

# NOTAT

Oppdrag **6130006 E6 Nordnes Manndal**  
 Kunde **Statens vegvesen**  
 Notat nr. **6130006-Geo01**  
 Dato **07.11.2013**  
 Til  
 Fra **Rambøll NORGE AS, Geo og miljø**  
 Kopi

## Murer ved tunnelportal Monsastuberga Geoteknisk dimensjonering

### 1. Generelt

Dato 12. november 2013

#### 1.1 Oppdrag

Rambøll har oppdrag for Statens Vegvesen Region Nord med geoteknisk vurdering for deler av byggeplan for prosjektet E6 Nordnes-Manndalen i Kåfjord i Troms. Dette notatet omhandler geoteknisk sikkerhet for tørrmurer omkring tunnelportal ved Monsastuberga.

Rambøll  
 Mellomila 79  
 N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00  
 F +47 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

#### 1.2 Prosjekt

Grunnlag for beregninger og vurderinger er Svv's tegninger K100C01-F1 og K100C05- F1. Tegningene er vedlagt notatet.

Ref.  
 Dokument ID 6130006 Notat  
 Geo 01 .docx  
 Version 0

Murene blir fundamentert på fjell, eller på portalkonstruksjonens betongfundament på fjell, og bakfylt med sprengstein. Det er forutsatt fronthelning 3:1 og jevn murtykkelse i hele høyden.

Utført av : OAR  
 Kontrollert av: OMM  
 Godkjent av: MBP

#### 1.3 Geoteknisk prosjektklasse og materialkoeffisienter

Prosjektering er utført i henhold til Eurocode 7 og Statens Vegvesens Håndbok 016.

For dette vegprosjektet vurderes konsekvensklassen til generelt å ligge i CC2, iht. figur 1.

| Konsekvensklasse | Beskrivelse                                                                                                                 | Eksempel på bygg og anlegg                                                                                 |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CC3              | Stor konsekvens i form av tap av menneskelig, eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser         | Tribuner, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er store (f.eks. en konserthall)                 |
| CC2              | Middels stor konsekvens i form av tap av menneskelig, betydelig økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser         | Boliger og kontorbygg, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er betydelig (f.eks. et kontorbygg) |
| CC1              | Liten konsekvens i form av tap av menneskelig, og små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser | Landbruksbygninger der mennesker vanligvis ikke oppholder seg (f.eks. lagerbygninger), drivhus.            |

Figur 1: Definisjon av konsekvensklasse.

I henhold til Håndbok 016 er partialfaktor valgt ut fra tabell under. For CC2 er partialfaktor valgt til  $\gamma_M \geq 1,4$ . For disse murene er dette et meget forsiktig valg, da det her er **seig** bruddmekanisme.

| 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*              | <u>1,4</u>     | 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 totalspenningsanalyse

Figur 2: Partialfaktorer.

## 1.4 Generelle forutsetninger som gjelder for hele parsellen

Noen generelle momenter som gjelder for hele parsellen:

- Alle planerings og fyllingsarbeider utføres i samsvar med Statens Vegvesens Håndbøker og Prosesskoder.
- All matjord og humusholdige masser skal fjernes før oppfylling utføres.
- All torv/myr i områder for vegfylling skal masseutskiftes.
- Ved skjæringer i både fjell og løsmasser kan det stedvis påregnes at vann renner frem i kontaktflaten mellom materialene. Silt/finsand masser og bløt leire med silt-/finsandlag blir ofte sterkt oppbløtt i utgravinger. Behov for, og omfang av, midlertidige og permanente tiltak for å hindre oppbløtingsproblemer (drenering, filterbelastning og lignende) vil variere lokalt, og kan ikke angis nå, men må vurderes på stedet.
- Generelt krav til sikkerhetsfaktor for stabilitet er  $F=1,4$ , jfr. Statens vegvesens Håndbok 016.

## 2. Grunnforhold

### 2.1 Generelt

Ingen originale løsmasser er involvert i de geotekniske forhold. Fundamentene kommer enten på berg eller på en betongsåle som ligger på berg. Ved sikkerhetskontrollene er antatt at det kan ligge et tynt lag av pukklag mellom nederste murblokk og berget.

### 2.2 Geotekniske parametere

Ved beregningene er valgt  $a = 0 \text{ kPa}$ ,  $\tan \rho = 0.9/1.4 = 0.64$ , både i fylling bak muren, og for glidningskontroll i et evt. pukklag mellom mur og berg. Pukklaget er forutsatt å være så tynt at det ikke er fare for bæreevnebrudd i laget.

Tyngdetetthet av bakfyll er valgt til  $20 \text{ kN/m}^3$ , og tyngdetetthet av mur er satt til  $23 \text{ kN/m}^3$ .

## 3. Dimensjonering av nødvendig murtykkelse.

### 3.1 Generelt

Dimensjoneringene er utført vha et Excel regneark etter metoder og krav i Hb. 016 kap 9.3, Tørrmurer.

Det er forusatt at bæreevnen alltid vil være tilstrekkelig, dvs. at krav til resultantens beliggenhet (sikkerhet mot velting) og sikkerhet mot glidning er dimensjonerende. Dette forutsetter at et evt. pukklag mellom berg og uk mur må være meget tynt, og ingen steder mer enn 10 % av effektiv fundamentbredde, dvs ca 5 % av total fundamentbredde. Om tykkere lag er nødvendig må det brukes magerbetong.

Murhøyden er regnet som høyde fra uk. nederste blokk til terrengnivået bak muren. Dvs at murvekt over dette terrengnivået er neglisjert. Her, der det ikke er noen fare for bæreevnebrudd, er dette en forenkling til den sikre side.

Evt stabiliserende jordtrykk foran murfot er også neglisjert.

Jordtrykkskoeffisienter er tatt ut fra diagram i Hb 016, for terrenghelning 1:2 bak muren, og vertikal ruhet  $r_{bak} = 0.7$  ( i hht. Fig 9.1 i pkt 9.2.1 i Hb 016). Det korte horisontale parti bak muren er altså neglisjert.

En ytterligere forenkling i regnearket er at det regnes lineær trykkøkning fra 0 kPa i terrengnivå, til  $k_A (\gamma H + q)$  ved uk mur. Dvs at benyttet jordtrykk ved topp mur er for lavt, mens det under 5 m dybde (der det ikke skal regnes jordtrykk fra lasten  $q$ ) er for høyt. Dette kan gi noen dm for stor "tillatt murhøyde", spesielt for lave murer. Kontrollberegning (stikkprøver) viser imidlertid at dette mer enn oppveies av det stabiliserende bidrag fra den ekstra vekt av blokken over terreng, og det er derfor ikke korrigert for dette. I tillegg gir det horisontale parti bak muren en manglende vekt i toppen som omtrent tilsvarer den manglende lasten.

Det må bare brukes selvdrenerende puk/sprengstein el tilsv. uten finstoff i bakfyllingene. Det er forutsatt grunnvannstand ved/under uk. mur ved beregningene, men da bæreevnen her alltid vil være tilstrekkelig er beregningene også tilstrekkelig nøyaktige for en situasjon der grunnvannstanden ligger i terreng foran muren.

Det er forutsatt terrenglast på skråningen bak muren =  $5 \text{ kPa} \times 1.3 = 6.5 \text{ kPa}$ .

Sikkerheten mot glidning mellom murblokkene vil alltid være større enn sikkerheten mot glidning i bunnfugen.

### 3.2 Beregningsresultater

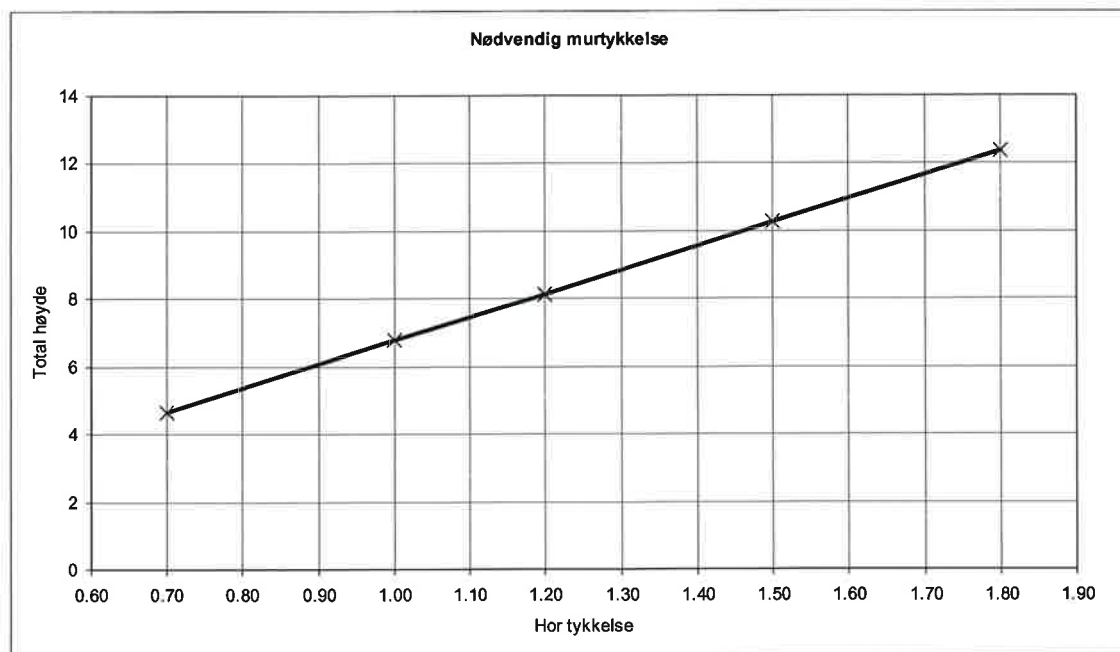
Ut fra tegningsgrunnlaget er det vanskelig å avgjøre overgangene mellom mur på berg og mur på betongsåle nøyaktig. Da mur på betongsåle får ca 1 m mindre høyde i samme profil har vi valgt å beregne nødvendig murtykkelse for forskjellige murhøyder og presentere sammenhengen mellom høyde og nødvendig murtykkelse i et diagram. Ved detaljopptegning av muren kan da nødvendig tykkelse for de forskjellige partier tas ut av diagrammet. Diagrammet er vist nedenfor, og dessuten er regnearket med oppsummering av beregningsresultater og krav, samt diagrammet vedlagt.

Nødvendig tykkelse er bestemt ut fra Hb 016's krav  $B_0 \geq 0.57 B$ .

Beregningene viser at når kravet til  $B_0$  akkurat er oppfylt, blir mobilisert ruhet under muren  $r_b = 0.91$  for alle høyder. I hht. Fig 6.3 i Hb 016 er kravet  $r_b \leq 0.90$ . Vi mener at  $r_b = 0.91$  her er fullt akseptabelt, da det her bare er et glidningsproblem, ikke et bæreevneproblem. (Sikkerheten mot ren glidning ved  $r_b = 0.91$  er  $1.4/0.91 = 1.54$ .)

Et evt. avrettingslag må være meget tynt for å unngå bæreevnebrudd i dette laget (se pkt. 3.1).

Sammenheng mellom murhøyde og nødvendig horisontal murtykkelse.



Utarbeidet av

*Odd Arne Rye*  
Odd Arne Rye

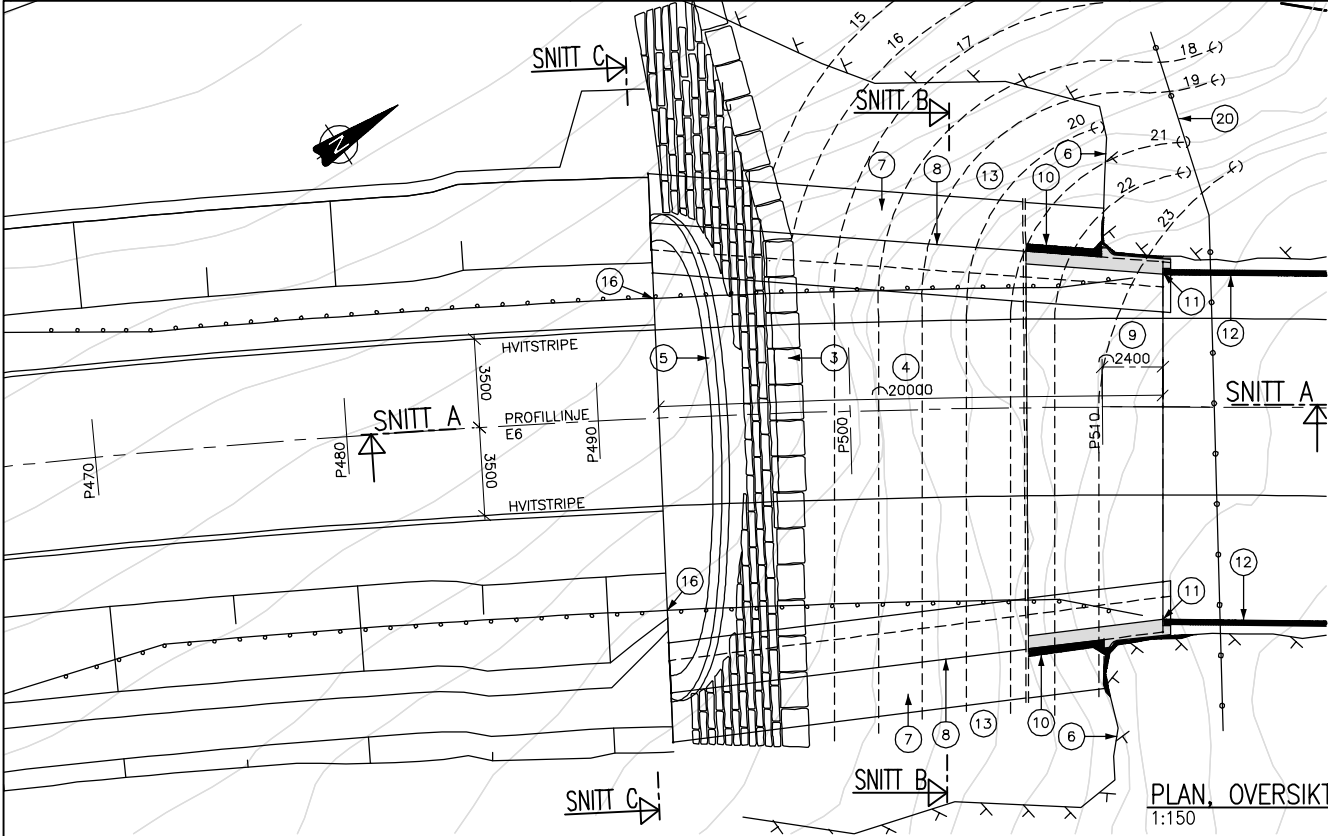
Kontrollert av

*Odd Musum*  
Odd Musum

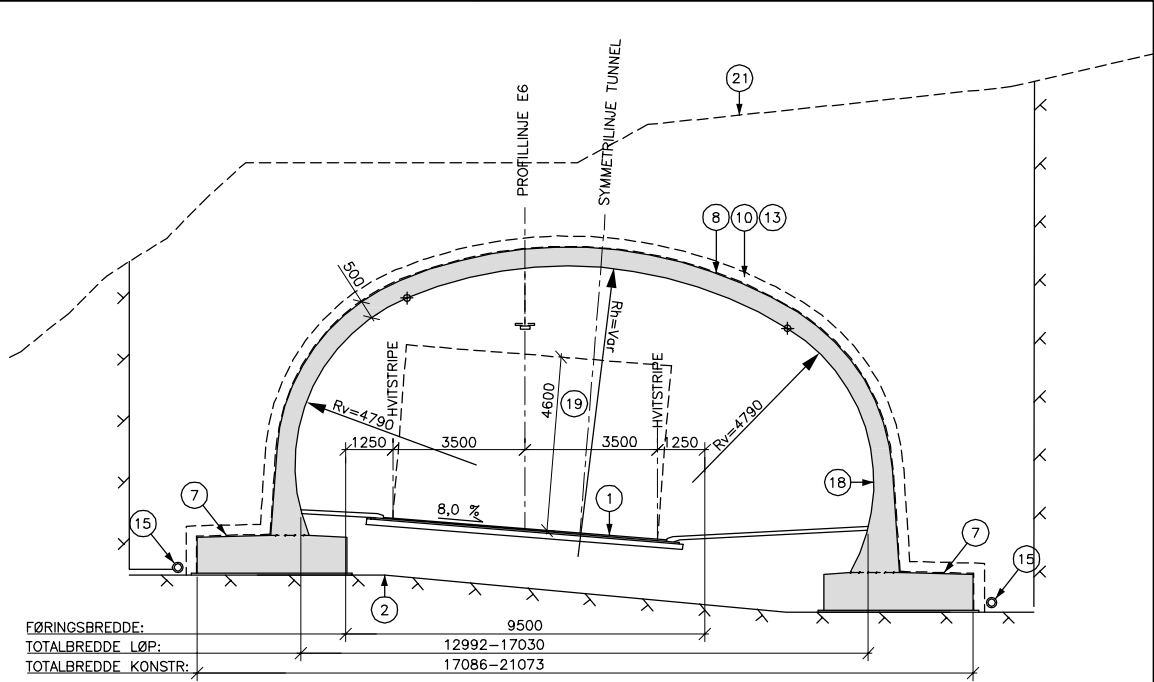
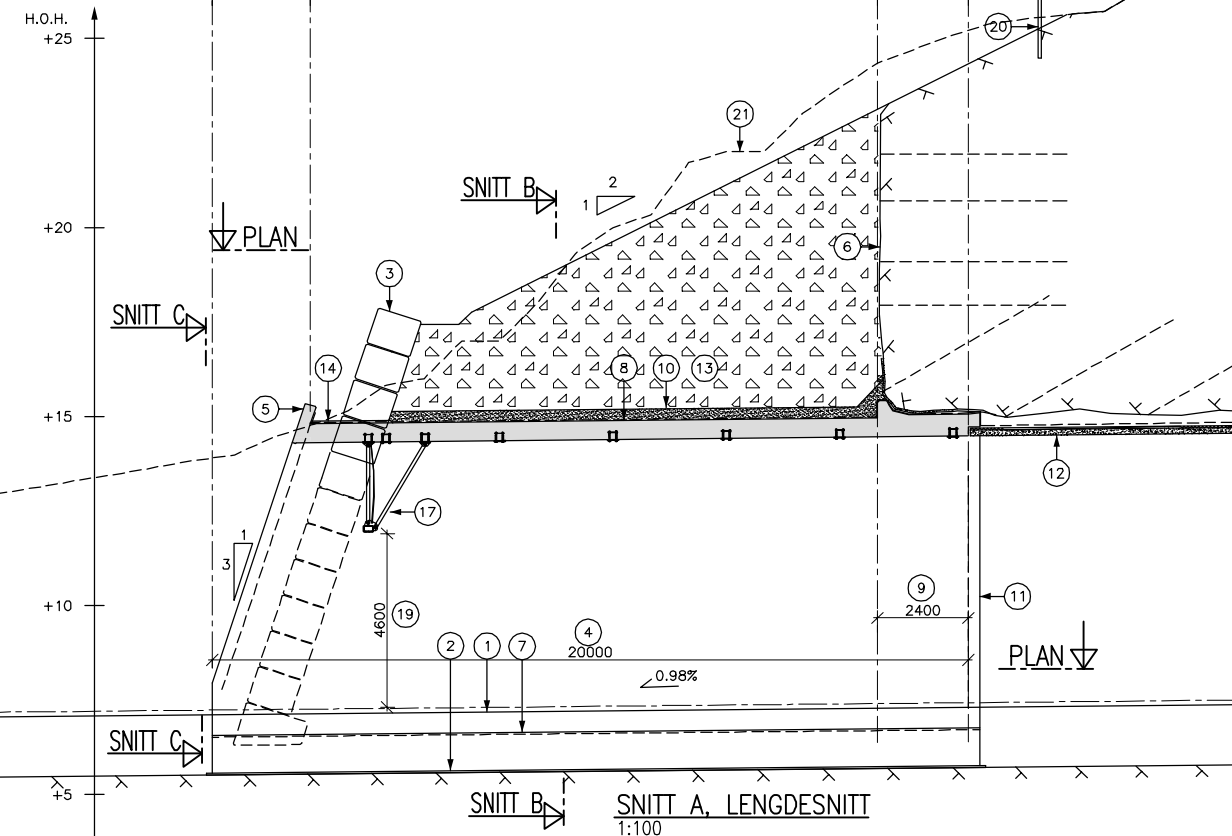
Godkjent av

*Marit B. Pedersen*  
Marit Bratland Pedersen

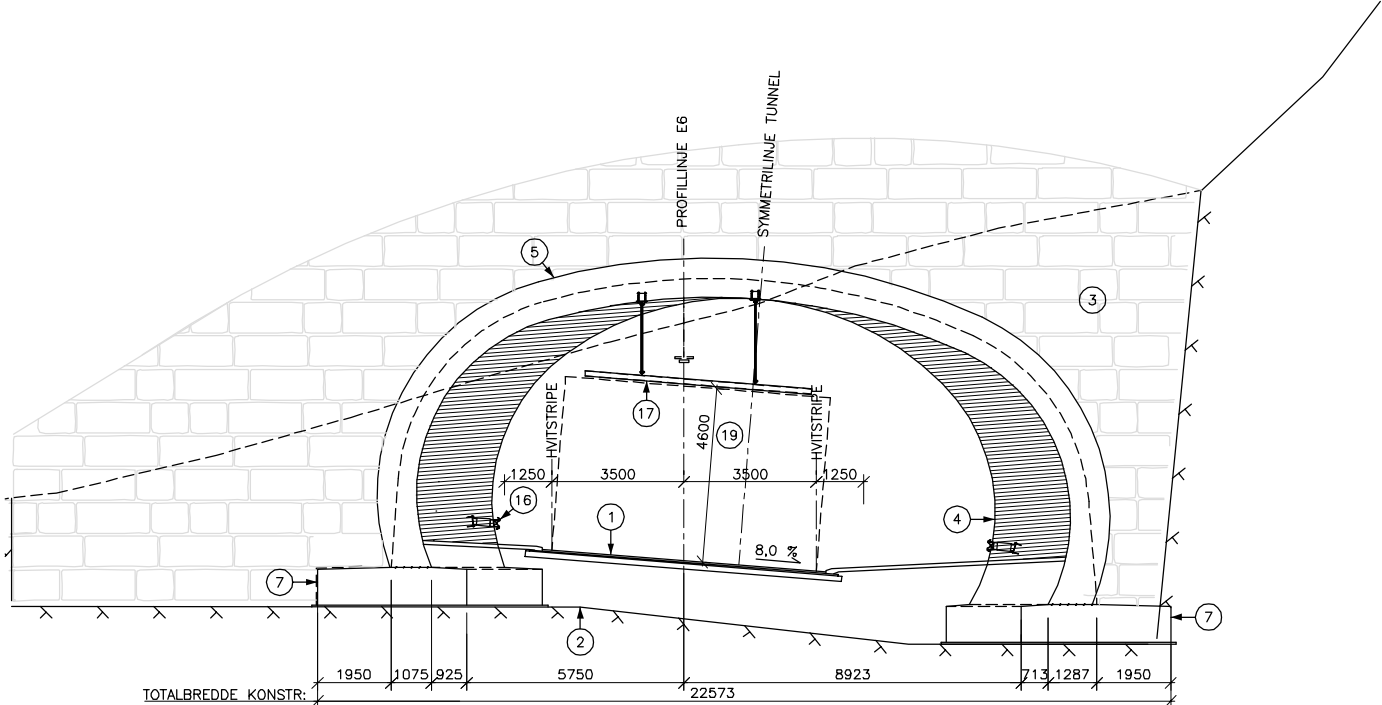
- Vedlegg
1. Tegning K100C01-F1 Oversiktstegning
  2. Tegning K100C05-F1 Lengdesnitt
  3. Regneark med sammendrag av støttemurberegninger.



|                          |        |        |        |        |        |                                                                                     |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| PORTALLENGDE             |        | 20000  |        |        |        |                                                                                     |
| PROFILNUMMER             | P492.4 | P495   | P500   | P510   | P512.4 | P515                                                                                |
| PROFILHØYDE              | +7.236 | +7.261 | +7.310 | +7.409 | +7.432 | +7.458                                                                              |
| HØR. KURVATUR PR. LINJE  | R=450m |        |        |        |        |                                                                                     |
| VERT. KURVATUR PR. LINJE | -0.98% |        |        |        |        |                                                                                     |
| TVERRFALL                | 8.0%   |        |        |        |        |  |



SNITT B, TYPISK TVERRSNITT  
1:100



SNITT C, OPPRISS PORTAL  
1:100

## ANMERKNINGER:

DIMENSJONERINGSGRUNNLAG:  
- STATENS VEGVESENS HÅNDBØKER:  
- 185, BRUPROSJEKTERING 2011.  
- 026, PROSESSKODE 2 2012  
- 016, GEOTEKNIKK I VEGBYGGING 2010  
- 021, VEGTUNNELER 2010  
- NS-EN 1990-1999

MATERIALKVALITETER:  
BETONG: FASTHETSKLASSE B45 SV40.  
ARMERING: FASTHETSKLASSE B500NC.

UTFØRELSESKLASSE: 3 (NS-EN-13670).  
BESTANDIGHETSKLASSE: MF-40.  
EKSPONERINGSKLASSE: XC4, XD3, XF2  
NØYAKTIGHETSKLASSE: B (HB 026)

GRUNNFORHOLD:  
BERG.

FUNDAMENTERING:  
FUNDAMENTSÅLE STØPES DIREKTE PÅ BERG.

KONSTRUKSJON:  
PLASTSTØPT TUNNELPORTAL.  
DIM. OVERFYLLING VED PORTAL PÅHUGG: 151 kN/m<sup>2</sup>.  
(TILSVARER 7,95m MED SPRENGSTEINSFYLLING)  
DIM. OVERFYLLING VED PORTALÅPNING: 63 kN/m<sup>2</sup>.  
(TILSVARER 3,3m MED SPRENGSTEINSFYLLING)

ÅRSTALL FOR FERDIGSTILLELSE: 2014

VEGTYPE GJENNOMGÅENDE VEI: S2  
ÅDT BEREKNET TIL 1100  
FARTSGRENSE 80KM/T

- 1) GJENNOMGÅENDE VEG E6
- 2) UTSPRENGT BERGKONTUR.
- 3) TØRRSTEINSMUR. HELNING 3:1. SE TEGNING K000C02.
- 4) TRAKTFORMET PORTAL IHT. HB 021
- 5) KRAGE RUNDT PORTALÅPNING.
- 6) BERGPÅHUGG SIKRES ETTER ANVISNING FRA INGENIØRGEOLOG.
- 7) FUNDAMENTSÅLE.
- 8) 2mm PLASTMEMBRAN TYPE 2 IHT TABELL 8.1 i HB 163. DET LEGGES FIBERDUK OVER OG UNDER. SE FORØVRIG BELEGNINGSTEGNING K100C09.
- 9) KONTAKTSTØP, L=2,4m, MOT MEMBRAN MOT FILTMATTE PÅ SPRØYTEBETONG. BERGBOLTER KAPPPES OG DEKKES MED SPRØYTEBETONG.
- 10) 300mm BESKYTTELSESLAG AV SAND MOT MEMBRAN.
- 11) SLISS FOR BETONGELEMENTER.

- 12) BETONGELEMENTER MED VANN- OG FROSTSIKRING.
- 13) TELESIKKER SPRENGSTEINSFYLLING RUNDT PORTAL. SE K100C02 FOR DETALJER.
- 14) MEMBRAN BESKYTTES MED 70mm SPRØYTEBETONG MED SYNTETISKE FIBER. ARMERES SENTRISK MED NETT K131.
- 15) DRENSRØR IHT. G-TEGNING.
- 16) OVERGANGSREKKVERK STYRKEKLASSE N2 FØRES INN OG FORANKRES I TUNNELVEGG. DET SKAL BENYTTES CE MERKET, GODKJENT OVERGANGSREKKVERK MONTERT ETTER MONTASJEMANUAL FRA PRODUSENT ELLER LEVERANDØR.
- 17) HØYDEHINDER. SE K000C01.
- 18) TUNNELPROFIL.
- 19) FRIHØYDE.
- 20) SIKRINGSGJERDE.
- 21) ANTATT EKSISTERENDE BERGKONTUR.

## GENERELT:

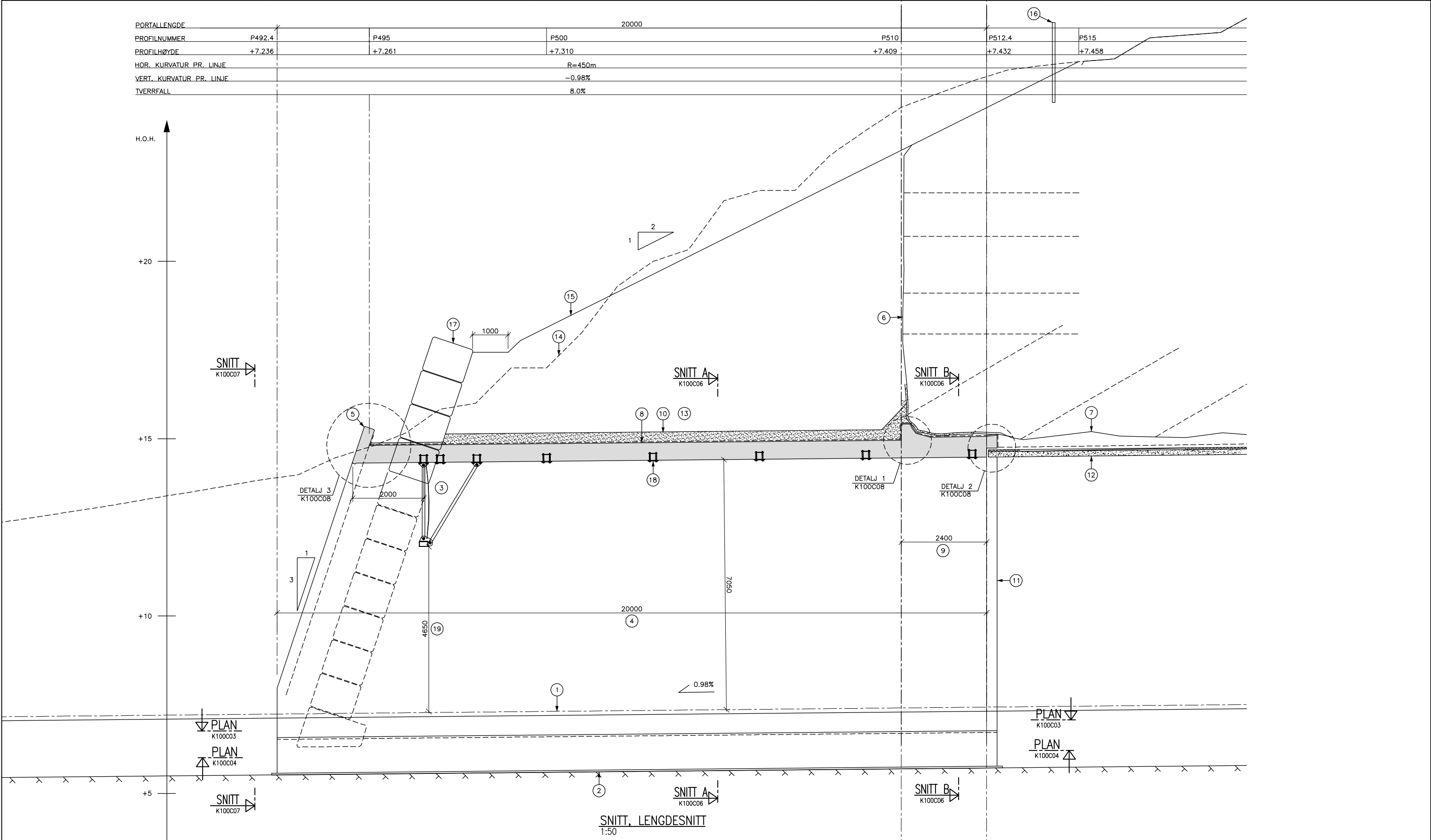
ALLE HJØRNER AVFASES MED 20mm TREKANTLEKT

INSPEKSJON, DRIFT OG VEDLIKEHOLD  
IHT. HÅNDBOK 111, 136 OG 147.

## HENVISNINGER:

K100C02: FUNDAMENTERINGSPLAN  
K100C03: FUNDAMENTPLAN  
K100C04: PORTALHVELV  
K100C05: LENGDESNITT  
K100C06: TVERRSNITT  
K100C07: OPPRISS PORTAL  
K100C08: DETALJER  
K100C09: BELEGNINGSTEGNING  
K000C01: HØYDEHINDER  
K000C02: TØRRSTEINSMUR  
K000C03: REKKVERKSTEGNING

|          |                        |                  |       |          |            |
|----------|------------------------|------------------|-------|----------|------------|
| Revisjon | Revisjonen gjelder     | Utarb            | Kontr | Godkjent | Rev. dato  |
| F1       | Teknisk delgodkjenning | JHA              | IRH   | MAH      | 02.08.2013 |
|          |                        | Saksnr.          |       |          |            |
|          |                        | Tegningsdato     |       |          |            |
|          |                        | Bestiller        |       |          |            |
|          |                        | Produsert for    |       |          |            |
|          |                        | Produsert av     |       |          |            |
|          |                        | PROF-nummer      |       |          |            |
|          |                        | Arknummer        |       |          |            |
|          |                        | Byggesaknummer   |       |          |            |
|          |                        | Målestokk A1     |       |          |            |
|          |                        | Tegningsnummer/  |       |          |            |
|          |                        | revisjonsbokstav |       |          |            |
|          |                        | K100C01          |       |          |            |
|          |                        | F1               |       |          |            |



### ANMERKNINGER:

DIMENSJONERINGSGRUNNLAG:

- STATENS VEGVESENS HÅNDBØKER:
- 185, BRUPROSJEKTERING 2011.
- 026, PROSESSKODE 2 2012
- 016, GEOTEKNIKK I VEGBYGGING 2010
- 021, VEGTUNNELER 2010
- NS-EN 1990-1999

MATERIALKVALITETER:

BETONG: FASTHETSKLASSE B45 SV40.

ARMERING: FASTHETSKLASSE B500NC.

UTFØRELSESKLASSE: 3 (NS-EN-13670).

BESTANDIGHETSKLASSE: MF-40.

EKSPONERINGSKLASSE: XC4, XD3, XF2

NØYAKTIGHETSKLASSE: B (HB 026)

1 GJENNOMGÅENDE VEG E6.

2 UTSPRENGT BERGKONTUR.

3 HØYDEHINDER. SE TEGNING K000C01.

4 TRAKTFORMET PORTAL MED SKRÅUTVIDELSE AV VEGGER 1:10.

5 KRAGE RUNDT PORTALÅPNING.

6 BERGPÅHUGG SIKRES ETTER ANVISNING FRA INGENIØRGEOLOG.

7 SPRENGNINGSPROFIL FOR TUNNEL.

8 MEMBRAN PÅ PORTAL. TYPE IHT. BELEGNINGSTEGNING K100C09.

9 KONTAKTSTØP, L=2m, MOT MEMBRAN MOT FILTMATTE PÅ SPRØYTEBETONG. BERGBOLTER KAPPES OG DEKKES MED SPRØYTEBETONG.

10 300mm BESKYTTELSESLAG AV SAND MOT MEMBRAN.

11 SLISS FOR TUNNELKLEDNING 300x250mm.

12 BETONGELEMENTER MED VANN- OG FROSTSIKRING.

13 TELESIKKER SPRENGSTEINSFYLING RUNDT PORTAL. SE K100C02.

14 EKSISTERENDE BERG.

15 NYTT TERRENG

16 SIKRINGSGJERDE.

17 TØRRSTEINSMUR. SE TEGNING K100C07 OG GENERELL TEGNING K000C02.

18 FESTER FOR KABELBRU MED AVSTAND MAX c/c 3.0m AVSTAND VURDERES AV ENTREPENØR I FORHOLD TIL VALGT KABELBRU. SE DETALJ 5 K100C08.

19 HØYDEHINDER MONTERES 4650mm OVER FERDIG VEI.

### GENERELT:

ALLE SYNLIKE HJØRNER AVFASER MED 20mm TREKANTLEKT.

### HENVISNINGER:

K100C01: OVERSIKTSTEGNING

K100C02: FUNDAMENTERINGSPLAN

K100C03: FUNDAMENTPLAN

K100C04: PORTALHVELV

K100C06: TVERRSNITT

K100C07: OPPRISS PORTAL

K100C08: DETALJER

K100C09: BELEGNINGSTEGNING

K000C01: HØYDEHINDER

K000C02: TØRRSTEINSMUR

| Revisjon            | Revisjonen gjelder     | Utarb            | Kontr          | Godkjent         | Rev. dato  |
|---------------------|------------------------|------------------|----------------|------------------|------------|
| F1                  | Teknisk delgodkjenning | JHA              | IRH            | MAH              | 02.08.2013 |
| Saksnr.             |                        |                  |                |                  |            |
| Tegningsdato        |                        |                  |                |                  |            |
| Bestiller           |                        | Linda Hansen     |                |                  |            |
| Produsert for       |                        | Region nord      |                |                  |            |
| Produsert av        |                        | Rambøll Norge AS |                |                  |            |
| PROF-nummer         |                        |                  |                |                  |            |
| Arknummer           |                        |                  |                |                  |            |
| Byggesaknummer      |                        | 19-2856          |                |                  |            |
| Målestokk A1        |                        | 1:50             |                |                  |            |
| Konkurransegrunnlag |                        |                  |                |                  |            |
| Utarbeidet av       | Kontrollert av         | Godkjent av      | Konsulentarkiv | Tegningsnummer/  |            |
| J.Halvorsen         | I. R. Høiseeth         | M. A. Helland    | 1120924        | revisjonsbokstav |            |
|                     |                        |                  |                |                  | K100C05    |
|                     |                        |                  |                |                  | F1         |



