

---

# PM GEOTEKNIK

---

KARLSTADS KOMMUN

UPPDRAGSNUMMER 233.5613

**KARLSTAD, ERIKSBERG NYTT HANDELSOMRÅDE  
INLEDANDE GEOTEKNISK UNDERSÖKNING, PROJEKTERINGSUNDERLAG**

PROJEKTERINGSUNDERLAG

2014-01-07

## Innehållsförteckning

1	Uppdrag	1
2	Befintliga förhållanden	1
3	Utförd undersökning	1
4	Utsättning och avvägning	1
5	Jordlager- och grundvattenförhållanden	1
6	Sättningar	2
7	Grundläggning	3
8	Markarbeten	3
9	Övrigt	4

Tillhörande handling:

Markteknisk undersökningsrapport, daterad 2014-01-07

## 1 Uppdrag

På uppdrag av Karlstads kommun har Sweco utfört inledande geoteknisk undersökning för rubricerat objekt. Undersökningen har syftat till att i stort klarlägga jordlager- och grundvattenförhållanden inom aktuellt område för att därmed i stort ge de geotekniska förutsättningarna för fortsatt planering och projektering.

*Föreliggande handling är ett projekteringsunderlag och behandlar företrädesvis geotekniska synpunkter och rekommendationer i projekteringskedet. Geotekniska synpunkter och rekommendationer i byggskedet ska inarbetas i bygghandling alternativt ska denna handling revideras.*

## 2 Befintliga förhållanden

Aktuellt område är beläget ca 5 km väster om Karlstad centrum strax norr om Bergviks handelsområde. Området gränsar i söder mot väg E18 och i öster mot väg 61/62. I norr och väster gränsar området mot skogsmark.

Området utgörs av dels åker- och ängsmark med marknivåer mellan ca +46,5 och +60,0 samt skogsmark med marknivåer mellan ca +50 och +56. Inom området förekommer partier med fast mark och berg i dagen.

Området korsas i sin östra del av en luftburen kraftledning i nord-sydlig riktning. Befintlig huvudvattenledning från Sörmons vattenverk korsar området centralt i väst-östlig riktning. Ny huvudvattenledning förläggs utmed områdets norra gräns.

## 3 Utförd undersökning

Inledande geoteknisk undersökning har utförts under perioden mars-maj 2013 med borrhandsvagn Geotech 604 och Geotech 402. Resultat från utförd undersökning redovisas i tillhörande markteknisk undersökningsrapport (MUR) med uppdragsnummer 233.5613, daterad 2014-01-07

## 4 Utsättning och avvägning

Utsättning och inmätning av undersökningspunkter har skett med GPS-station, RTK-mätning.

Koordinatsystem i plan: SWEREF 99 13 30

Höjdsystem: RH00

## 5 Jordlager- och grundvattenförhållanden

Inom områden med fast mark och partier med berg i dagen förekommer under ett tunt vegetationsskikt huvudsakligen friktionsjord, morän, med ringa mäktighet på berg.

Inom övriga områden består naturligt lagrad jord under ca 0,3 à 0,5 m mulljord av finkorniga sediment ovan fast friktionsjord på berg.

De finkorniga sedimenten utgörs överst av sand och silt med varierande mäktighet från ca 0,5 à 0,7 m upp till ca 9,2 m. Härunder återfinns lös högsensitiv lera med mäktighet från nära noll upp till ca 26,5 m. Leran vilar på ett medelfast sandlager med ringa mäktighet som mot djupet övergår till fast friktionsjord.

Lerans odränerade skjuvhållfasthet har uppmätts till mellan ca 10 kPa och 55 kPa (okorrigerat värde). Den odränerade skjuvhållfastheten ökar mot djupet. Lerans konflytgräns varierar mellan ca 30 % och 50 % och dess vattenkvot mellan ca 40 % och 60 % med enstaka värden kring 70 %. Ställvis är leran kvick.

Enligt utförda CRS-försök är leran inom det centrala området överkonsoliderad med mellan ca 30 kPa och 90 kPa och inom den östra och västra delen svagt överkonsoliderad med ca 10 kPa à 20 kPa för nuvarande förhållanden.

Lerans deformationsmodul,  $M_L$ , strax över förkonsolideringstrycket har uppmätts till mellan ca 540 kPa och 1870 kPa.

Nu utförda sonderingar har avslutats i fast friktionsjord med stopp mot sten, block eller förmodat berg på mellan ca 0,8 m och 30,4 m under nuvarande markyta.

Fri vattenyta har vid undersökningstillfället noterats strax under markytan till ca 1,9 m djup under nuvarande markyta.

## 6 Sättningar

Inom områden med fast mark och partier med berg i dagen (område A) kommer inga eller endast små försumbara sättningar att utvecklas för nya anläggningar och byggnader.

Inom den centrala delen av området som i dag består av åkermark (område B) kan, till följd av något överkonsoliderad lera, uppfyllnad upp till nivå ca +49,5 à +50,0 (RH00 Karlstad) utföras utan att större besvärande sättningar kommer att utvecklas.

Inom den västra och östra delen av området som i dag består av åkermark (område C), kommer konsolideringssättningar att utvecklas för alla tillkommande laster som verkar över tid. Sättningarnas storlek och utveckling över tid beror på lastens intensitet och utbredning i plan samt lerans sättningsegenskaper och mäktighet i varje enskild punkt.

I nedanstående tabell redovisas överslagsmässigt förväntade konsolideringssättningar och deras utveckling för 20 kPa (ca 1,0 à 1,1 m jord) respektive 40 kPa (ca 2,0 à 2,2 m jord) belastning vid olika lermäktigheter inom område C.

Lermäktighet [m]	Sättning [cm] för last 20 kPa	Sättning [cm] last 40 kPa	Tid 50 % konsolidering [år]	Tid 90 % konsolidering [år]
3	<5	10-15	0,3-0,5	1-1,5
5	5-10	15-25	0,6-1,0	3-4
11	15-20	40-50	4-5	5-8
15	20-25	60-70	7-9	30-35
21	30-40	80-100	14-17	60-70

## 7 Grundläggning

Inom område A kan byggnader grundläggas ytligt.

Inom område B kan mindre byggnader i ett plan grundläggas ytligt i fast ostörd naturligt lagrad jord. Större byggnader samt byggnader i flera plan erfordrar djupgrundläggning med spetsburna pålar för ett sättningfritt utförande.

Inom område C kan endast mindre enkla byggnader, exempelvis enklare förrådsbyggnader, grundläggas ytligt. Övriga byggnader erfordrar djupgrundläggning med spetsburna pålar för ett sättningfritt utförande.

Uppfyllnader kring djupgrundlagda byggnader inom område B och C kan erfordra förstärkning med kc-pelare eller lättfyllning vid entréer, lastbryggor etc. för att minska sättningdifferenser mellan byggnad och omgivande mark.

## 8 Markarbeten

Naturligt lagrade ytliga sediment är mycket flytbenägna vid vattenmättnad. Vidare är de mycket tjälfarliga.

Alla schaktarbeten ska bedrivas med hänsyn till aktuell jordart och rådande grundvattenyta. Schakt ska utföras så att uppluckring/uppmjukning av färdig schaktbotten ej sker. Avslutande schakt ska utföras med otandad skopa.

Schakt kan ske som öppen schakt över grundvattenytan. Vid kraftig nederbörd kan schaktslänter erfordra tillfälligt erosionsskydd. Val av slänlutning ska avgöras för varje enskilt fall med hänsyn till schaktdjup och längd på schakt.

Inom områden med lös lera ska schakt djupare än ca 2,0 m förutsättas erfordra ske inom stödkonstruktion eller annan förstärkningsåtgärd.

Vid schakt under grundvattenytan erfordras lokal grundvattensänkning för säker schakt och schakt i torrhet. Detta bedöms med nuvarande underlag kunna utföras med grusfilterklädda pumpgropar nedförda till 0,5 m under färdig schaktbotten.

Vid terrass i lös lera bedöms att ledning erfordrar förstärkt ledningsbädd med geonät och krossmaterial. Ledningsstråk kan behöva förstärkas med kc-pelare beroende på uppfyllnad.

Vintertid ska färdig schaktbotten skyddas mot frysning.

Materialskiljande geotextil, klass N3, erfordras vid terras i naturligt lagrade sediment.

## 9 Övrigt

Kompletterande geotekniska undersökningar kommer att erfordras beroende på objekt och geoteknisk frågeställning. Dimensioneringsanvisningar för grundläggning ska upprättas av geotekniker för varje enskilt objekt.

**Karlstad 2014-01-07**  
**Sweco Civil AB**  
**Karlstadskontoret, geoteknik**

Gunnar Larsson  
*Uppdragsledare*

Tomas Nordlander  
*Granskning*

---

# MARKTEKNISK UNDERSÖKNINGSRAPPORT (MUR)

---

KARLSTADS KOMMUN

UPPDRAGSNUMMER 233.5613

**KARLSTAD, ERIKSBERG NYTT HANDELSOMRÅDE  
INLEDANDE GEOTEKNISK UNDERSÖKNING, PROJEKTERINGSUNDERLAG**

PROJEKTERINGSUNDERLAG

2014-01-07

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Uppdrag</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Befintliga förhållanden</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Styrande dokument</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>Tidigare utförd undersökning</b>	<b>1</b>
<b>5</b>	<b>Nu utförd undersökning</b>	<b>2</b>
<b>6</b>	<b>Redovisning</b>	<b>2</b>
<b>7</b>	<b>Härledda värden</b>	<b>3</b>
7.1	Odränerad skjuvhållfasthet	3
7.1.1	Kohesionsjord	3
7.1.2	Friktionsjord	4
7.2	Dränerad skjuvhållfasthet	5
7.2.1	Kohesionsjord	5
7.2.2	Friktionsjord	5
7.3	Sättningsegenskaper	5
7.3.1	Kohesionsjord	5
7.3.2	Friktionsjord	6



## 1 Uppdrag

På uppdrag av Karlstads kommun har Sweco utfört inledande geoteknisk undersökning för rubricerat objekt. Undersökningen har syftat till att klarlägga jordlager- och grundvat-  
tenförhållanden inom aktuellt område för att därmed ge de geotekniska förutsättningarna i stort för det fortsatta planerings- och projekteringsarbetet.

## 2 Befintliga förhållanden

Aktuellt område är beläget ca 5 km väster om Karlstad centrum strax norr om Bergviks handelsområde. Området gränsar i söder mot väg E18 och i öster mot väg 61/62. I norr och väster gränsar området mot skogsmark.

Området utgörs av dels åker- och ängsmark med marknivåer mellan ca +46,5 och +60,0 samt skogsmark med marknivåer mellan ca +50 och +56. Inom området förekommer partier med fast mark och berg i dagen.

Området korsas i sin östra del av en luftburen kraftledning i nord-sydlig riktning. Befintlig huvudvattenledning från Sörmons vattenverk korsar området centralt i väst-östlig riktning. Ny huvudvattenledning förläggs utmed områdets norra gräns.

## 3 Styrande dokument

SS-EN 1997-2 Marktekniska undersökningar

Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:96

SS-EN ISO 14688-1 Identifiering och klassificering av jord

SS-EN ISO 14688-2 Klassificeringsprinciper

SS-EN ISO 22475-1:2006 Geoteknisk undersökning och provtagning Del 1: Tekniskt utförande

SS-EN ISO 22476-9 Vingsondering

SGF Metodblad 2006-10-01 Slagsondering

SGF Metodblad 2008-01-28 Trycksondering (viktsondspets)

Undersökningspunkterna betecknas i enlighet med SGF/BGS beteckningssystem.

## 4 Tidigare utförd undersökning

Inom området har Sweco tidigare utfört geoteknisk undersökning. Resultat från denna undersökning har i tillämpliga delar inarbetats i nu föreliggande handling. Följande handling har studerats:

- Karlstad, ny huvudvattenledning etapp Eriksberg. Uppdragsnummer 233.5542.200, daterad 2013-09-12.

## 5 Nu utförd undersökning

Geoteknisk undersökning har nu utförts under perioden mars-maj 2013 med borrhandsvagn Geotech 604 och Geotech 402. Undersökningen har omfattat följande:

- Trycksondering med stänger Ø25 mm och vriden spets (viktsondspets) har utförts i 117 punkter.
- Slagsondering med hydraulisk hammare och stänger Ø44 mm och geospets Ø52 mm har utförts i 12 punkter.
- Störd jordprovtagning med skruvborr 60 mm har utförts i 24 sonderingspunkter. Upptagna jordprov har klassificerats okulärt direkt i fält med avseende på jordart (benämning).
- Ostörd jordprovtagning med standardkolvborr Ø50 mm (Stl) har utförts i sex sonderingspunkter på totalt 33 nivåer. På samtliga upptagna jordprov har rutinanalys utförts. Bestämning av lerans sättningsegenskaper har utförts på utvalda prov från totalt 23 nivåer.
- Lerans odränerade skjuvhållfasthet har bestämts in-situ med vingsondering i sju punkter på totalt 35 nivåer. Vid sondering har manuellt vinginstrument Geotech samt elektriskt vinginstrument Geotech EVB-039 och EVB-0110 med vingdon 130x65 mm (Chalmers vinge) använts.
- Fri vattenyta har noterats i provtagningshål som en indikation på grundvattentans läge vid undersökningstillfället.

## 6 Redovisning

Nu utförd undersökning redovisas på följande bilagor och ritningar:

Bilagor:

Jordprovsanalys, 2 blad	Bilaga 1
Konprovstabell, 7 blad	Bilaga 2
Redovisning ödometerförsök, CRS, 92 blad	Bilaga 3
Sammanställning av lerans sättningsegenskaper, 2 blad	Bilaga 4
Bedömd lermäktighet, 1 blad	Bilaga 5
Bedömd sedimentmäktighet, 1 blad	Bilaga 6

Ritningar:

Plan, 1:1000	G01
Plan, 1:1000	G02
Plan, 1:1000	G03
Plan, 1:1000	G04
Plan, 1:1000	G05
Plan översikt, 1:2500	G06
Sektion A-A, h=1:100 l=1:500	G21
Sektion B-B, h=1:100 l=1:500	G22

2 (6)

MARKTEKNISK UNDERSÖKNINGSRAPPORT (MUR)  
2014-01-07  
PROJEKTERINGSUNDERLAG

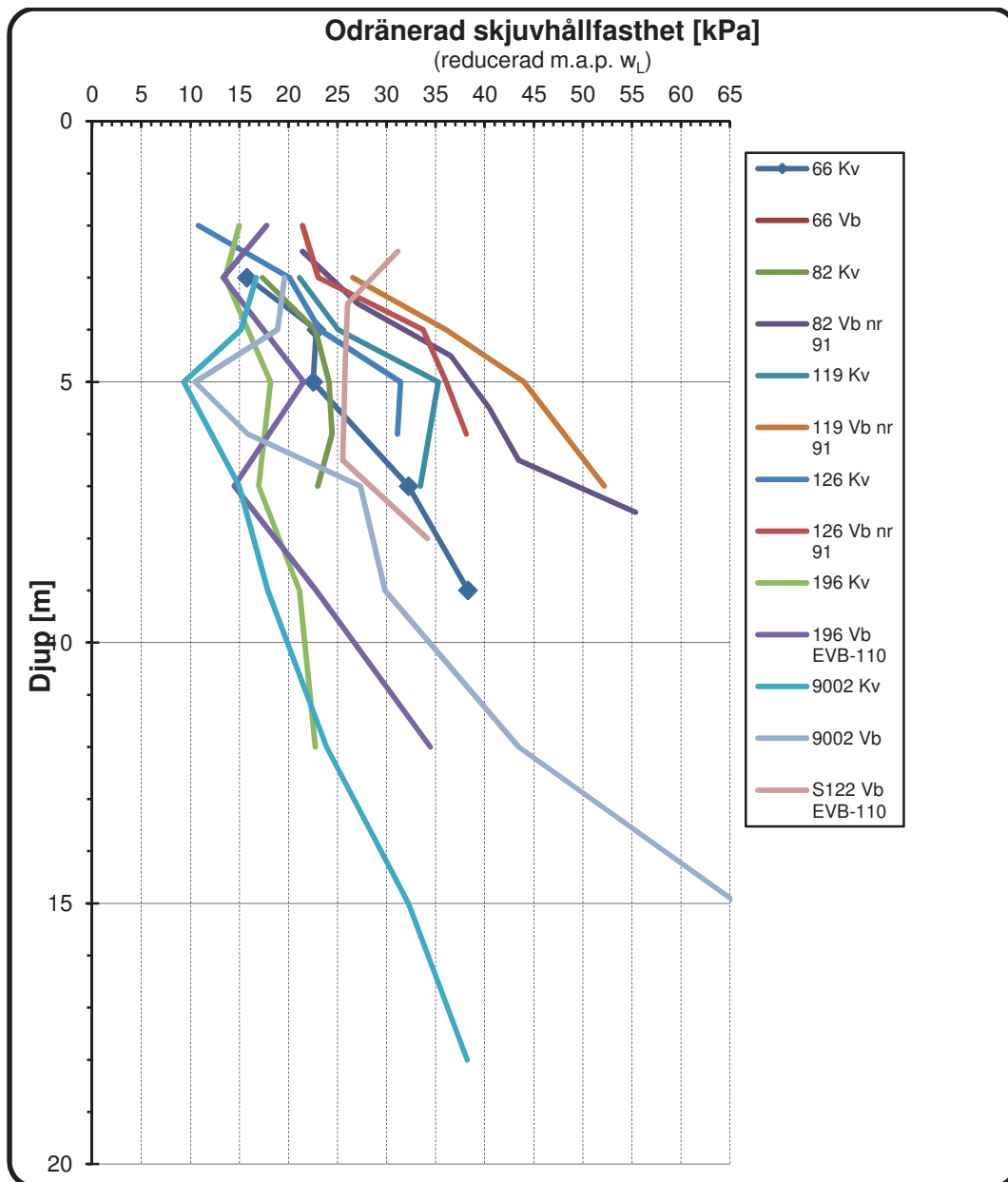
Sektion C-C, h=1:100 l=1:500	G23
Sektion D-D, h=1:100 l=1:500	G24
Sektion E-E och F-F, h=1:100 l=1:500	G25
Sektion G-G, h=1:100 l=1:500	G26
Sektion H-H, h=1:100 l=1:500	G27
Sektion I-I, h=1:100 l=1:500	G28
Sektion K-K, h=1:100 l=1:500	G29
Sektion L-L - M-M, h=1:100 l=1:500	G30
Sektion N-N och O-O, h=1:100 l=1:500	G31
Sektion P-P och R-R, h=1:100 l=1:500	G32
Sektion S-S och T-T, h=1:100 l=1:500	G33
Sektion U-U - A1-A1, h=1:100 l=1:500	G34
Sektion B1-B1 - D1-D1, h=1:100 l=1:500	G35
Sektion E1-E1 - G1-G1, h=1:100 l=1:500	G36
Sektion H1-H1 - M1-M1, h=1:100 l=1:500	G37
Sektion N1-N1 - R1-R1, h=1:100 l=1:500	G38
Sektion S1-S1 - T1-T1 h=1:100 l=1:500	G39
Sektion U1-U1 och V1-V1, h=1:100 l=1:500	G40

## 7 Härledda värden

### 7.1 Odränerad skjuvhållfasthet

#### 7.1.1 Kohesionsjord

Bestämning av lerans odränerade skjuvhållfasthet har utförts utgående från konprovning samt vingsondering. Korrigering med avseende på konflytgräns har utförts. I nedanstående diagram redovisas uppmätta värden på lerans odränerade skjuvhållfasthet.



### 7.1.2 Friktionsjord

Förekommande friktionsjord, morän samt grövre sediment, silt och sand, bedöms inte ha någon odränerad skjuvhållfasthet.

## 7.2 Dränerad skjuvhållfasthet

### 7.2.1 Kohesionsjord

Dränerad skjuvhållfasthet har för leran valts enligt empiriska samband och satts till  $c'=0,1x c_u$  och  $\varphi'=30^\circ$ .

### 7.2.2 Friktionsjord

För friktionsjord och grövre sediment har genomgående bedömts att  $c'=0$  kPa. Angivna friktionsvinklar för respektive jordmaterial grundar sig på utförda sonderingar samt lokal erfarenhet från närliggande områden.

Sand  $\varphi'=33^\circ$

Silt  $\varphi'=31^\circ$

Morän  $\varphi'=38^\circ$

## 7.3 Sättningsegenskaper

### 7.3.1 Kohesionsjord

Bestämning av lerans sättningsegenskaper har utförts utgående från ödometerförsök, CRS-försök. I bilaga 4 redovisas en sammanställning av uppmätta värden med avseende på in-situ spänning  $\sigma'_0$ , förkonsolideringstrycket  $\sigma'_c$  och gränstrycket  $\sigma'_L$  samt deformationsmodulen strax  $M_L$  över förkonsolideringstrycket.

Inom område B är leran överkonsoliderad med mellan ca 30 kPa och 90 kPa. Differensen mellan gränstrycket och förkonsolideringstrycket ( $\sigma'_L - \sigma'_c$ ) varierar här mellan ca 50 kPa och 100 kPa. Deformationsmodulen  $M_L$  varierar mellan ca 520 kPa och 2300 kPa.

Inom område C bedöms leran vara svagt över- eller normalkonsoliderad. Differensen mellan gränstrycket och förkonsolideringstrycket ( $\sigma'_L - \sigma'_c$ ) är här ca 50. Deformationsmodulen  $M_L$  varierar mellan ca 460 kPa och 1640 kPa.

### 7.3.2 Friktionsjord

Sättningsegenskaperna för förekommande friktionsjord och grövre sediment har ej undersökts inom ramen för detta uppdrag.

Erfarenhetsmässigt är sättningarna i förekommande friktionsjord, morän, försumbara.

Förekommande lager av sand och silt har i regel ringa mäktighet i området. Sättningarnas storlek är avhängiga de grövre sedimenten lagringstäthet, mäktighet samt lastens intensitet och utbredning i plan. Erfarenhetsmässigt bedöms att sättningar i förekommande sand är elastiska och i huvudsak utvecklas under byggnadstiden.

**Karlstad 2014-01-07**  
**Sweco Civil AB**

Gunnar Larsson  
*Handläggare*

Tomas Nordlander  
*Uppdragsledare, granskning*