konstruksjoner og terreng

Dimensjonerende laster på konstruksjoner og terreng framkommer ved multiplikasjon av karakteristiske verdier med tilhørende partialfaktor for påvirkning.

9.2 Jordskjelvlaster

Det vises til kapittel 8.6.2.

10 Beregninger

Geotekniske beregninger presenteres i egne tekniske beregningsnotater.

11 Viktige og kritiske momenter

11.1 Generelt

Parsellen går gjennom områder med til dels svært dårlige grunnforhold med sprøbruddmaterialer. Tiltakene og utførelsen/anleggsarbeidene må planlegges og utføres på en slik måte at stabiliteten i området ivaretas i hele anleggsfasen og i permanentfasen.

- Utgravings- og fyllingsarbeider (herunder også massedeponering) må planlegges og utføres slik at tilstrekkelig sikkerhet oppnås i alle faser.

Geoteknisk prosjekteringsnotat

- Pelearbeider må utføres uten oppbygging av store poreovertrykk.
- Utførelsesavvik kan medføre betydelige utglidninger med fare for liv og helse i ytterste konsekvens.
- Omtale områder med poreovertrykk.

11.2 Forhold som må kontrolleres og ivaretas i senere prosjekteringsfaser

Øvrige viktige og kritiske forhold som er identifisert gjennom geoteknisk planlegging og prosjektering i reguleringsplan må følge prosjektet inn i de senere fasene. Dette er avgjørende for å sikre at lokal- og områdestabilitet blir ivaretatt forsvarlig i alle faser helt fram til driftsfasen. Forholdene inngår i notater som omhandler dagsoner, områdestabilitet og konstruksjoner, ref./56/ til /65/.

12 Ingeniørgeologisk / hydrogeologisk prosjektering

Den geologiske prosjekteringen har konsentrert seg om tunnelene på vegstrekningen.

Geologiske rapporter og kart, samt tidligere utførte grunnundersøkelser danner prosjekteringsforutsetninger for geologisk prosjektering, sammen med supplerende grunnundersøkelser. I tråd med retningslinjene i HB N500 er omfanget av grunnundersøkelser lagt på et nivå slik at behovet for supplerende undersøkelser i byggeplanfasen minimeres. Det er foretatt ingeniørgeologisk feltkartlegging, kjerneboringer og refraksjonsseismiske undersøkelser. Registreringene er benyttet som grunnlag for å vurdere geologiske forhold langs tunneltraséene. Dette omfatter bl.a. bergarter, oppsprekning, svakhetssoner, samt bergoverdekning. Den ingeniørgeologiske prosjekteringen har gitt viktige innspill til andre fag, f.eks. veg- (behov for linjejusteringer horisontalt og vertikalt) og konstruksjon- (påhuggsplasseringer – grensesnitt mot portalkonstruksjoner).

Tunnelenes innvirkning på influensområdet er også utredet. Dette omfatter eksempelvis rystelser (fra sprengningsarbeid) og grunnvann / innlekkasje.

Det er utarbeidet en geologisk rapport med presentasjon av måleresultater, observasjoner og vurderinger. Rapporten er delt inn i en faktadel og en tolkningsdel. I tilknytning til denne rapporten er det utarbeidet ingeniørgeologiske tegninger (geologiske kart og –lengdeprofiler).

13 Referanser

13.1 Regelverk, forskrifter, standarder og veiledninger

For geotekniske prosjektering legges følgende til grunn:

- /1/. NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008 (Eurokode 0)
- /2/. NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 7)
- /3/. NS-EN 1998-1:2004 + A1:2013 + NA:2014 (Eurokode 8-1)
- /4/. NS-EN 1998-2:2005 + A1:2009 + A2:2009 + NA:2014 (Eurokode 8-2)
- /5/. NS-EN 1998-5:2004 + NA:2014 (Eurokode 8-5)
- /6/. RIF veileder til NS-EN1998, Dimensjonering for jordskjelv (RIF, september 2010)
- /7/. Statens vegvesen Håndbok V220 - Geoteknikk i vegbygging (juni 2014)
- /8/. Statens vegvesen Håndbok N200 – Vegbygging (juni 2014)
- /9/. Statens vegvesen Håndbok N400 – Bruprosjektering (2015)
- /10/. Statens vegvesen Håndbok V221 – Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (juni 2014)
- /11/. Retningslinjer nr. 2/2011 "Flaum- og skredfare i arealplanar" (NVE)
- /12/. Veileder nr. 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» (NVE, utgitt april 2014)
- /13/. Plan og bygningsloven, Byggeteknisk forskrift -TEK 10 og veileder til TEK 10, sist revidert 01.07.11.

13.2 Datarapporter

- /14/. Veglaboratoriet. C 29:Rapport om grunnundersøkelser for (Rv. 6) E18 ved Holstad st. (1960)
- /15/. Veglaboratoriet. C 29-A:Tilleggsrapport om grunnundersøkelser for (Rv. 6) E18 ved Holstad st. (1962)
- /16/. Veglaboratoriet. Cd 195: G/S-veg, Sneissletta - Nygård. (1982)
- /17/. Veglaboratoriet. C 208:Redegjørelse for fundamenteringsforholdene for ombygging av Holstad bru rv .6 (1964)
- /18/. Veglaboratoriet. Cd 327 B: Grunnundersøkelser for grøfter i Vinterbrokrysset. (1968)
- /19/. Veglaboratoriet. Cd 327 B: Redegjørelse for fundamenteringsforholdene for motorveg Oslo gr. - Vinterbro. (1967)
- /20/. Veglaboratoriet. Cd 327 B -1: Tilleggsrapport om fundamenteringsforholdene. (1968)
- /21/. Veglaboratoriet. Cd 327 B -1: Redegjørelse om fundamenteringsforholdene for E6 Mosseveien. (1968)
- /22/. Veglaboratoriet. Cd 327 C: Redegjørelse om fundamenteringsforholdene for Europaveg E6 Mosseveien. (1969)
- /23/. Veglaboratoriet. C 495-1: Rv. 152 Parsell Holstad- Kjølstadhøyden. Grunnundersøkelse (1972)
- /24/. Veglaboratoriet. C 497A-1: Grunnundersøkelser for alt. omlegging av E18 ved Holstad stasjon (1974)
- /25/. Veglaboratoriet. C 527A-1:E18 Gangbru ved Nygårdskrysset (1973)

Geoteknisk prosjekteringsnotat

- /26/. Veglaboratoriet. C 527B-1: E18 Gangbru ved Nygårdskrysset, alt. 1975 (1976)
- /27/. SVV. Cd 590 -1: Grunnundersøkelser for E6 x E18 Vinterbrokrysset (1988)
- /28/. SVV. Cd 590 A: Vinterbrokrysset, Vinterdalen bru. Grunn- og fundamenteringsforhold. (1991)
- /29/. SVV. Cd 590 B: Vinterbrokrysset, Myrås bru. Grunn- og fundamenteringsforhold. (1991)
- /30/. SVV. Cd 590 C: Vinterbrokrysset, Vassflo bru. Grunn- og fundamenteringsforhold. (1991)
- /31/. SVV. Cd 590 D: Vinterbrokrysset. Grunn- og fundamenteringsforhold. (1991)
- /32/. Veglaboratoriet. Cd 675: Utbedring Sneissletta. Grunnundersøkelser. (1981)
- /33/. Veglaboratoriet. Cd 694: Ny vektstasjon v /Nygård. Grunnforhold. (1991)
- /34/. Taugbøl og Øverland. Cd 697: E6- omlegging ved Holstad. Grunnforhold. (1991)
- /35/. NSB Engineering. Gk. 4330- 1: Delparsell Ski -Holstad, alt.B. Grunnundersøkelser (1989)
- /36/. NSB Engineering. Gk. 4330- 2: Delparsell Holstad- Ås, alt.B. Grunnundersøkelser (1989)
- /37/. GeoMap. Gk.4333: NSB - Hurumbanen- refraksjonsseismiske undersøkelser (1990)
- /38/. SVV. Cd 854-1: E18 x Rv. 152 Holstadkrysset, Grunnundersøkelser (1998)
- /39/. SVV. Cd 854-03: E18 Holstadkrysset, Oversiktskart (2002)
- /40/. SVV. Cd 854-04: E18 Holstadkrysset, Enkeltboringer (2002)
- /41/. SVV. Cd 731: Rap.1.Søndre tverrveg. Grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger (2002)
- /42/. SVV. Cd 731: Rap.2. E18 Nygårdskrysset. Grunnundersøkelser (2004)
- /43/. SVV. Cd 731: Rap. 3.Rv. 154, Søndre tverrveg. Datarapport (2004)
- /44/. Scandiaconsult. Cd731 D/K12921-1: Leonardobraua i Ås. Supplerende undersøkelser. (2000)
- /45/. SVV. Cd 751 D: Leonardo da Vinci's bru. Grunnundersøkelser. (2000)
- /46/. SVV. Cd 908-1. Ras mellom Vinterbro og Nygård. (2001)
- /47/. Statkraft Grøner. 242751-R01: Vinterbro Næringspark- Grunnundersøkelser. (2001)
- /48/. SVV/Multiconsult. Cd 923: Vinterbro- Assurtjern. Grunnundersøkelser. (2004)
- /49/. GeoPhysix. 11271. E18 Parsell: Akershus grense- Vinterbro. Refrakjonsseismiske undersøkelser (2011)
- /50/. Løvlien Georåd. Rapport 11-40 nr. 1.E18 Ski- Ås. Feltarbeid (2011)
- /51/. Løvlien Georåd. Rapport 11-40 nr. 2 E18 Ski -Ås. Laboratoriarbeid (2011)

13.3 Geotekniske rapporter og notater- Multiconsult

- /52/. Multiconsult, 125103-RIG-RAP-001. Datarapport 1
- /53/. Multiconsult, 125103-RIG-RAP-002. Datarapport 2
- /54/. Multiconsult, 125103-RIG-NOT-002. Beskrivelse av grunnforhold (2013)
- /55/. Multiconsult, 125103-RIG-NOT-007, og -007-1 til 007-7. Materialparametere
- /56/. Multiconsult, 125103-RIG-NOT-009, og -009-1 til 009-7. Områdestabilitet

Geoteknisk prosjekteringsnotat

- /57/. Multiconsult, 125103-RIG-NOT-010. Dagsonenotat
- /58/. Multiconsult, 125103-RIG-NOT-012. Konstruksjonsnotat – Bølstadbekken bru
- /59/. Multiconsult, 125103-RIG-NOT-013. Konstruksjonsnotat – Skuterudbekken bru
- /60/. Multiconsult, 125103-RIG-NOT-014. Konstruksjonsnotat – Kråkstadelva bru
- /61/. Multiconsult, 125103-RIG-NOT-015. Konstruksjonsnotat – Retvet bru
- /62/. Multiconsult, 125103-RIG-NOT-019. Konstruksjonsnotat – Overgangsbruer og undergangskulverter
- /63/. Multiconsult, 125103-RIG-NOT-020. Konstruksjonsnotat – Holstad bru, kryssing av Østfoldbanen
- /64/. Multiconsult, 125103-RIG-NOT-021. Konstruksjonsnotat – Tunnelportaler
- /65/. Multiconsult, 125103-RIG-NOT-022. Konstruksjonsnotat – Vinterbrokrysset bruer
- /66/. Asplan Viak, AV 532554 230 Rapport – Vassdragstekniske vurderinger som følge av ny E18

13.4 Andre referanser

- /67/. Statens vegvesen/ Optimal geoteknikk. E18 Akershus-grense- Vinterbro. Overordnede Geotekniske vurderinger (2011).