

# NOTAT

Oppdrag **1350025525**  
Kunde **Miljøpakken ved Trondheim kommune**  
Notat nr. **1350025525 G-not 002**  
Dato **05012018**  
Til **Siri Hollup Broholm, Trondheim kommune**  
Fra **Maj Gøril Bæverfjord, Rambøll Norge AS**  
Kopi **Eirik Lind, Rambøll Norge AS**

## METROBUSS - Innspill til reguleringsplan, Sivert Thonstads vei

Dato 09/02-2018

### 1. Bakgrunn

Trondheim kommune planlegger utbygging av vegnett og stasjoner for Metrobuss i Trondheim. Det skal primært utføres tilpasninger av dagens vegnett og holdeplasser, men enkelte steder skal det også anlegges ny infrastruktur.

Rambøll  
Mellomila 79  
PB 9420 Sluppen  
N-7493 Trondheim

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

Rambøll Norge AS er engasjert for å utarbeide reguleringsplan, byggeplan og konkurransegrunnlag for tiltakene knyttet til metrobusstrase i Sivert Thonstads vei. Foreliggende notat er en innledende geoteknisk vurdering til reguleringsplan for endret veglinje i krysset Bjørndalen – Sivert Thonstads vei og hvor Sivert Thonstad vei svinger av ved Vestre Rosten, fire metrobusstasjoner (ved Peder Morsets veg og Martin Linges veg).

### 2. Grunnforhold og topografi

#### 2.1 Topografi

Terrenget langs Sivert Thonstads vei går fra ca. kote 134 ved Bjørndalen og opp til ca. kote 142 i krysset Industriveien – Sivert Thonstads vei. Videre mot Vestre Rosten stiger terrenget slakt opp mot ca. kote 151 over en strekning på om lag 600 meter.

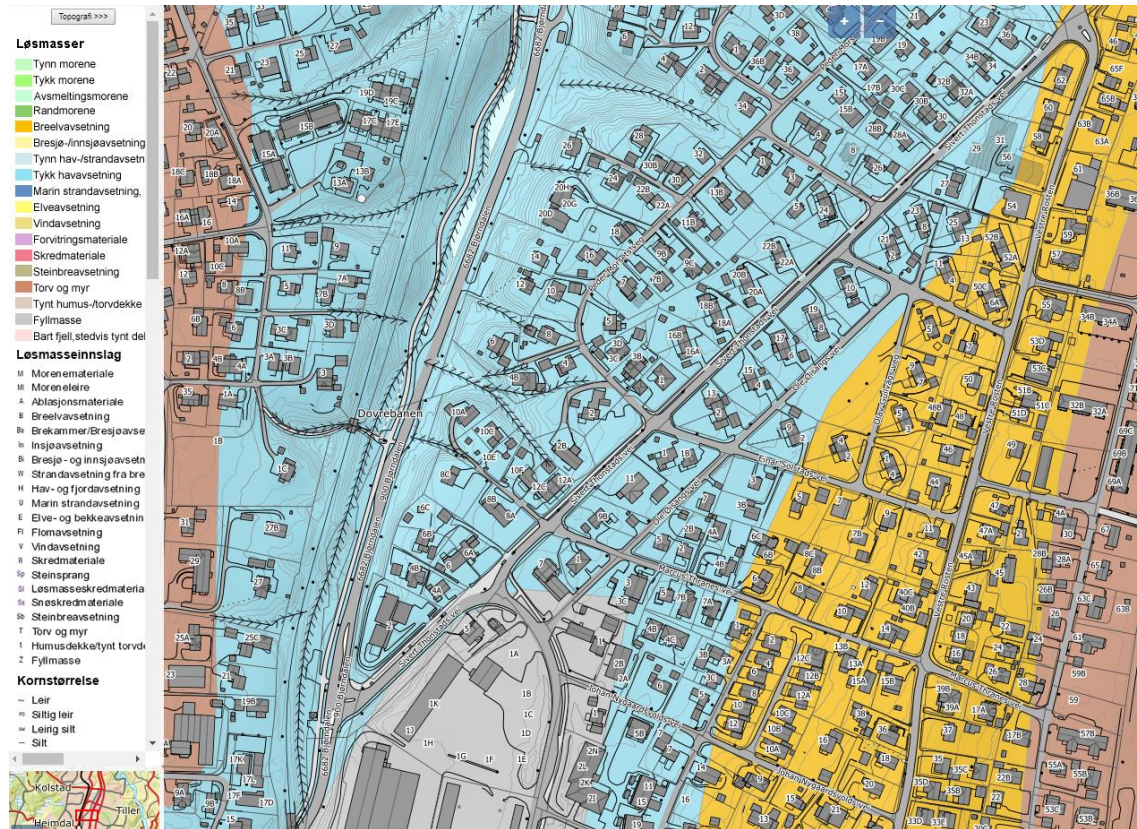
Rambøll Norge AS  
NO 915 251 293 MVA

Fra Bjørndalen går flere ravineraler i østlig retning inn i platået Sivert Thonstads vei ligger på. Utstrekningen av disse ravinene mot øst var større på eldre kart enn i dag. Ut fra eldre flyfoto fra før området ble utbygd ser det ikke ut som at disse når inn under nåværende Sivert Thonstads vei.

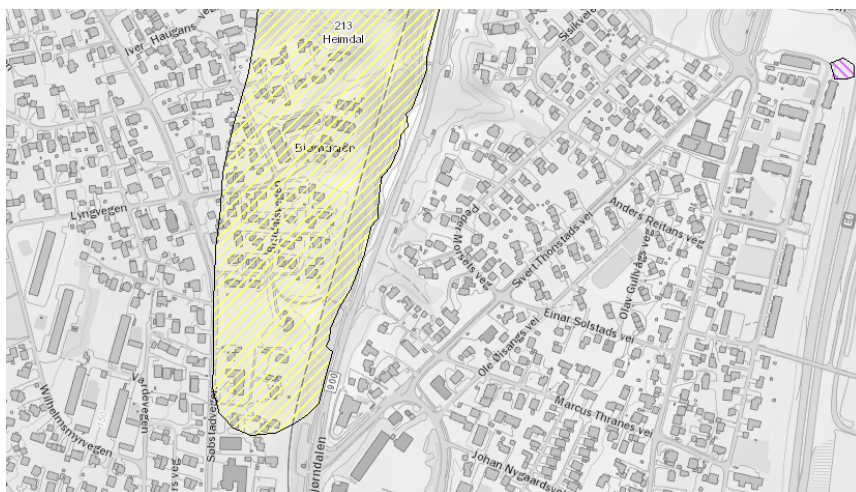
På NGUs løsmassekart beskrives området primært som tykk havavsetning, og som fyllmasser helt i sør og som breelvavsetning helt i nord, se Figur 1.

Der kotehøyder refereres til i notatet, refereres til NN2000.

## 2.2 Utførte grunnundersøkelser og grunnforhold



Figur 1: Kvartærgeologisk kart over området (www.ngu.no).

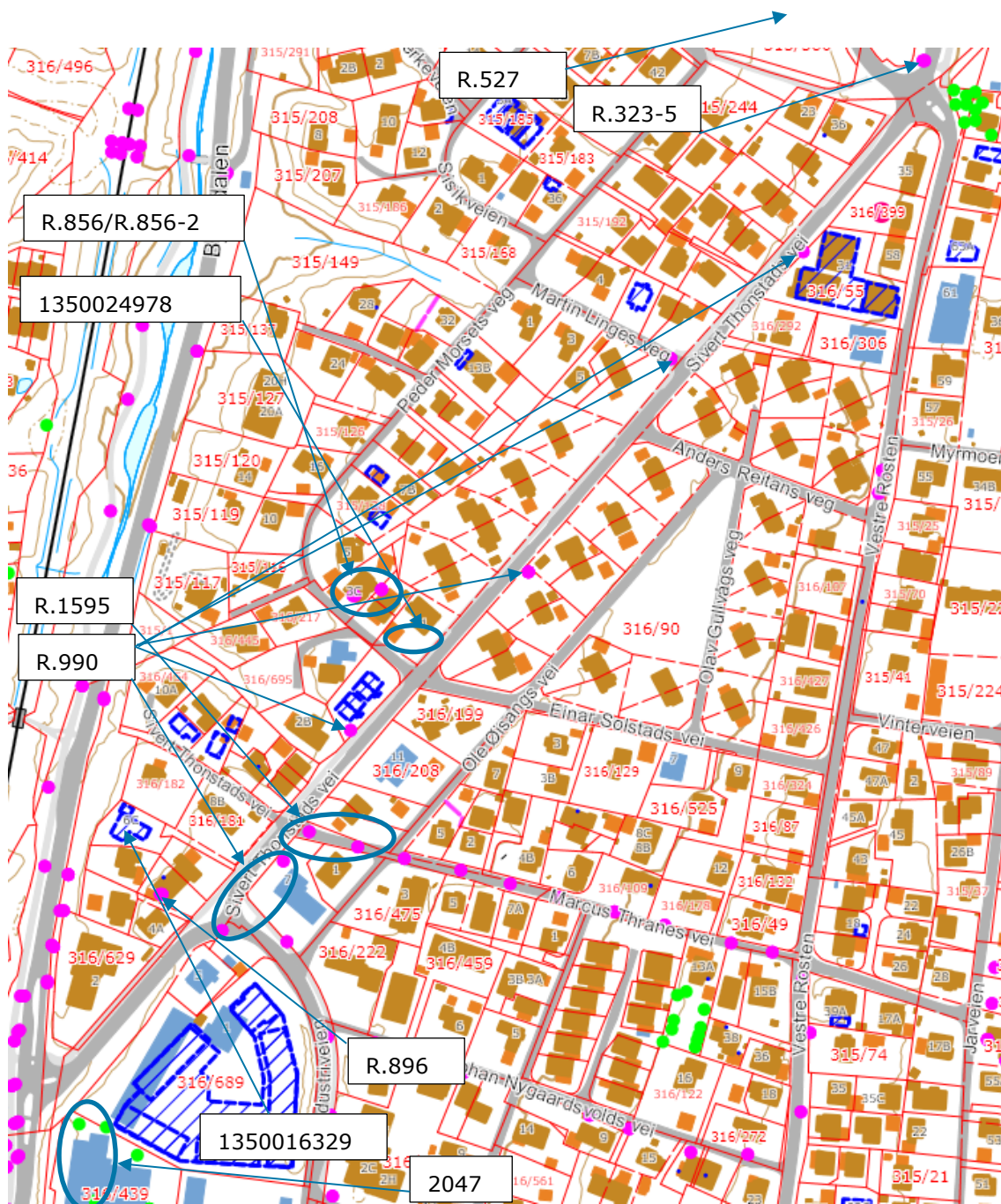


**Figur 2:** Kvikkleiresone 213 Heimdal vest for tiltaksområde (www.skrednett.no).

Tidligere utførte grunnundersøkelser i og langs Sivert Thonstads vei er rapportert som vist i Tabell 1.

**Tabell 1: Utførte grunnundersøkelser i og ved Sivert Thonstads vei.**

Rapportnr	Rapportnavn	Utgiver	År	Referanse
R.323-5	Heimdalsbyen. Parallellveg Vest	Trondheim kommune	1974	[1]
R.527	Område E, Vestre Rosten	Trondheim kommune	1980	[2]
R.775	Forlengelse Heimdalsvegen	Trondheim kommune	1989	[3]
R.856	Peder Morsets veg 3	Trondheim kommune	1991	[4]
R.856-2	Peder Morsets veg 3B	Trondheim kommune	1994	[5]
R.896	Sivert Thonstads veg 6	Trondheim kommune	1993	[6]
R.990	Sivert Thonstads veg	Trondheim kommune	1996	[7]
R.1595	Marcus Thranes veg m.fl	Trondheim kommune	2014	[8]
2047	Heimdal Sag & Høvleri	Rambøll Norge	1975	[9]
6050587	Peder Morsets veg 2	Rambøll Norge	2006	[10]
1350016329	Sivert Thonstads veg 6B	Rambøll Norge	2016	[11]
1350024978	G-not-001 Peder Morsets veg 1B – geoteknisk vurdering	Rambøll Norge	2017	[12]



R.323-5 Heimdalsbyen. Parallellveg vest [1]

En boring i krysset Sivert Thonstads veg – Sentervegen indikerer et lag med matjord over finsand.

R.527 Område E. Vestre Rosten [2]

Den nærmeste boringen i Sentervegen viser fyllmasser over tørrskorpe/silt til 2 meters dybde over masser som veksler mellom sandig, siltig leire og leirig sand. Leira har lav skjærfasthet og lav omrørt skjærfasthet.

#### R.775 Forlengelse Heimdalsvegen [3]

Trondheim kommune har utført grunnundersøkelser for forlengelse av Heimdalsvegen. I krysset Bjørndalen/Sivert Thonstads vei beskrives originale løsmasser som fast siltig leire og silt, og at tidligere bekkedal mellom jernbanen og veien er oppfylt, hovedsakelig av leire med sand, grus og organisk materiale. Det er påvist et torvlag i et av borpunktene.

#### R. 856 og R856-2 Peder Morsets veg 3 og Peder Morsets veg 3B [4],[5]

Trondheim kommune har utført en undersøkelse på eiendommen Peder Morsets veg 3 i forbindelse med en utrasing inn i byggegropa. Denne ble trolig gravd svært dypt i den bløte leira og det oppstod en utglidning opp mot naboboligen i Peder Morsets veg 1. Senere er det utført en grunnundersøkelse i forbindelse med nytt boligbygg. Det er registrert et tynt tørrskorpe-/sand- og siltlag over bløt leire ned til ca. 5 meters dyp. Derunder er det en overgang til meget fast leire.

#### R.896 Sivert Thonstads vei 6 [6]

Prøveserien som er tatt opp viser sand og torv til ca. 2 meters dybde, videre leire med lav omrørt skjærfasthet. Faste masser er påtruffet på 6 meters dybde.

#### R. 990 Sivert Thonstads vei [7]

Trondheim kommune har utført en undersøkelse langs Sivert Thonstads vei. Denne beskriver massene mellom krysset Sivert Thonstads vei/Industriveien til krysset Sivert Thonstads vei som fyllmasser/torv over bløt leire til ca. 6 meter. For den øvrige delen av traseen beskrives massene som lagdelt leire med finsand og bløt silt.

I krysset Industriveien/Sivert Thonstads vei viser grunnundersøkelser fyllmasser og torv til litt over to meters dybde og videre middels fast til bløt sandig og siltig leire. Skjærfastheten avtar til 4,5 meters dybde og i 6 meters dybde påtreffes et lag med meget fast leire. Dreie-trykksonderinger ved Marcus Thranes veg og noe sør for Peder Morsets veg indikerer tilsvarende grunnforhold som ved krysset Industriveien/Sivert Thonstads vei.

Ved Sivert Thonstads vei 15 viser grunnundersøkelsen et tynt lag sand over torv til 1 meters dybde, og videre et tynt siltlag over 1 meter finsand, før det påtreffes minst 2 meter bløt og siltig sand.

I krysset ved Martin Linges veg er det 1,5 meter med humusholdig sand og videre bløt leire med silt og finsand til 2,5 meter. Leira er bløt og lite til middels sensitiv til ca. 5,5 meter, hvor meget fast leire påtreffes.

#### R.1595 Marcus Thranes vei f.fl [8]

Trondheim kommune har utført grunnundersøkelser for VA-trase. Helt vest i Marcus Thranes vei, mot Sivert Thonstads vei ligger terreng rundt kote 142. Under et fast lag viser de to nærmeste totalsonderingene lav sonderingsmotstand ned mot kote 137. Det kan være løst lagret siltige og sandige masser. Et tynt torvlag er påvist. Grunnvannsmålinger er ikke utført.

#### 2047 Heimdal Sag & Høvleri [9]

Grunnundersøkelsene viser et 1 – 2 meter tykt lag med middels fast, noe sensitiv leire over meget fast siltig leire og finsilt.

6050587 Peder Morsets veg 2 [9]

Rambøll Norge AS har utført en undersøkelse på eiendommen Peder Morsets veg 2 i forbindelse med oppføring av ny enebolig på eiendommen. Det er registrert bløt, middels sensitiv leire til ca. 3 – 4 meters dyp, hvor det er en overgang til meget fast leire.

1350016329 Sivert Thonstads vei 6B [11]

Utførte grunnundersøkelser fra Rambøll Norge tyder på at grunnen i området består av et ca. 1,7 meter mektig topplag av tørrskorpeleire over et ca. 1 meter mektig lag av middels fast leire. Derunder er det påtruffet svært fast leire. Grunnvannstand og poretrykksforhold er ikke kartlagt.

1350024978 Peder Morsets veg 1B, 2017 [12]

Rambøll Norge har utført prøvegravinger (til 2 meters dyp) som bekrefter løsmasseforhold fra øvrige undersøkelser i området, med leire av varierende mektighet i grunnen. Terreng ligger på kote 141 – 142. I toppen er et øvre lag av silt/sand. Stedvis er det registrert torv/myr og fyllmasser på eiendommen. Grunnvann ble ikke registrert i gravepunktene.



**Figur 3:** Bilde fra prøvegraving i Peder Morsets veg 1. Bløt leire under silt og torv påvist i dybde 1,8 m [12]

10202072-RIG-RAP-001 Sivert Thonstads vei – Metrobuss

Det ble på oppdrag fra Trondheim kommune utført grunnundersøkelser langs traseen for Metrobuss gjennom Sivert Thonstads vei, disse er rapportert i [13]. Det ble utført 9 sonderinger og tatt opp skovlprøver i 7 punkter. Rapporten fra grunnundersøkelsene var klar 12.01.2018 og vil benyttes som grunnlag for byggeplan og dimensjonering av støttemurer og stasjonsområder. Resultatene fra grunnundersøkelsene støtter opp under resultatene fra tidligere undersøkelser og viser et bløtt lag på om lag 5 meter over fastere masser. De bløte massene er i stor grad leire med stort innhold av silt og organisk materiale.

### 2.3 Dybde til berg

Berg er ikke påvist i grunnundersøkelser i området, og bergoverflaten antas ligger på flere titalls meters dybde.

### 2.4 Grunnvannstand

Ved krysset Bjørndalen/Sivert Thonstads vei rapporteres grunnvannet til 0,8 – 1,2 meter under terreng [3]. Langs Sivert Thonstads veg oppe på platået kan vi ikke se at grunnvannstand har vært dokumentert. Det oppgis i [7] at nordøst i Sivert Thonstads vei, mot Vestre Rosten, forventes grunnvann stå nært terrengoverflate.

### 2.5 Sprøbruddmateriale

Det er så langt ikke påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i tiltaksområdet. På vestsiden av Bjørndalen ligger kvikkleiresonen Heimdal, se Figur 2. Kvikkleiren/sprøbruddmateriale i sørlige del av Heimdal kvikkleiresone er antatt å ligge dypere enn bunn av Bjørndalen.

### 2.6 Oppsummering grunnforhold

Det synes ut i fra de foreliggende undersøkelser fra området at det gjennomgående er et opp mot 6 meter tykt topplag av sand/silt og bløt leire. Trolig er også det øvre laget av silt/sand her en breelv-/elveavsetning. Mektigheten av sand og silt stiger noe mot nord. Stedvis er det registrert noe torv/myr, i størst utstrekning mot sør/sørvest. Det er ikke registret kvikkleire, men noe leire med sprøbruddegenskaper (dvs omrørt skjærfasthet under 2 kPa og sensitivitet > 15 ) ved Peder Morsets veg 3 og Sivert Thonstads vei 6. Under topplaget er det overgang til meget fast leire. Denne overordnede beskrivelsen støttes av supplerende grunnundersøkelser utført i desember 2017.

## 3. Grunnlag for geoteknisk prosjektering

### Geoteknisk kategori

Bestemmelse av geoteknisk kategori er utført iht. Håndbok V220 [13] og Eurokode 0 [14]. Vegprosjektet plasseres i geoteknisk kategori 2 «*Konvensjonelle konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller grunn- og belastningsforhold*».

### Konsekvensklasse

Bestemmelse av konsekvensklasse er utført iht. figur 0.1 og 0.3 [13]. Vi vurderer tiltaket til å være i konsekvensklasse CC2, «*Alvorlig*», med nærmere beskrivelse: "*Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser*».

### Pålitelighetsklasse

Bestemmelse av pålitelighetsklasse er utført iht. figur 0.7 [13]. Veg i dagen er generelt vurdert til å være i *pålitelighetsklasse 2*.

#### Kontrollklasse og utførelseskontroll

Bestemmelse av kontrollklasse og utførelseskontroll er utført iht. figur 0.8 [13]. For pålitelighetsklasse 2, gjelder *kontrollklasse N (Normal)*.

#### Seismisk klasse og grunntype

Det er ikke relevant å bestemme seismisk klasse for veg i dagen.

#### Flom- og skredfare

I henhold til TEK10 §7-1(1) skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom og skred). Tiltaket ligger ifølge [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no) ikke innenfor eller i utløpet for noen registrerte aktsomhetsområder for noen typer skred. På vestsiden av Bjørndalen ligger kvikkeleiresonen Heimdal, se Figur 2. Kvikkleiren/sprøbruddmateriale i sørlige del av Heimdal kvikkeleiresone er antatt å ligge dypere enn bunn av Bjørndalen.

Krav til sikkerhetsnivå er bestemt iht. Eurocode 7 [15] og håndbok V220 [13].

Materialfaktorer,  $\gamma_M$  er bestemt iht. figur 0.3, [13] for konsekvensklasse CC2 «*Alvorlig*». Materialfaktorene gjelder for både totalspennings- og effektivspenningsanalyse.

Det er ikke registrert områder med kvikk eller sensitiv leire langs veglinja og ev. brudd i grunnen vil oppstå ved en nøytral bruddmekanisme. Kombinasjonen CC2 og nøytralt brudd gir et generelt krav til materialfaktor,  $\gamma_M \geq 1,4$ .

**Tabell 2: Krav til materialfaktor.**

	<i>Myndighetskrav</i>	<i>Analyse</i>	<i>Områder uten kvikkeleire</i>
Lokalstabilitet	EC7/Håndbok V220	Totalspenning	1,4
Lokalstabilitet	EC7/Håndbok V220	Effektivspenning	1,4

## 4. Vurdering

Planlagt veglinje på strekningen følger delvis dagens veglinje, men på grunn av krav til økt vertikal- og horisontalkurvatur blir vegen liggende noe til side for dagens veg i krysset ved Bjørndalen, ved krysset Sivert Thonstads vei/Industriveien og ved Vestre Rosten.

#### VA-arbeider

Forholdene for grøftegraving i området er krevende, både på grunn av til dels bløt leire og siltlag/sandlag under (antatt) grunnvannstand. For dype grøfter og utgravinger for kummer i vannførende masser (silt og sand) vil avstivning (grøftkasser, spunt el.) være påkrevd. Dette må prosjekteres av geotekniker i senere planfase. For grunne grøfter (ned til 2 meter) kan åpne graveskråninger være mulig, dersom det graves med korte seksjoner som står åpent i kun kort tid, men det kan ikke forventes at det kan kraves brattere enn 1:1,5. Valg av utgravingslengde må være tilpasset vanlige rørlengder. Normalt leveres PVC-rør i 6 meters lengde (betongrør kan fås kortere). Vi anslår at utgravingslengden ikke skal overstige 8



meter, noe som gir 1 meter åpen grøft i hver ende (forutsatt 6 meters rørlengder). Endelige anbefalinger om graveskråninger og behov for avstivning kan gis i byggefase.

#### Veg og Metrobusstasjoner

Generelt forventes mer torv og bløt leire mot sør enn mot nord, hvor man forventer mer sandige masser (og mindre torv). Dette gjenspeiles i at det indikeres «mulig problematisk» og «dårlig» styrke for undergrunn/forsterkningslag i bæreevne målinger utført av Statens vegvesen (SVV). Men også mot nord varierer det veldig, noe som blant annet viser seg i et borpunkt som indikerer 3 – 4 meter med bløte masser under to meter med fyllmasser (borpunkt 8) og en bæreevne måling fra SVV som gir mindre enn 10 tonns kapasitet.

Fra krysset ved Bjørndalen til krysset ved Industriveien viser en sondering masser med lav skjærfasthet til 3 meters dybde under fyllmasser og faste masser under de bløte massene. Sonderinger på hver sin side av krysset Industriveien/Sivert Thonstads vei indikerer bløte masser under fyllmasser til 6 meters dybde. De bløte massene beskrives som torv (øverst) og bløt sandig og siltig leire. Bæreevnen i området er målt til over 12 tonn, men styrken til undergrunn/forsterkningslag oppgis til "dårlig" og "mulig problematisk". Det stemmer med grunnundersøkelser utført (utenfor vegbanen) som rapporterer torv og bløt, grov leire. Grunnforsterkning i form av armeringsnett kan være aktuelt for denne strekningen.

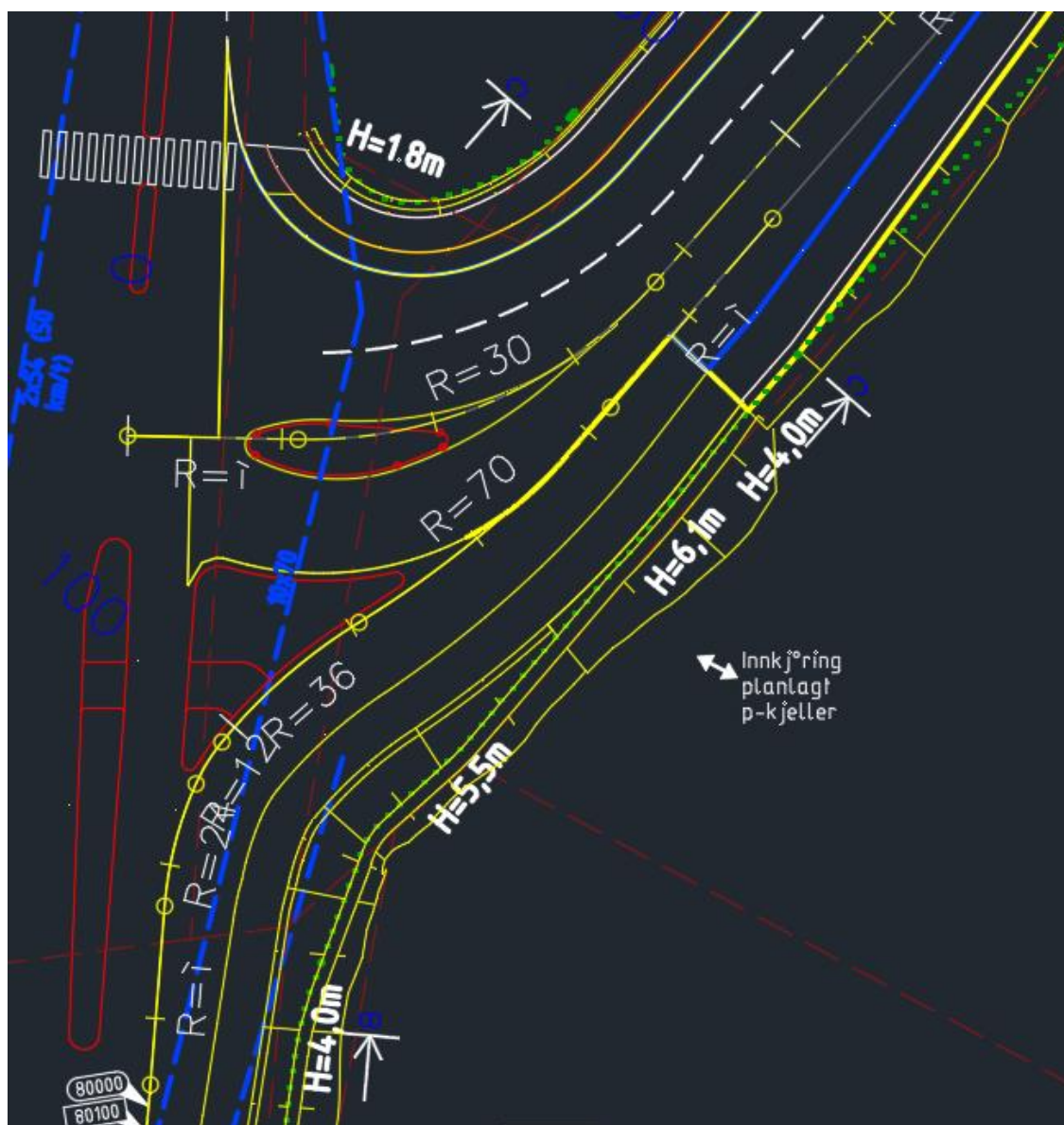
Fra krysset ved Industriveien til Anders Reitans veg er det varierende grunnforhold, men generelt indikerer grunnundersøkelsene svært bløte masser under fyllmasser til 5 – 6 meters dybde. De bløte massene er sannsynligvis siltig, sandig leire (resultater fra laboratoriet er ikke klare). Det er påvist et tynt lag med torv over den bløte leira flere steder. I tre punkter er målt bæreevne (iht. til SVV) < 12 tonn. Ved måling seks er det påvist lag med svært lav sonderingsmotstand i grunnen.

Fra Anders Reitans veg og til Vestre Rosten preges grunnforholdene av fyllmasser over lag med leire, silt og sand over faste masser (fast leire). Det er mindre torv og mindre bløt leire i dette området og grunnforholdene antas mindre krevende enn lenger sør.

Veg skal uttraues til opptil 2,25 meters dybde, metrobusstasjonene til 4,25 meters dybde. Det antas at området i hovedsak er drenert gjennom tidligere arbeid med veg og VA, slik at denne masseutskiftingen ikke vil medføre ytterligere drenering og setninger. Det hefter noe større usikkerhet til hvorvidt dette er tilfelle for metrobusstasjonene, men her avventes resultater fra prøveåpning og laboratorieforsøk før man konkluderer.

#### Mur

Opp fra Bjørndalen legges vegen inn i eksisterende skrån timer både på sør- og nordside, og det må etableres støttemur. Plassering av mur og antatte murhøyde er angitt i tegning C100 Foreløbig (datert 29.11.2017), utsnitt er vist i Figur 4. Murer må dimensjoneres av geotekniker i byggefase.



Figur 4: Plassering og høyder av murer (utsnitt fra teg. C100).

Utførte sonderinger, før resultater fra prøvetaking er klar, indikerer at massene består av fast leire under fyllmasser. Mens man avventer resultater fra laboratorieprogrammet er det utført beregninger for en Recon-mur på 5,5 meters høyde med helning 16:1 fundamentert på middels fast leire med en friksjonsvinkel på 26 grader, kohesjon på 10 kPa og tyngdetetthet på 20 kN/m<sup>3</sup>. Det er antatt at grunnvannstanden ligger under fundamenteringsnivå. Følgende reduksjonsfaktorer er brukt i beregningene av nødvendig armeringslengde:

- Omregningsfaktor for kryp: 1,9
- Omregningsfaktor for skader i anleggstiden: 1,4
- Omregningsfaktor for biologisk og kjemisk forvitring: 1,1

Høye støttemurer skal dimensjoneres etter reglene for bruer. Tabell NA.2-EN 1998-2-2005/NA:2009 som angir seismisk klasse inneholder ikke støttemurer, men gjeldende mur vurderes å være i klasse I som gjelder for vegbruer for gang- og sykkelveger.

Grunntype E legges til grunn for støttemurene. I Trondheim er referansespissverdien for berggrunnens akselerasjon  $a_{gR} = 0,8 \cdot a_{g40Hz} = 0,8 \cdot 0,37 = 0,296$ . For grunntype E er forsterkningsfaktoren  $S = 1,65$  iht. Eurokode 8, tabell NA3.3. Seismisk faktor settes til  $\gamma_1 = 0,7$  for seismisk klasse 1 iht. Tabell NA.4(901). Grunnens dimensjonerende akselerasjon blir dermed for grunntype E:  $a_g \cdot S = \gamma_1 \cdot a_{gR} \cdot S = 0,7 \cdot 0,296 \cdot 1,65 = 0,342$  som er  $< 0,49 \text{ m/s}^2$ . Det kreves dermed ikke påvisning av sikkerhet med hensyn på seismiske laster.

Massene ned til minimum 0,6 m under muren skiftes ut med sprengstein. Det må etableres en drensledning i bakkant av muren.

Beregningene gir en nødvendig armeringslengde på noe over 5 meter for en 5,5 meter høy mur med gitte forutsetninger. Murer må dimensjoneres av geotekniker i neste planfase. Avgjørende for gjennomføringen er at forankringslengdene ikke kommer i konflikt med utgravningen for leilighetsbyggene på Heimdal Sag Nord (dersom murene gjennomføres som plasstøpte murer vil tilsvarende gjelde med tanke på fotdybde).

#### Konklusjon

Det vurderes at tiltaket er gjennomførbart, men at det må utføres noen supplerende grunnundersøkelser som grunnlag for en vurdering av setnings- og stabilitetsforhold, og prosjektering av støttemur(-er).

En mer detaljert geoteknisk vurdering kan utføres når tverrprofiler for veglinja er klare og plassering og dybde av VA-ledninger og kummer (og annen infrastruktur over og under bakken) er avklart. Det vil også kunne medføre noe justering av plassering av borpunktene.

Dokumentet er utarbeidet av:

**Maj Gøril Bæverfjord**  
Geotekniker, siv.ing, phd

M 91 59 43 32  
[maj.baverfjord@ramboll.no](mailto:maj.baverfjord@ramboll.no)

Dokumentet er kontrollert av:

**Per Arne Wangen**  
Sivilingeniør geoteknikk

**Vedlegg:** 1: Områderegulering mottatt fra Trondheim kommune  
2: Foreløpig borplan

## 5. Referanser

[1] Trondheim kommune, R.323-5 Heimdalsbyen. Parallellveg Vest., 1974.

- [2] Trondheim kommune, R.527 Område E, Vestre Rosten., 1980.
- [3] Trondheim kommune, R.775 Forlengelse Heimdalsvegen, 1989.
- [4] Trondheim kommune, R.856 Peder Morsets veg 3, 1991.
- [5] Trondheim kommune, R.856-2 Peder Morsets veg 3B, 1994.
- [6] Trondheim kommune, R.896 Sivert Thonstads veg 6, 1993.
- [7] Trondheim kommune, R.990 Sivert Thonstads veg, 1996.
- [8] Trondheim kommune, R.1595 Marcus Thranes vei m.gl, 2014.
- [9] Rambøll Norge AS, O.2047 Nybygg ved Heimdal Sag & Høvleri, 1975.
- [10] Rambøll Norge AS, 6050587 Peder Morsets veg 2, 2006.
- [11] Rambøll Norge AS, 1350016329 Sivert Thonstads veg 6B, 2016.
- [12] Rambøll Norge AS, 1350024978 G-not-001 Peder Morsets veg 1B - geoteknisk vurdering, 2017.
- [13] Multiconsult, «10202072-RIG-RAP-001 Sivert Thonstads vei Metrobuss. Grunnundersøkelser.,» 2018.
- [14] Statens Vegvesen , Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 2017.
- [15] NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008 (Eurocode 0).
- [16] NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 7).