

# MARKTEKNISK UNDERSÖKNINGSRAPPORT, MUR Geoteknik, Hydrogeologi, Miljöteknik, Berg Varbergstunneln, Kv Renen, Varberg-Hamra

Varbergs kommun, Hallands län

2017-11-17

Projektnummer: 101107





Dokumenttitel: Markteknisk undersökningsrapport, MUR / Geoteknik, Hydrogeologi, Miljöteknik, Berg, Varbergstunneln, Kv Renen, Varberg-Hamra

Skapat av: Tyréns AB

Dokumentdatum: 2017-11-17

Dokumenttyp: Rapport

DokumentID: 101107-08-025-109

Ärendenummer: TRV 2013/88739

Projektnummer: 101107

Version: 1

Publiceringsdatum:

Utgivare: Trafikverket

Kontaktperson: Jesper Mårtensson

Uppdragsansvarig: Jesper Mårtensson

Tryck:

Fotograf: Framsida – Pär Connelid, Kula HB

Distributör: Trafikverket, Kruthusgatan 17, 405 33 Göteborg, telefon: 0771-921 921

## Medverkande

Trafikverket

Konsult, Tyréns AB

Henrik Möller

Lars Nilsson

Andreas Sellstedt

Elisabet Hammarlund

Sandra Martinsson

Olof Friberg

Bertil Sundlöf

Viktor Nyman

Carl-Henrik Månsson



# Innehåll

1	Bakgrund .....	8
2	Objekt.....	8
2.1	Topografi och ytbeskaffenhet .....	10
3	Syfte och begränsningar.....	10
4	Tidigare utförda undersökningar .....	10
5	Styrande dokument.....	11
5.1	Planering och redovisning .....	11
5.2	Geoteknik .....	11
5.3	Hydrogeologi.....	11
5.4	Miljöteknik .....	12
5.5	Bergteknik .....	12
6	Utsättning / Inmätning.....	13
7	Geofysiska undersökningar.....	13
7.1	Resistivitet .....	13
7.2	Refraktions- och reflektionsseismik.....	13
8	Geotekniska undersökningar.....	13
8.1	Fältundersökningar .....	13
8.1.1.	CPT-sondering/CPTu (CPT) .....	13
8.1.2.	Jord/berg-sondering (Jb3).....	13
8.1.3.	Störd provtagning, kategori B (Skr/Pg).....	14
8.2	Laboratorieundersökningar .....	14
8.3	Kvalitetsinformation och observationer .....	14
9	Hydrogeologiska undersökningar.....	14
9.1	Installation av brunn, observationsrör och grundvattenrör .....	14
9.2	Grundvattenobservationer .....	14
9.3	Provtagning .....	15
9.4	Kapacitetstest i filterbrunn .....	15
9.5	Vattenförlustmätningar i kärnbrorhål .....	15
9.6	Provpumpningar .....	15
10	Miljötekniska undersökningar .....	16
10.1	Omsättning och provtagning av grundvatten.....	16
10.2	Kontrollmätning av klorerade alifater vid JB-sondering och kärnbrorring .....	16
10.3	Laboratorieundersökningar .....	16
11	Bergtekniska undersökningar.....	16
11.1	Kärnbrorring.....	16

11.2 Kärnkartering.....	17
12 Redovisning av fält- och laboratorieundersökningar .....	17
12.1 Bilagor .....	17
12.2 Ritningar.....	18



# 1 Bakgrund

Västkustbanan mellan Göteborg och Lund är en av Sveriges viktigaste järnvägar för både persontrafik och godstrafik på regional och nationell nivå. Genom sin anslutning till Södra stambanan i Lund förbinder Västkustbanan Sveriges andra och tredje största städer, Göteborg och Malmö, till varandra. Den är även en naturlig förbindelse till Köpenhamn och vidare ut i Europa via Öresundsbron. Den ca 30 mil långa banan ingår i EU:s utpekade transportnätverk Trans European Network (TEN-T) och i det av Trafikverket utpekade strategiska godsnätet.

Sedan 1980-talet har Västkustbanan byggts ut från enkelspår till dubbelspår med avsikten att skapa ett snabbt, effektivt och miljövänligt transportmedel för både människor och gods. Idag är ca 88 % av banan utbyggd till dubbelspår. I Halland är det endast sträckan Varberg-Hamra som fortfarande är enkelspårig.

I samband med utbyggnaden av Västkustbanan genom Varberg, kommer djupa schakter att utföras och grundvattensänkning kommer krävas i samband med anläggande av betongtråg och betongtunnel. I Varberg finns förorenade markområden, varav ett av de mest påtagligt förorenade områdena ligger inom kvarteret Renen 13.

Föroreningarna från kvarteret Renen utgör en risk för tunnelprojektet. Risken är sammansatt och gäller såväl arbetsmiljö som yttre miljö. För att bättre förstå och kunna hantera risken har fördjupade undersökningar utförts under sommaren och hösten 2017. De kompletterande undersökningarna redovisas i föreliggande MUR.

Undersökningarna är en förberedelse för kommande anläggningsarbeten och underlag till Trafikverkets ansökan om tillstånd till grundvattenbortledning för att kunna anlägga ny järnväg i Varberg.

## 2 Objekt

Enligt aktuella planer för projektet Varbergstunneln och för projekt Renen är det mest sannolikt att projekten kommer att pågå samtidigt. Kv Renen planerar att under 2018 projektera och handla upp efterbehandlingsåtgärder och att de praktiska arbetena kan inledas 2019. Efterbehandlingen planeras i nuläget att vara avslutad under 2021. Järnvägsprojektet planerar byggstart 2019 och att anläggningen kommer att kunna tas i bruk 2025.





Figur 2-1. Översiktskarta, tillåtighetskorridor med inritad järnvägslinje. Utbyggnaden omfattar ca 9 km ny järnväg, där ca 3 km går i tunnel. Röd cirkel visar läget på Kv Renen.



## 5 Styrande dokument

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga.

### 5.1 Planering och redovisning

Tabell 5-1. Planering och redovisning

Metod	Standard eller annat styrande dokument
Fältplanering	SS-EN 1997-2
Fältutförande	SGF Rapport 1:2013: Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 2:2013: Fälthandbok Undersökningar av förorenade områden SS-EN-ISO 22475-1
Beteckningssystem	SGF/BGS Beteckningssystem 2001:2 samt Bilaga C i IEG's rapport 2010:13 som är Trafikverkets översättning från SGF:s beteckningar enligt SS-EN-14688-1

### 5.2 Geoteknik

Tabell 5-2. Geotekniska fältundersökningar.

Metod	Standard eller annat styrande dokument
Sonderingar	
CPT-sondering/ CPTU (CPT)	SS-EN ISO 22476-1/ Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013
Jord/berg-sondering (Jb2/Jb3)	SGF Rapport 4:2012 / Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013
Provtagning	
Kategori B(Skr/Pg)	EN ISO 22475-1:2006/Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013

Tabell 5-3. Geotekniska laboratorieundersökningar.

Metod	Standard eller annat styrande dokument
Klassificering	SS-EN/ISO 14688-1
Vattenkvot	SS-EN/ISO 17892-1
Skrymdensitet	SS-EN/ISO 17892-2

### 5.3 Hydrogeologi

Tabell 5-4. Hydrogeologiska fältundersökningar.

Metod	Standard eller annat styrande dokument
Installation grundvattenrör	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013

Slugttester/Funktionstester	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013
Provpumpning/Infiltrationstest	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013 (ej med i föreliggande rapport)
Vattenförlustmätningar	SS-EN ISO 22282-3:2012
Installation av hammarborrhål	Normbrunn -07. SGU. 2008
Kapacitetstest av hammarborrhål	Normbrunn -07. SGU. 2008
Installation av foderrörsborrat grundvattenrör	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013

Tabell 5-5. Hydrogeologiska laboratorieundersökningar.

Metod	Standard eller annat styrande dokument
Vattenprovtagning	ISO/IEC 17025 SWEDAC

## 5.4 Miljöteknik

Tabell 5-6. Miljötekniska fältundersökningar.

Metod	Standard eller annat styrande dokument
Provtagning av grundvatten	SGF Rapport 2:2013: Fälthandbok Undersökningar av förorenade områden
Mätning med PID-instrument	SGF Rapport 2:2013: Fälthandbok Undersökningar av förorenade områden
Mätning av konduktivitet, temperatur och pH i vatten	SGF Rapport 2:2013: Fälthandbok Undersökningar av förorenade områden
Mätning av klorerade alifater i grundvatten med GC-FROG	SGF Rapport 2:2013: Fälthandbok Undersökningar av förorenade områden

Tabell 5-7. Miljötekniska laboratorieundersökningar.

Metod	Standard eller annat styrande dokument
Klorerade alifater, grund- och ytvatten	US EPA 624, US EPA 8260, EN ISO 10301, MADEP 2004, rev 1.1

## 5.5 Bergteknik

Tabell 5-8. Bergtekniska fältundersökningar.

Metod	Standard eller annat styrande dokument
Kärnborrning, Ø 56mm	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013
Ingenjörsgelogisk kartering, kärnborrhål	SS-EN ISO 14689-1:2004, och TrV Publ 2014:144, bilaga 5, kap 1.2 - tillämpliga delar.

## 6 Utsättning / Inmätning

Följande referenssystem har använts vid all utsättning/inmätning:

Koordinatsystem i plan: SWEREF99 12 00

Höjdsystem: RH2000

Utsättning/inmätning av undersökningspunkterna har utförts av personal från Tyréns och från Exact. Punkterna har nivåbestämts med GNSS med nätverks-RTK eller totalstation. Inmätning har utförts i mätklass A enligt SGF rapport 1:2013. Lutning på kärnborrhål har mätts i grader med en gradskiva och vattenpass.

## 7 Geofysiska undersökningar

Omfattningen av utförda geofysiska undersökningar redovisas i sin helhet i två Fältrapporter/Geofysik.

### 7.1 Resistivitet

Resistivitets-mätningar har utförts av Carl-Henrik Månsson, Tyréns AB. Mätningar har utförts i anslutning till Kv Renen med huvudsakligt syfte att utreda bergnivåer, sprickzoner och jordlagerföljder i området. 7 linjer med en sammanlagd längd av ca 650 mättes. Mätningen gjordes med 1 m elektrodavstånd, separerade kabelutlägg för ströminjektion och spänningsmätning. Tolkingar redovisas i bilaga G100 Fältrapport/ Geofysik, resistivitet.

### 7.2 Refraktions- och reflektionsseismik

En kombinerad refraktions- och reflektionsundersökning har utförts av Uppsala Universitet under ledning av Alireza Malehemir med syfte att utreda bergdjup och bergkvalitet. 12 linjer utfördes ca 240 m långa med en sammanlagd längd av ca 2900 m mättes. Fältrapport/ Geofysik, seismik finns redovisad i bilaga G101.

## 8 Geotekniska undersökningar

### 8.1 Fältundersökningar

Geotekniska undersökningar har utförts under perioden augusti 2017 av personal från Tyréns AB, Jonas Forslund. Fältundersökningar har utförts enligt metodstandarder enligt kapitel 5. Fältprotokoll finns redovisade i Fältrapport/Borrprotokoll, se bilaga G102.

#### 8.1.1. CPT-sondering/CPTu (CPT)

Cpt-sondering har utförts i 1 punkt. Vid CPT-sondering har Geotech Novasond och 32 mm sondstål använts. Portryck har registrerats vid sonderingarna.

#### 8.1.2. Jord/berg-sondering (Jb3)

Jb-sondering har utförts i 24 undersökningspunkter. Generellt har Jb3-sonderingar utförts. I samtliga punkter har undersökningarna utförts med tryckluft som spolmedium istället för vatten för en enklare hantering av borkax. Inom



restriktionsområdet för Kv Renen har allt borrhax samlats upp och hämtats av Suez AB. Vid Jb-sondering har Sandvik BR315, 44 mm stång och 57 mm borrhkrona använts.

#### 8.1.3. Störd provtagning, kategori B (Skr/Pg)

Störd provtagning har utförts med skruvprovtagare med diameter 82 mm i 1 punkter. Prover har förvarats och transporterats i provpåsar av plast.

## 8.2 Laboratorieundersökningar

Uttaget skruvprov har analyserats på PM Labtek AB, se bilaga G103.

## 8.3 Kvalitetsinformation och observationer

Kalibreringsintyg återfinns i i Fältrapport/Borrprotokoll, se bilaga G102.

# 9 Hydrogeologiska undersökningar

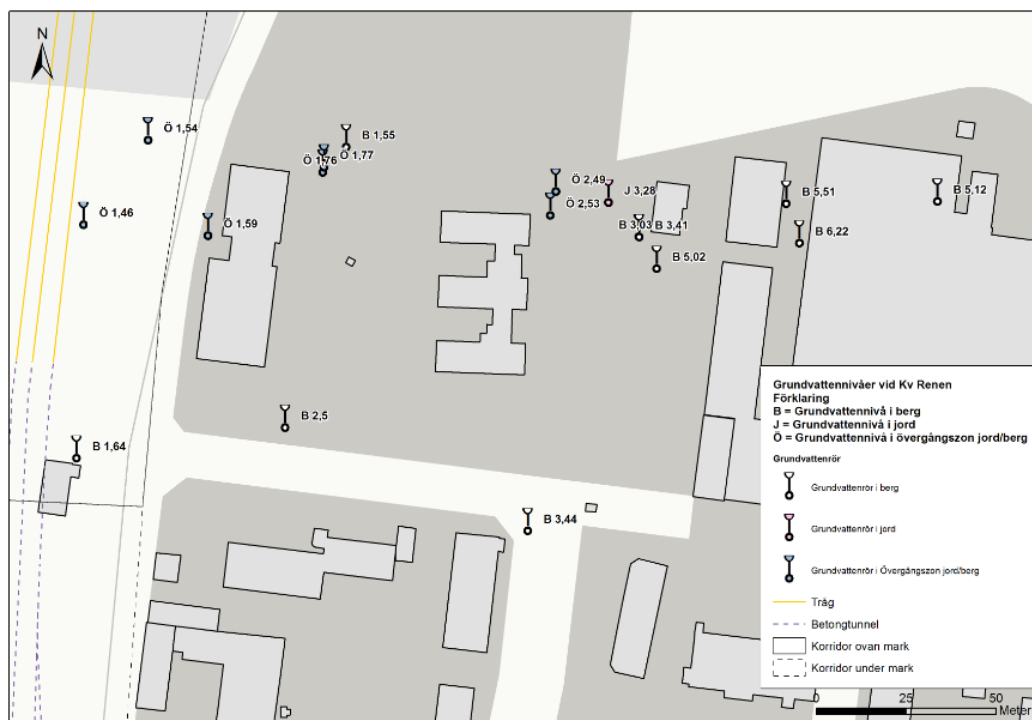
## 9.1 Installation av brunn, observationsrör och grundvattenrör

En brunn i det övre uppspruckna berget har installerats av brunnsborrhare Ove Karlsson, Göte Karlssons brunnsborrning AB, liksom 1 observationsrör. Brunnen borrhades med foderrör  $\phi$  140 mm. Installerade filterrör i de båda borringarna har dimension  $\phi$  125 resp.  $\phi$  63 mm. Filterrören motfylldes med filtersand som tätades med bentonit i anslutning till markytan.

Två grundvattenrör (17T327RU och 17T328RU) har installerats i övergångszonen mellan jord och uppsrucket ytberg i oktober 2017 av personal från Tyréns AB, Jonas Forslund. Grundvattenrören borrhades med foderrör  $\phi$  140 mm. Installerade filterrör har dimension  $\phi$  63 mm. Filterrören motfylldes med filtersand som tätades med bentonit i anslutning till markytan.

## 9.2 Grundvattenobservationer

Grundvattennivåer i nya och befintliga rör inom Kv Renen har undersökts, se figur 4-1.



Figur 4-1 Redovisar läge på grundvattentrör samt vilka grundvattennivåer som uppmäts i berg, jord och övergångszon jord/berg.

### 9.3 Provtagning

5 stycken grundvattenprover har tagits ut från pumpbrunn och grundvattentrör med en peristaltisk pump. 2 bergborrade hål har provtagits med en tornado pump. Vattenprovtagningen har utförts av Tyréns personal och har analyserats för kemisk kontroll. Se vidare bilaga H106 Laborationerapport/Miljöteknik.

### 9.4 Kapacitetstest i filterbrunn

Totalt har 1 kapacitetstest i 1 filterbrunn utförts. Kapacitetstesterna har utförts av brunnsbore Ove Karlsson, Göte Karlssons brunnsborring AB.

För mer information se bilaga H104 Kapacitetstest filterbrunn/ Hydrogeologi.

### 9.5 Vattenförlustmätningar i kärnborrhål

Totalt har 36 vattenförlustmätningar i 2 kärnborrhål utförts.

Vattenförlustmätningar i de 2 nyinstallerade kärnborrhålen har utförts av ingenjörsgelog Karl-Johan Matsson, Tyréns AB.

För mer information se bilaga H105 PM Hydrauliska tester/vattenförlustmätning .

### 9.6 Provpumpningar

Provpumpning kommer att ske i ett senare skede och redovisas inte i denna MUR.

## 10 Miljötekniska undersökningar

Omfattning av utförda miljötekniska undersökningar innebar provtagning i 3 grundvattenrör och 2 kärnborrade hål i berg. Utförda analyser framgår av bilaga M106 Laborierapport/Miljöteknik.

### 10.1 Omsättning och provtagning av grundvatten

Omsättning och provtagning har utförts i installerade grundvattenrör efter att vattennivån har mätts in med lod. Totalt har 7 grundvattenprov uttagits. Provtagning har genomförts med peristaltisk- eller tornado pump. Fältmätning av klorerade alifater har genomförts med HDI-instrument eller PID-instrument. 5 analyser har utförts på laboratorium och 2 analyser har utförts med GC-FROG.

### 10.2 Kontrollmätning av klorerade alifater vid JB-sondering och kärnbörning

Kontrollmätning av förekomst av klorerade alifater i samband med JB-sonderingar har genomförts genom mätning med HDI-instrument direkt i sonderingshålen. Provtagning av grund- och spolvatten har skett i kärnborrhål inom restriktionsområde. Vattenprovtagningen har skett på 30 m djup med tornado pump efter att kärnborrhålen omsattes med en rörvolym. Utgående luft från borrhål kontrollerades med HDI-instrument efter var 6 meter för innehåll av klorerade alifater.

### 10.3 Laboratorieundersökningar

Analys av klorerade alifater i grundvatten har utförts av ALS. Omfattning av utförda laboratorieanalyser framgår av tabell 10.1. Laboratorieresultat redovisas i bilaga M107 Sammanställning laboratorieanalyser grundvatten/Miljöteknik.

Tabell 10-1. Antal miljötekniska laboratorieundersökningar.

Metod	Antal prov				
	Jord	Grundvatten	Ytvatten	Sediment	Asfalt
Klorerade alifater		5			

## 11 Bergtekniska undersökningar

Omfattning av utförda bergtekniska undersökningar framgår av bilaga 100 Fältrapport/Geofysik, resistivitet, bilaga G101 Fältrapport/Geofysik, seismik, bilaga G102 Borrprotokoll och bilaga G108 Kartering av kärnprover/Bergteknik.

### 11.1 Kärnbörning

Kärnbörningen har omfattat 2 kärnborrhål med diameter 56 mm och med borrlängder varierande mellan 40 och 45 m, se vidare Bilaga B101 Fältrapport/Geofysik, seismik. Kärnbörningarna har utförts av Geogruppen i Göteborg AB under ledning av fälttekniker Lars Thomson.

## 11.2 Kärnkartering

Kärnkartering har utförts av bergteknisk personal från Tyrens AB se bilaga G108  
Kartering av kärnprover/Bergteknik.

## 12 Redovisning av fält- och laboratorieundersökningar

Utförda undersökningar redovisas i bilagor och på ritningar enligt kap 12.1 och 12.2 nedan.

### 12.1 Bilagor

Tabell 12-1. Sammanställning tillhörande bilagor.

Ev tidigare dokumentnummer	Bilaga	Innehåll
101107-08-025-109	G100	Fältrapport/ Geofysik, resistivitet
101107-08-025-109	G101	Fältrapport/ Geofysik, seismik
101107-08-025-109	G102	Fältrapport/Borrprotokoll
101107-08-025-109	G103	Laborationerapport/ Geoteknik (PM Labtek AB)
101107-08-025-109	H104	Kapacitetstest filterbrunn/ Hydrogeologi
101107-08-025-109		Försöksrapport/ Provpumpningar (kommer i ett senare skede)
101107-08-025-109	H105	PM Hydrauliska tester/ vattenförlustmätning
101107-08-025-109	M106	Laborationerapport/Miljöteknik
101107-08-025-109	M107	Sammanställning laboratorieanalyser grundvatten/Miljöteknik
101107-08-025-109	G108	Kartering av kärnprover/Bergteknik

## 12.2 Ritningar

Tabell 12-2. Sammanställning tillhörande ritningar.

Ritningsnummer	Rubrik
101107-08-025-109	Plan
	101107-08-160-STNOMR-108
	101107-08-160-STNOMR-109
	Sektion
	101107-08-350-STNOMR-005
	101107-08-350-STNOMR-006
	101107-08-350-STNOMR-007
	101107-08-350-STNOMR-008
	101107-08-350-STNOMR-009
	101107-08-350-STNOMR-010
	101107-08-350-STNOMR-011
	101107-08-370-STNOMR-054
	101107-08-370-STNOMR-055
	101107-08-370-STNOMR-056
	101107-08-370-STNOMR-057
	101107-08-370-STNOMR-058
	101107-08-370-STNOMR-059
	101107-08-370-STNOMR-060





Trafikverket, 405 33 Göteborg. Besöksadress: Kruthusgatan 17.  
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

[www.trafikverket.se](http://www.trafikverket.se)