



## Statens vegvesen

Saksbehandler/telefon:  
Anette W. Magnussen / 913 69 501  
Vår dato: 13.05.2016  
Vår referanse:

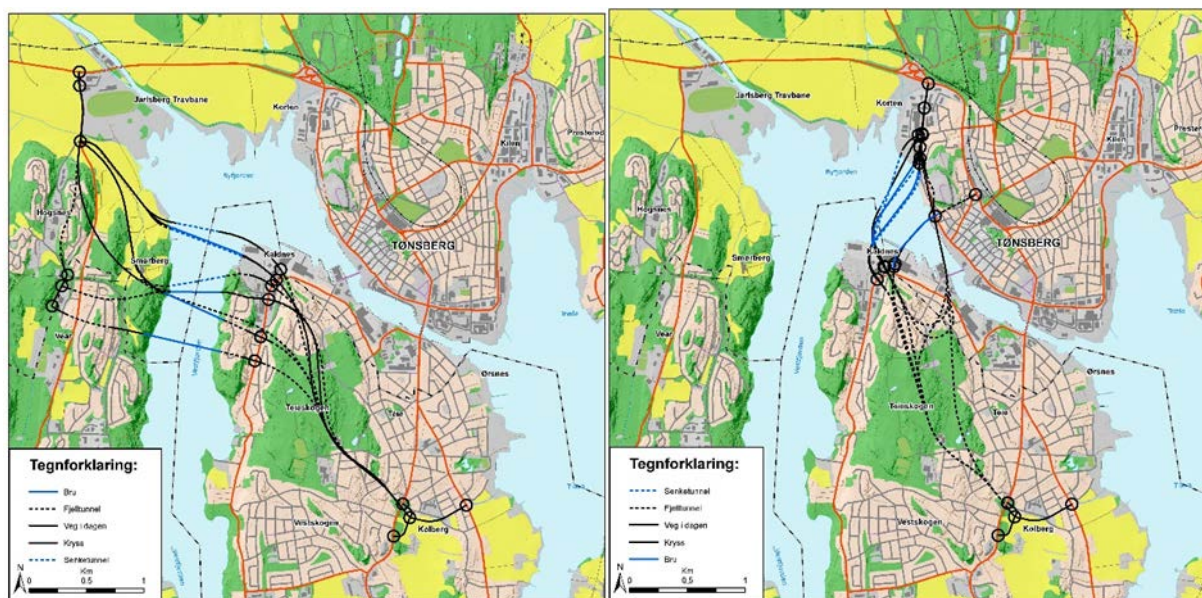
### Notat

Til: Prosjekt Fastlandsforbindelse fra Nøtterøy og Tjøme  
v/Steinar Aspen  
Fra: Ingeniørgeolog Anette Wold Magnussen  
Kopi til:

## Ingeniørgeologisk vurdering av Alternativ 17100

### Innledning

Interkommunal kommunedelplan for ny fastlandsforbindelse fra Nøtterøy og Tjøme er et delprosjekt innenfor Bypakke Tønsberg-regionen. I startfasen i prosjektet er det jobbet med svært mange mulige nye vegløsninger i to korridorer, se figur 1. Statens vegvesen har utarbeidet en rapport for siling av alternativer, der det anbefales videreføring av 4 alternativer i korridor 1 og 3 alternativer i korridor 2. Under arbeidet med silingsrapporten kom det fram at den tekniske gjennomførbarheten for lang tunnel i berg i alternativ 17100 i korridor 2 er svært usikker. Dette notatet belyser denne usikkerheten, og gir en anbefaling om at alternativet tas ut under videre planlegging.



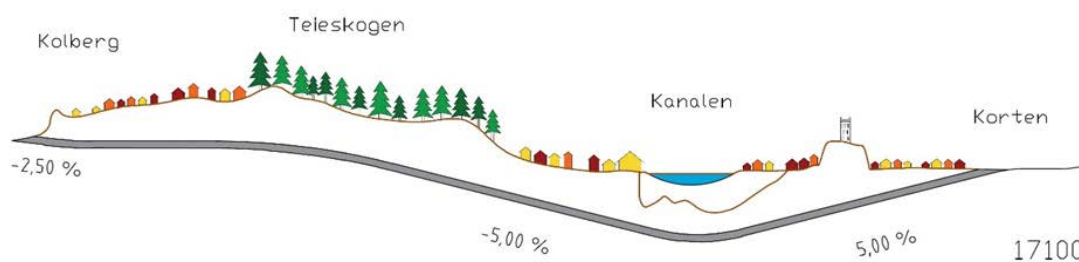
Figur 1 Korridor 1 (venstre) og 2 (høyre)

## Alternativ 17100

Alternativ 17100 krysser Byfjorden i lang bergtunnel fra Kolberg under området ved eksisterende gangbru og fram til Korten, se figur 2 og 3.



Figur 2 Alternativ 17100



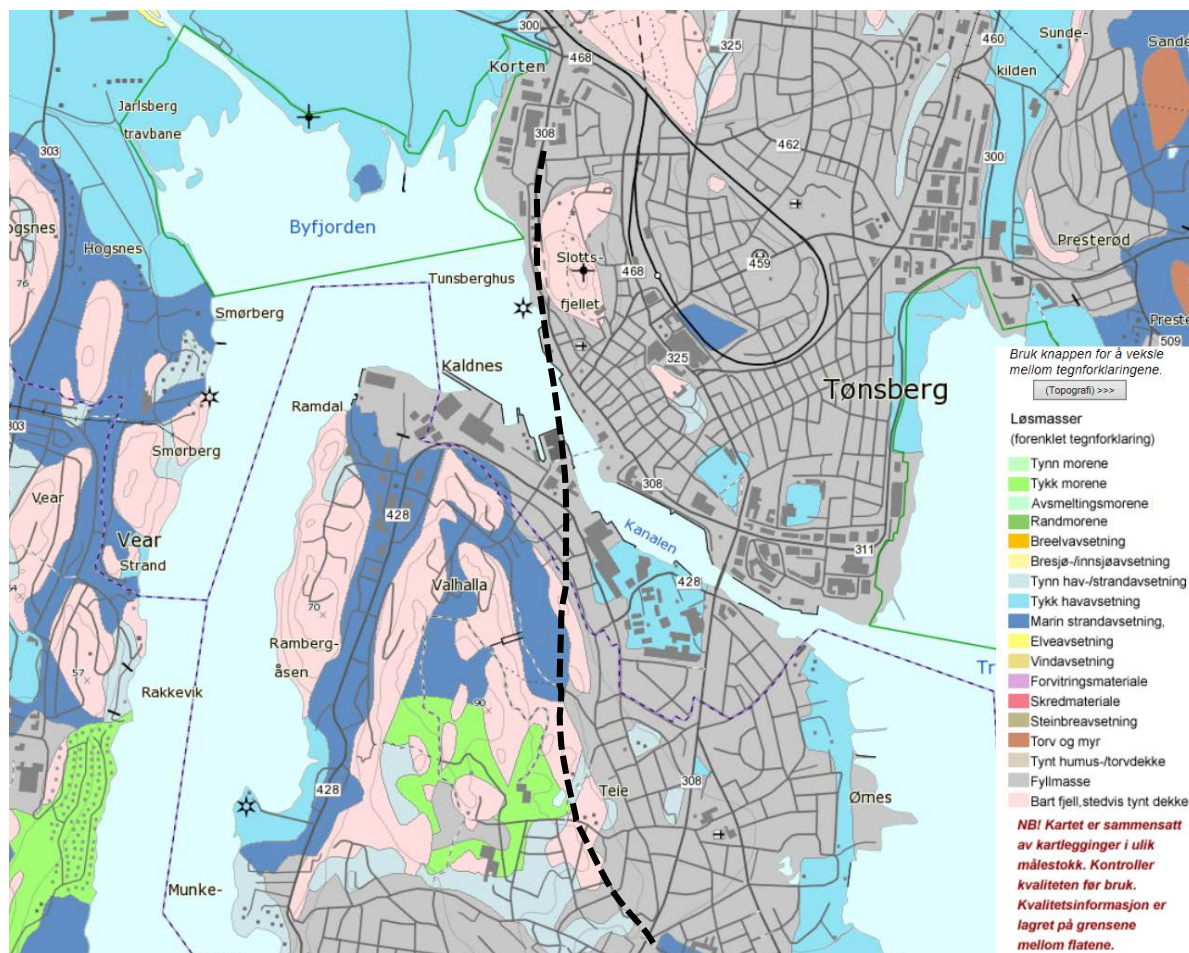
Figur 3 Skisse av lengdeprofil for alternativ 17109

Vedlegg A viser skisser av lengdeprofiler for tre ulike løsninger for alternativ 17100.

## Geologiske forhold

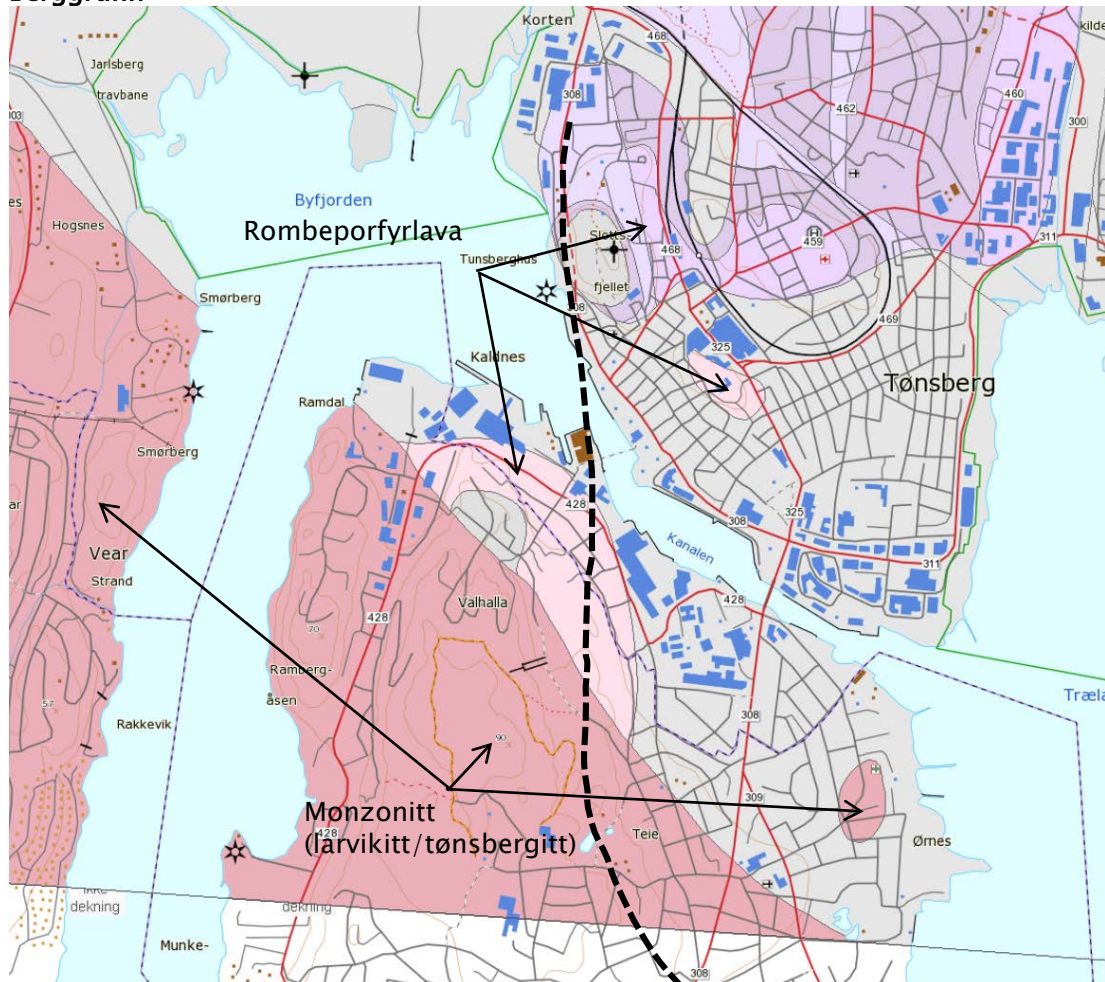
### Løsmasser

Løsmassekart fra NGU (Figur 4) viser marine strandavsetninger (blå farger) og områder med berg i dagen/liten løsmassemektighet (rosa farge). Deler av områder er markert som fyllmasser (grå farge). Dette er områder der det er tilført fyllmasser eller er påvirket av menneskelig aktivitet.



Figur 4 Løsmassekart fra NGU. Stiplet linje viser omtrentlig tunneltrasé.

## Berggrunn



Figur 5 Berggrunnskart fra NGU (1:50000). Stiplet linje viser omtrentlig tunneltrasé.

Bergartene i det aktuelle området er av vulkansk opprinnelse. En eventuell bergtunnel vil i sør gå gjennom dypbergarten monzonitt (larvikitt/tønsbergitt) fra Kolberg fram til et sted under Teieskogen. I dette området er det en bergartsgrense og tunnelen vil videre gå i lavabergarten rombeporfyrr med vekslende sammensetning. Bergartsgrensen er uregelmessig.

### Utførte grunnundersøkelser

I forbindelse med Tønsbergpakke fase 2 ble det gjort en geologisk undersøkelse av området for vurdering av tunneltrasé under Byfjorden. Vedlegg B viser Geologisk kart fra geologisk rapport til Tønsbergpakke fase 2 (Gyøry 2005), samt profil for det alternativet som ble undersøkt den gang.

Blå farge er kartlagt tønsbergitt (monzonitt), lys rød farge er kartlagt rombeporfyrr og gul farge er løsmasser/fyllmasser.

Regionale forsenkninger i terrenget skjuler ofte knusningssoner eller forkastninger, og er overdekket av løsmasser. De røde linjene på kartet i Vedlegg B viser antatte svakhetssoner/knusningssoner som er tolket ut fra kartlegging i terrenget og flyfoto.

I forbindelse med tidligere veg- og utbyggingsprosjekter er det gjennomført grunnundersøkelser i form av totalsonderinger (borepunkter til berg) i det aktuelle området. Topografien på fjordbunnen er konstruert ved bruk av resultater fra boringer langs traseen. Fjellkotekart basert på boringer i fjorden avslører dype kløfter og bratte skrenter under fjorden, som kan tyde på knusningssoner/svakhetssoner. Uoppdagede kløfter kan skjule seg mellom borpunktene. Bergoverflaten under fjorden er dermed usikker. Det er fare for svært dårlig bergmassekvalitet i knusningssoner/svakhetssoner.

Rombeporfyrr kan gi fra seg mye vann i tunnel, særlig i oppsprukkede knuste soner. Det antas at det er rombeporfyrr i berget under Kanalen.

Det var i Tønsbergpakke fase 2 planlagt refraksjonsseismiske undersøkelser i den aktuelle traseen, men disse ble avlyst etter at prosjektet ble stanset. Det er ikke utført seismiske undersøkelser i traseen i denne omgang.

### **Krav til bergoverdekning og stigning**

Statens vegvesens Håndbok N500 gjelder for riksveger og gir følgende krav til bergoverdekning i undersjøiske tunneler ved vurdering av gjennomførbarhet i tidlig planfase: *«Undersjøiske tunnelprosjekter skal planlegges ut fra et krav til minste bergoverdekning på 50 m. For fravik fra dette gjelder spesielle krav...» «Bergoverdekning mindre enn 50 m kan bare aksepteres i tilfeller der det er særskilt godt dokumentert at dette er forsvarlig. Overdekning mindre enn 50 m skal godkjennes av Vegdirektoratet.»*

Krav til stigning i gjeldende N500 med tilhørende NA-rundskriv 2014/6 sier: *«Mer enn 5 % stigning/fall i lengderetningene skal ikke være tillatt i nye tunneler, med mindre ingen annen løsning er geografisk mulig.»*

Det er ikke ønskelig å planlegge tunnel med stigning større enn 5 %.

### **Ingeniørgeologiske vurderinger**

I forbindelse med Tønsbergpakke fase 2 ble det gjort en geologisk undersøkelse av området for vurdering av tunneltrasé under Byfjorden (Gyøry, 2005). Her var konklusjonen at en tunneltrasé under byfjorden kunne gjennomføres etter mindre justeringer etter supplerende undersøkelser. Her ble det forutsatt at bergoverdekningen i godt berg kunne være 8–10 m, og i svakhetssoner måtte tunnelhengen (tunneltaket) være minst 10–12 m under kløftebunnen. Dette er langt mindre enn det som er angitt i håndbok N500.

Bergoverflaten under Kanalen er generert fra enkeltboringer til berg, og er derfor meget usikker. Dybdene til berg i de enkelte boringene viser at det er lengst ned til berg omtrent ved profil 2600, som ligger mellom Brygga og dagens gjestebrygge. I en enkeltboring ligger bergoverflaten nede på kote -30. Vi kan dermed anta at dette er området som vil gi minst overdekning for en bergtunnel, og at dette vil være området for et lavbrekk i tunnelen. Det

presiseres at det laveste punktet ikke nødvendigvis er i det aktuelle borpunktet. Den geologiske rapporten beskriver at det antas kløfter i bergoverflaten under Kanalen, se over.

Den geologiske rapporten viser en antatt svakhetssone/knusningssone som krysser i området for lavbrekk. Det antas også flere kryssende svakhetssoner/knusningssoner i området, se Vedlegg B. Det må antas at det i området er varierende og svært dårlig bergmassekvalitet i svakhetssoner. Dette er meget ugunstig for stabiliteten i tunnelen, og også for eventuell innlekkasje av vann.

Vedlegg A viser skisser av lengdeprofiler for tre ulike løsninger for alternativ 17100. Det er tegnet opp tre løsninger:

1. Alternativ med 5% stigning som kommer opp ved rundkjøringen på Korten før profil 3700
2. Alternativ med 30 m antatt bergoverdekning som kommer opp til rundkjøring ved Kjelle før profil 3900.
3. Alternativ med over 30 m bergoverdekning og 5% stigning opp mot Jarlsberglinna.

### **Vurdering løsning 1**

Tunnelen er tegnet med maksimal ønsket stigning på 5 %. Med ønsket geometri ved Korten gir dette en maksimal bergoverdekning i tunnelen ved lavbrekket på mellom 10–15 meter. Med svært usikkert nivå for bergoverflaten og forventet svært dårlig bergmassekvalitet i knusningssoner i området er denne løsningen å anse som ikke gjennomførbar som følge av for liten bergoverdekning i den undersjøiske delen av tunnelen.

Tunnelen vil komme ut i løsmasser nord for Slottsfjellet, trolig etter profil 3200. Ved profil 3200 er avstanden fra topp veg til terrenget ca. 24 m.

### **Vurdering løsning 2**

Tunnelen er tegnet med en antatt maksimal bergoverdekning ved lavbrekket på ca. 30 m, som er 20 m mindre enn kravet i håndbok N500. En antatt bergoverdekning på 30 m ved lavbrekket gir stigning på ca. 6,3 % fram mot rundkjøringen på Kjelle. Denne stigningen er mer enn den ønskede maksimale stigningen på 5 %. Bergoverdekningen er høyst sannsynlig mindre enn 30 m. Mindre stigning mot Kjelle medfører enda mindre bergoverdekning i lavbrekket.

Bergoverdekning mindre enn 50 m er forsvarlig kun dersom det er godt dokumentert at de geologiske forholdene er gunstige. Utførte grunnboringer viser en maksimal bergoverdekning på ca. 30 m, men dette er basert på kun enkeltboringer. På bakgrunn av de geologiske forholdene er det høyst sannsynlig at minste bergoverdekning er langt mindre enn 30 m. Eventuelle undersøkelser vil måtte gjøres for å dokumentere bergoverflaten og bergmassekvaliteten, spesielt i svakhetssoner/knusningssoner. Nødvendige supplerende undersøkelser ville minimum være flere refraksjonsseismiske profiler over traseen, samt kjerneboring i tunnelnivå fra begge siden av Kanalen. Seismisk tomografi er også aktuelt. Dette er kostbare og delvis kompliserte undersøkelser. Det er meget høy sannsynlighet for at slike undersøkelser vil vise at bergoverdekningen er så lav og bergmassekvaliteten er så dårlig at det ikke vil være en forsvarlig løsning.

Det antas at det er bergarten rombeporfyr i berget under Kanalen. Rombeporfyr kan gi fra seg mye vann i tunnel, særlig i oppsprukkede knuste soner.

Fra et ingeniørgeologisk ståsted er de geologiske forholdene for den undersjøiske tunnelen så ugunstige at det ikke er tilrådelig å fortsette å planlegge dette alternativet.

Tunnelen vil komme ut i løsmasser nord for Slottsfjellet, trolig etter profil 3200. Ved profil 3200 er avstanden fra topp veg til terrenget ca. 40 m, noe som gir meget store geotekniske utfordringer for gjennomføringen.

### **Vurdering løsning 3**

Tunnelen er tegnet med ønsket stigning på 5%, og en antatt bergoverdekning ved lavbrekket i den undersjøiske delen av tunnelen på ca 40–45 m. Minste bergoverdekning er trolig mindre, som omtalt over.

Eventuelle undersøkelser vil måtte gjøres for å dokumentere bergoverflaten og bergmassekvaliteten, spesielt i svakhetssoner/knusningssoner. Nødvendige supplerende undersøkelser ville minimum være flere refraksjonsseismiske profiler over traseen, samt kjerneboring i tunnelnivå fra begge siden av Kanalen. Seismisk tomografi er også aktuelt.

Tunnelen vil komme ut i løsmasser nord for Slottsfjellet, trolig etter profil 3200. Ved profil 3200 er avstanden fra topp veg til terrenget ca. 60 m. Med denne løsningen kommer en ikke opp i dagen før på nordsiden av Kjellekrysset ved Korten. For denne løsningen er det hovedsakelig de geotekniske forholdene og gjennomførbarheten nord for Slottsfjellet mot Kjellekrysset som er førende. Løsningen antas ikke teknisk gjennomførbar.

### **Konklusjon/anbefaling**

Håndbok N500 som gjelder for riksveger gir krav til minste bergoverdekning på 50 m for undersjøiske tunneler. Håndboken sier at bergoverdekning mindre enn 50 m bare kan aksepteres i tilfeller der det er særskilt godt dokumentert at dette er forsvarlig, og det skal godkjennes av Vegdirektoratet.

Fjellkotecart basert på boringer i fjorden avslører dype kløfter og bratte skrenter under fjorden, som kan tyde på knusningssoner/svakhetssoner med svært dårlig bergmassekvalitet. Uoppdagede kløfter kan skjule seg mellom borpunktene. Dette betyr at minste overdekning høyst sannsynlig er mindre enn det som er generert ut fra boringene.

### **Løsning 1: Alternativ med 5% stigning som kommer opp ved rundkjøringen på Korten før profil 3700.**

Boringer antyder maksimalt 10–15 m bergoverdekning ved lavbrekket i den undersjøiske tunnelen. Svakhetssoner/knusningssoner krysser høyst sannsynlig området, og erfaring tilsier at bergoverdekningen her derfor er langt mindre, og at bergmassekvaliteten er svært dårlig. De geologiske forholdene tilsier at løsningen ikke er forsvarlig/gjennomførbar.

**Løsning 2: Alternativ med 30 m antatt fjelloverdekning som kommer opp til rundkjøring ved Kjelle før profil 3900.**

Bergoverdekningen ved lavbrekket er maksimalt 30 m, men sannsynligvis langt mindre der tunnelen krysser svakhetssoner/knusningssoner. Kostbare og delvis kompliserte supplerende undersøkelser ville være nødvendig for å kartlegge bergmassekvalitet og bergoverflaten. Det er meget stor sannsynlighet for at slike undersøkelser vil vise at bergoverdekningen er så lav og bergmassekvaliteten er så dårlig at det ikke vil være en forsvarlig løsning. Det må dessuten antas betydelige lekkasjer inn i tunnelen i knusningssoner. Nord for Slottsfjellet er det store geotekniske utfordringer knyttet til at tunnelen vil komme ut i løsmasser på stort dyp. 6,3 % stigning mot Kjelle er større enn ønsket. Det er ikke tilrådelig å fortsette med planlegging av dette alternativet.

**Løsning 3: Alternativ med over 30m fjelloverdekning og 5% stigning opp mot Jarlsberglinna.**

Løsningen er tegnet med antatt bergoverdekning på ca. 40–45 m ved lavbrekket i den undersjøiske delen av tunnelen. Kostbare og delvis kompliserte supplerende undersøkelser ville være nødvendig for å kartlegge bergmassekvalitet og bergoverflaten. Løsningen kommer ikke opp i dagen før på nordsiden av Kjellekrysset, og tunnelen antas å komme ut i løsmasser nord for Slottsfjellet på stort dyp, ca. 60 m. Løsningen vurderes som ikke gjennomførbar.

**Konklusjon for alternativ 17100:** Det anbefales at prosjektet ikke tar med alternativet i den videre planleggingen.

Geometri og trafikksikkerhetsmessige forhold for ramper på Nøtterøysiden og for løsninger ved Kjellekrysset er ikke vurdert i dette notatet.

**Referanser**

Ny fastlandsforbindelse fra Nøtterøy og Tjøme. Interkommunal kommunedelplan. Siling av alternativer. Sammendrag. Statens vegvesen 18.04.2016

Geoteknisk vurderinger for ny fastlandsforbindelse Nøtterøy–Tønsberg/Kommunedelplan. Notat G-not-002, Rambøll 15.03.2016

Tønsbergpakke fase 2. Tunnel under Byfjorden. Geologisk undersøkelse av område for vurdering av tunneltrase. Emil Gyøry 23.05.2005

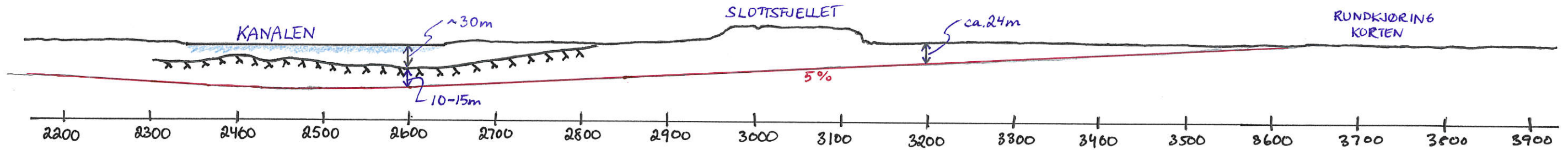
Håndbok N500 Vegtunneler, Statens vegvesen 2014



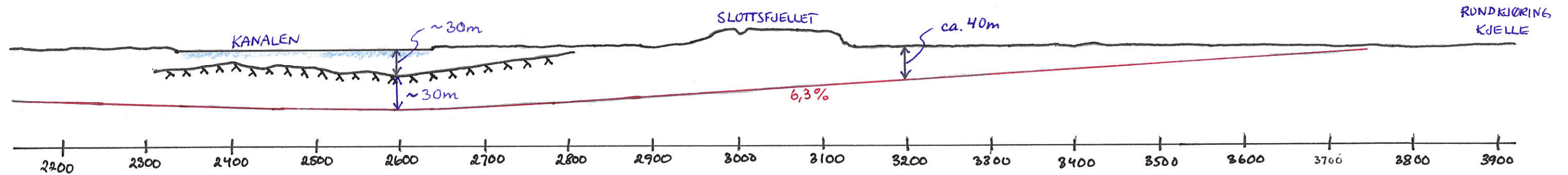
# Vedlegg A

## Løsning 1

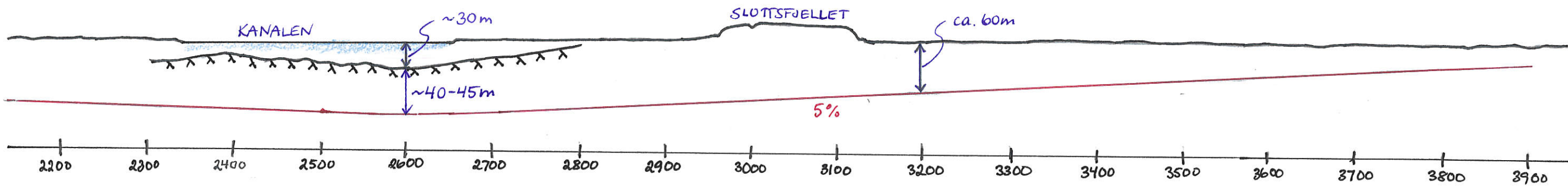
ANTATT BERG FRA BORPUNKTER, USIKKERT  
TUNNEL



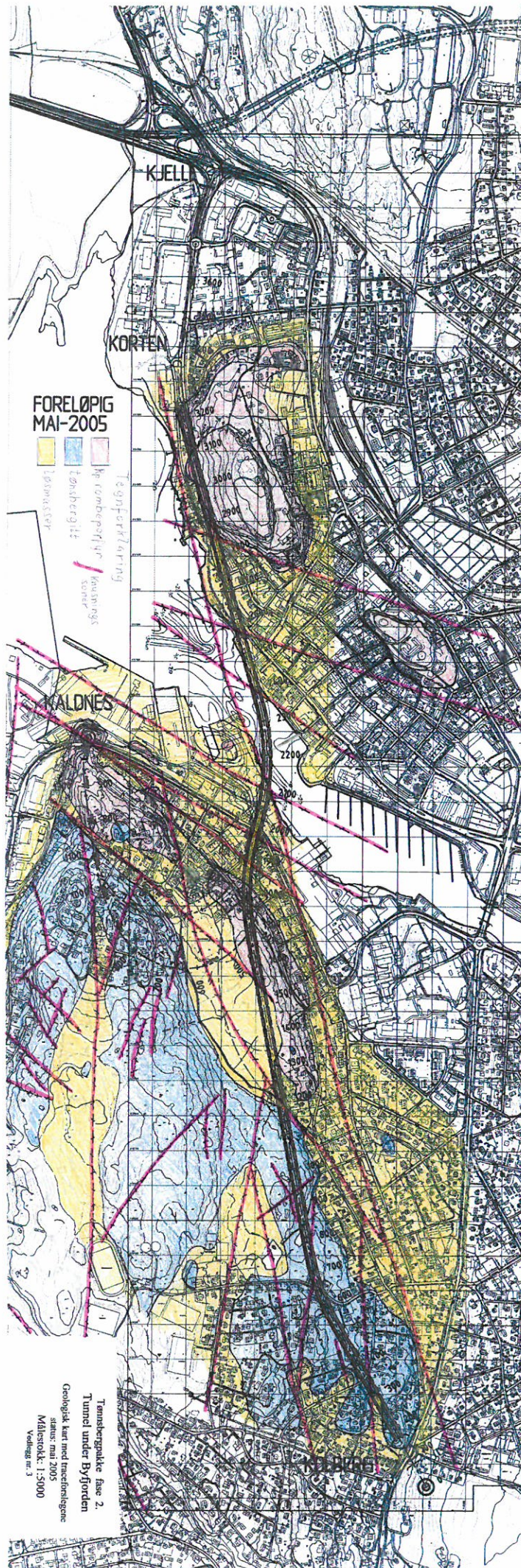
## Løsning 2



## Løsning 3

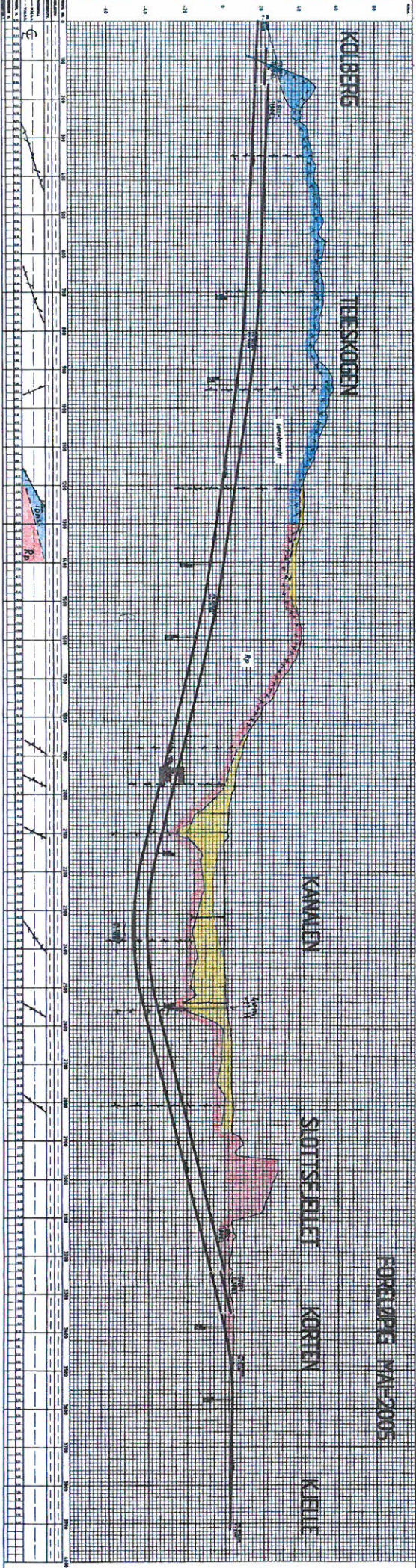


# Vedlegg B



Tennbergtitt fase 2.  
Tunnel under Byfjorden  
Geologisk kart med tracéforleggene  
status: mai 2005  
Målestokk: 1:5000  
Vedlegg nr. 3

12244 NUB



FORLÖPPE MAI-2005

Tanøbergsplanke fase 2.  
 Tunnel under Byfjorden  
 Lamgjepproffil A/c. 1  
 status: mai 2005  
 Målestokk: 1: 5000  
 Vedlegg nr. 6