



**TRÖINGEBERGSOMRÅDET, FALKENBERG**  
TEKNISK PM GEOTEKNIK

2020-12-30

<b>DOKUMENTINFORMATION</b>	
Uppdrag	Tröingebergsområdet, Falkenberg
Uppdragsnummer	792530
GNR	20038
Datum	2020-12-30
Revidering	

Beställare	Falkenbergs kommun
Beställarens referens	Johan Risholm Stadsarkitekt Falkenberg kommun Telefon 070-638 62 30 johan.risholm@falkenberg.se

Uppdragsledare	David Galbraith Tfn. 010-505 38 12 Mail: David Galbraith@afry.com	
Upprättad av	David Galbraith	
Granskad av	Ludvig Ehlorsson	

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>UPPDRAG</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>SYFTE</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>UNDERLAGSMATERIAL</b>	<b>5</b>
3.1	Allmänt	5
3.2	Utförd undersökning	5
<b>4</b>	<b>STYRANDE DOKUMENT</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>PLANERAD BYGGNATION</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>MARKFÖRHÅLLANDEN OCH TOPOGRAFI</b>	<b>5</b>
<b>7</b>	<b>GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>6</b>
7.1	Allmänt	6
7.2	Jordlagerförhållanden	6
7.3	Jordens materialegenskaper	7
<b>8</b>	<b>HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>8</b>
<b>9</b>	<b>SAMMANSTÄLLNING AV HÄRLEDDA EGENSKAPER</b>	<b>9</b>
9.1	Elasticitetsmodul	9
9.2	Friktionsvinkel	12
9.3	Odränerad skjuvhållfasthet	14
9.4	Förkonsolideringstryck	15
<b>10</b>	<b>SÄTTNINGAR</b>	<b>16</b>
<b>11</b>	<b>GEOTEKNISKA REKOMMENDATIONER</b>	<b>16</b>
11.1	Allmänt	16
11.2	Schaktarbeten	16
11.3	Grundvattenhantering	17
11.4	Packning och uppfyllnad	17
11.5	Anläggning av hårdgjorda ytor och gator	18
11.6	Byggnader och konstruktioner	18
11.7	Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD)	18
11.8	Markradon	18
11.9	Allmänt	18
11.10	Härledda värden och värderade medelvärden	19
11.10.1	Byggnader	19
11.10.2	Planskild Passage	19
11.1	Partialkoefficienter	19
11.2	Omräkningsfaktor	20
11.3	Dimensionerande grundvattennivå	20
<b>12</b>	<b>KONTROLL</b>	<b>20</b>

# 1 Uppdrag

På uppdrag av Falkenbergs kommun har AFRY, Malmö, utfört en översiktlig geoteknisk markundersökning för ett detaljplanområde inom Tröingebergsområdet i Falkenbergs kommun. Detaljplaneområdet är ca 19 hektar varav det planeras en skola på ca 5,5 ha och på resterande del planeras bostäder och verksamheter. I planområdet ingår de fastigheter som ligger utmed väg 767 (f d E6) östra sida. Flera av dessa är redan bebyggda och en utveckling med verksamheter pågår sedan flera år här. Planarbetet syftar till att den utvecklingen ska kunna fortsätta.

Undersökningsområdet är beläget i Falkenbergs tätorts nordöstra utkant, se figur 1 nedan.



Figur 1. Översiktskarta över aktuellt område. Ungefärligt undersökningsområde är markerat med röd streckad linje.

## 2 Syfte

Syftet med den geotekniska markundersökningen har varit att fastställa jordlagerföljd samt jordlagrens tekniska egenskaper. Resultaten ska utgöra underlag för framtida exploatering inom detaljplanområdet genom att klargöra markens byggtekniska förutsättningar. Denna PM är ett projekteringsunderlag och behandlar endast rekommendationer och synpunkter för projekteringskedet.

## 3 Underlagsmaterial

### 3.1 Allmänt

Följande underlagsmaterial har använts i detta uppdrag:

- *Ledningsunderlag inhämtad från Ledningskollen.*
- *Förslag till detaljplan, tillhandahållen av beställaren*
- *Digital grundkarta, tillhandahållen av beställaren*
- *Jordartskartan SGU*
- *Jorddjupskartan SGU*

### 3.2 Utförd undersökning

Resultat från utförd fältundersökning redovisas i:

- *Markteknisk Undersökningsrapport (MUR), Geoteknik, Tröingebergssområdet , upprättad av AFRY, uppdragsnummer 792530, daterad 2020-12-30.*

## 4 Styrande dokument

Denna PM ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga. Tillämpningsdokument enligt IEG ska användas för respektive konstruktionstyp.

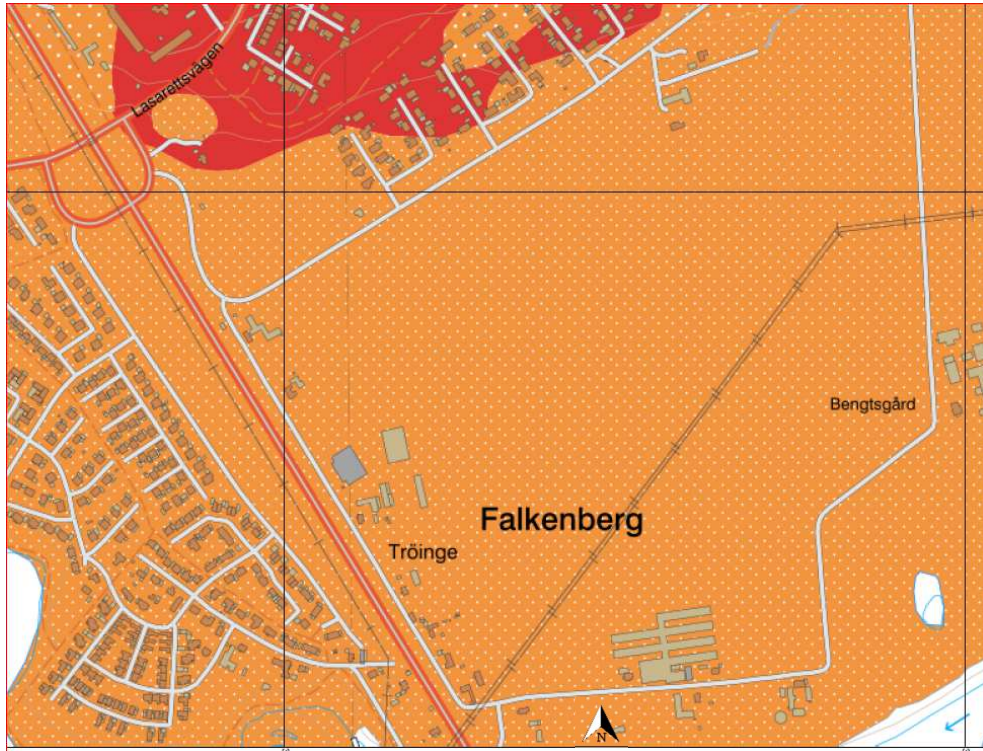
## 5 Planerad byggnation

Undersökningsområdet skall planläggas för framtida bebyggelse på tomter avsedda för bostäder, verksamheter samt en skola. Det ingår även dike och dagvattenmagasin för hantering av dagvatten samt en planfri passage under väg 767.

## 6 Markförhållanden och topografi

Aktuellt undersökningsområde är relativt flackt. Uppmätt marknivå i utförda undersökningspunkter varierar mellan ca +11,4 och +13,6. Markytan utgörs huvudsakligen av åkermark. Området begränsas av väg 767 (f d E6) i väster, gränsande fastigheter i öster, Ätran i söder, och Lasarettsvägen samt Hällinge Ringväg och gränsade fastigheter i norr.

Enligt SGU:s jordartskarta utgörs den ytliga jorden inom undersökningsområdet huvudsakligen av postglacial sand. Se figur 2 för förekommande ytliga jordarter. Jorddjupet är ca 10-30 m inom merparten av undersökningsområdet. Berg i dagen förekommer i den nordöstra utkanten av området.



Figur 2. Jordartskarta från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU). röda områden representerar urberg och orangea områden med vita prickar representerar postglacial sand.

## 7 Geotekniska förhållanden

### 7.1 Allmänt

De geotekniska förhållandena har utvärderats från genomförda störda provtagningar (skruvprovtagning) samt CPT-sonderingar. Fri vattenyta i öppna borrhål har observerats. Vidare har även grundvattenrör installerats.

### 7.2 Jordlagerförhållanden

Observera att nedanstående beskrivning är en generaliserande bedömning av jordartsförhållandena inom området. Avvikande förhållanden kan inte uteslutas.

Utförda undersökningar visar att jordlagerföljden inom undersökningsområdet huvudsakligen utgörs av **sand**. I några punkter förekommer **fyllning, gyttja, lera** och **sandmorän**.

**Fyllningen** utgörs av sandig mulljord/mullhaltig sand samt sand och påträffas överst i lagerföljden med en mäktighet på ca 1,0-1,5 m i undersökningspunkt 20AF03 och 20AF19. Fyllningen bedöms ha en medelfast lagringstäthet: friktionsvinkeln har utvärderats till ca 33° och E-modulen till ca 15 MPa. Punkt 20AF03 ligger där ett dagvattenmagasin planeras och 20AF19 ligger där ett dike planeras.

**Sanden** påträffas i samtliga undersökningspunkter och har en mäktighet på mellan ca 1,6 och över 4 m. Den överste 0,2-0,8 m av sandlagret är mullhaltig. Sandlagret bedöms ha en medelfast lagringstäthet ner till ca 3 m djup: friktionsvinkeln har utvärderats till ca 33° och E-modulen till ca 15 MPa. Under 3 m djup har sanden en mycket lös lagringstäthet där frktionsvinkel har utvärderats till 31° och E-modulen till ca 3 MPa.

**Gyttjan** förekommer som lager i sanden i undersökningspunkt 20AF02, 20AF05 och 20AF08 på ca 1,1-2,3 m djup och har en mäktighet på ca 0,7-1,4 m. Gyttjan har en vattenkvot som har bestämts till mellan 69 % och 95 % och en konflytgräns som har bestämts till 51 %. Organisk halt har bestämts till ca 7 %. Punkt 20AF02 och 20AF05 ligger där dagvattenmagasin planeras. Punkt 20AF08 ligger där en planfri passage planeras.

**Leran** förekommer som lager i sanden i undersökningspunkt 20AF02, 20AF05, 20AF08 och 20AF21 på ca 3,4-4,2 m djup och har en mäktighet som uppgår till över 2,1 m. Leran är överlag sandig och siltig och har en medelhög skjuvhållfasthet. Lerans odränerade skjuvhållfastheten har utvärderats till ca 70 kPa och E-modulen till ca 15 MPa. Leran är starkt överkonsoliderad och förkonsolideringstryck har utvärderats till 500 kPa. Leran har en vattenkvot som har bestämts till mellan 23 % och 29 % och en konflytgräns som har bestämts till 37 %. Punkt 20AF02 och 20AF05 ligger där dagvattenmagasin planeras. Punkt 20AF08 och 20AF21 ligger där en planfri passage planeras.

I undersökningspunkten 20AF01 påträffades ett lager av **sandmorän** på 0,8 m djup under befintlig markyta. Sandmoränen har en mäktighet på ca 0,3 m och ligger ovanför berg, vilket har konstaterats utifrån faktum att slagsondering har stoppats på 1,1 m djup samt att berg i dagen ligger intill undersökningspunkten.

CPT-sonderingarna har avslutats på 3,7 m djup i samtliga undersökningspunkter, förutom 20AF12 och 20AF14, utan att metodstopp uppnåtts (SGF stoppkod 90). I punkterna 20AF12 och 20AF14 avslutades CPT-sonderingen på ca 3,6 m djup då sonden ej kunde neddrivas ytterligare, enligt för metoden normalt förfarande (SGF stoppkod 91). Slagsonderingen har avslutats på 1,1 m i punkt 20AF01 då sonden ej kunde neddrivas ytterligare, enligt för metoden normalt förfarande (SGF stoppkod 91).

### 7.3 Jordens materialegenskaper

Materialegenskaperna för den naturligt lagrade jorden är bedömda enligt AMA Anläggning 17 och presenteras i tabell 1 nedan.

Tabell 1 Materialtyp och tjälfarlighetsklass

Material	Materialtyp	Tjälfarlighet
Mullhaltig sand	5B	4
Sand	2	1
gyttja	6A	4
Siltig Lera	5A	4
Sandmorän	2	1

## 8 Hydrogeologiska förhållanden

Grundvattenrör har installerats i punkterna 20AF01-20AF05, 20AF07, 20AF08, 20AF16 och 20AF21. Grundvattenrören benämns såsom undersökningspunkterna med tillägget GV. Nivåmätning av grundvattenytan i dessa rör har utförts vid ett-två tillfällen under november 2020. Resultat av grundvattenmätningar redovisas i tabell 2.

I samband med skruvprovtagningar har fritt vatten i öppet borrhål noterats på mellan 0,4 och 1,5 m djup under befintlig markyta. Detta motsvarar en nivå på mellan +10,7 och +13,1.

Grundvattenytans nivå kan förväntas variera med nederbördsförhållanden och årstid. November månad är perioder då grundvattennivåerna generellt sett står relativt högt i denna del av Sverige.

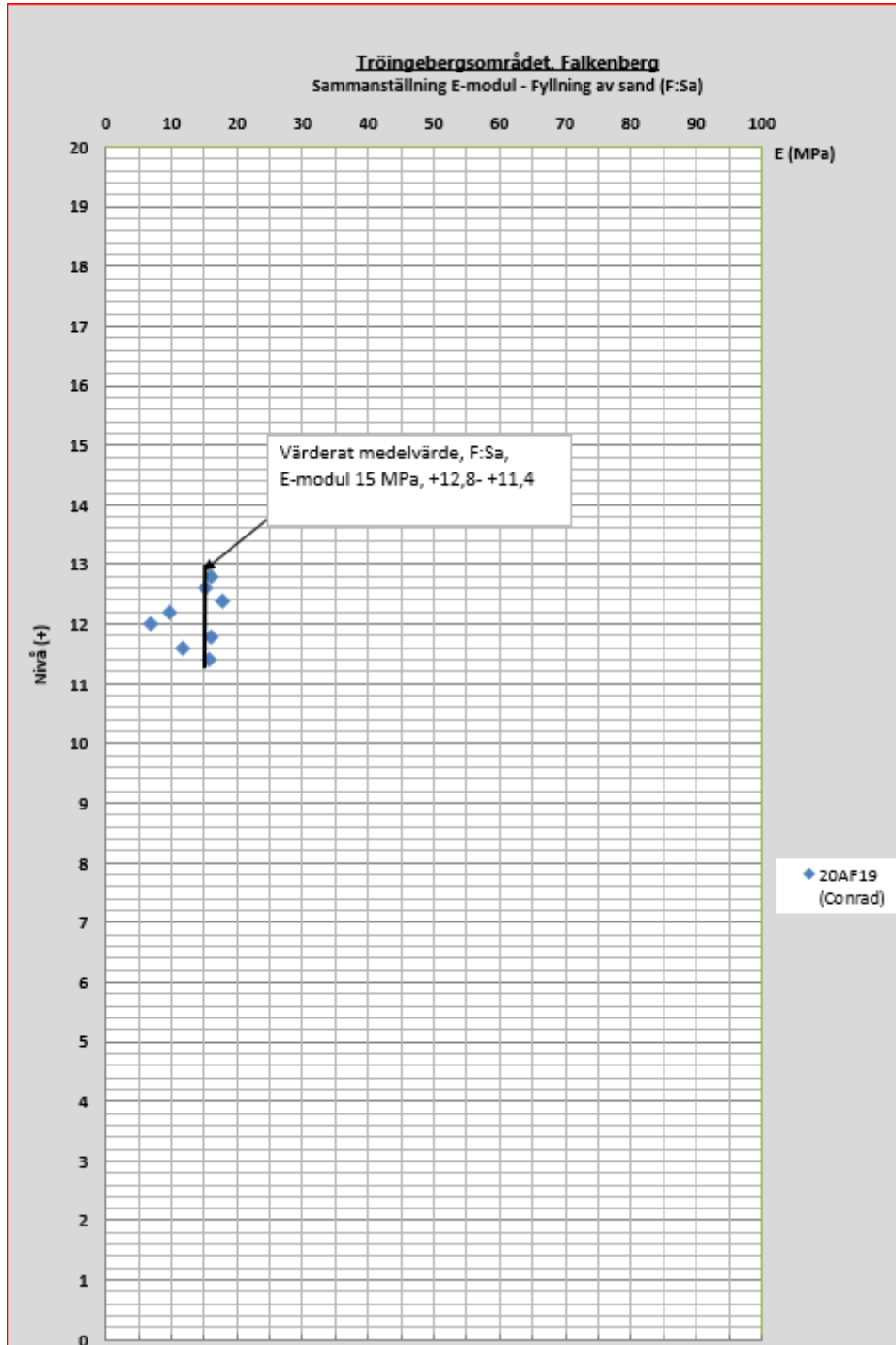
Tabell 2. Utförda nivåmätningar av grundvattenytan samt resultat.

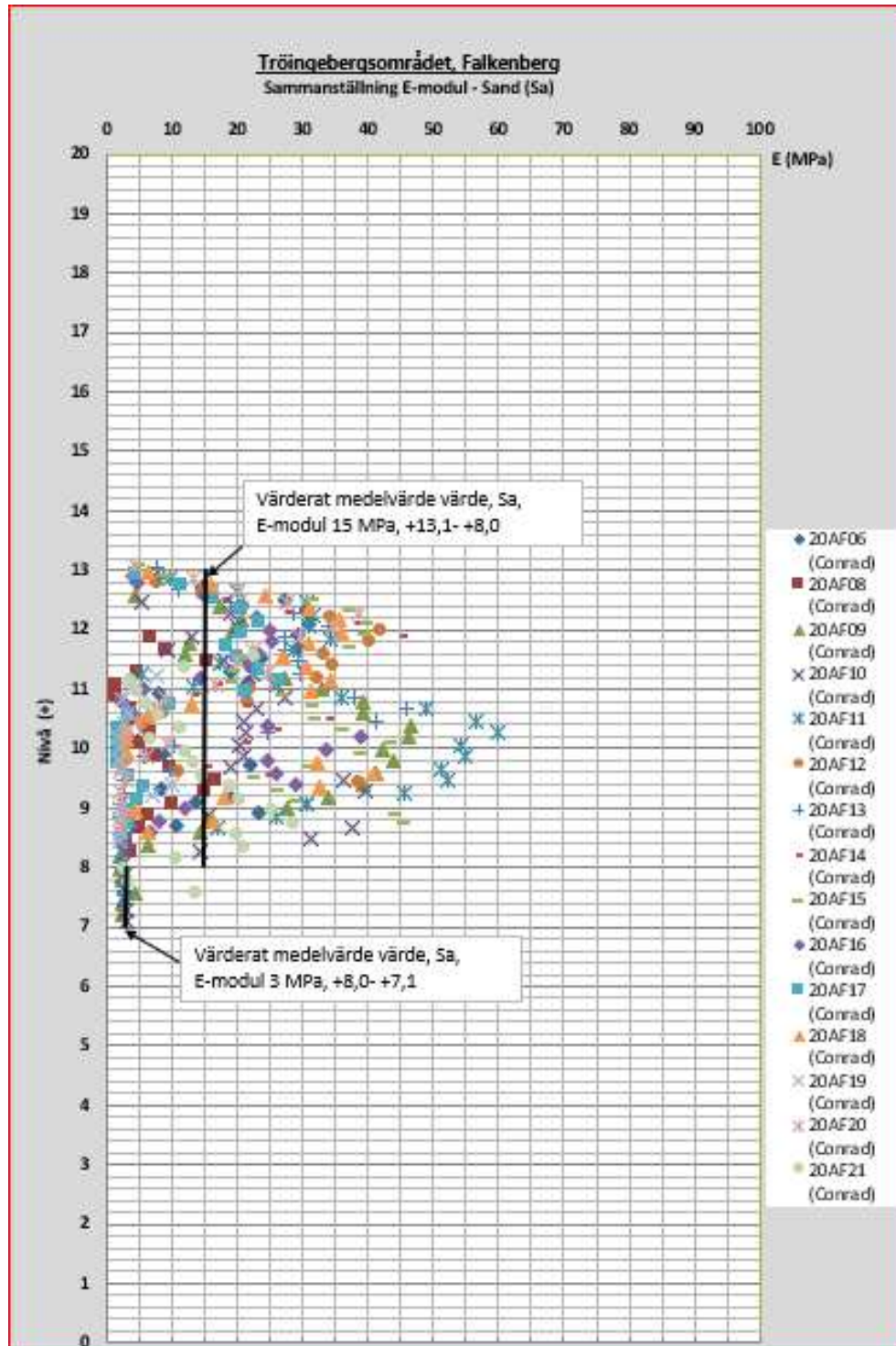
Grundvattenrör	Datum för mätning	Djup (m under markytan)	Nivå (+)
20AF01GV	2020-11-27	0,5	+13,1
20AF02GV	2020-11-19	0,4	+11,0
	2020-11-27	0,2	+11,2
20AF03GV	2020-11-19	1,6	+10,8
	2020-11-27	0,7	+11,7
20AF04GV	2020-11-27	0,6	+11,4
20AF05GV	2020-11-16	>3,5 (torr)	<+8,7
	2020-11-27	0,4	+11,8
20AF07GV	2020-11-16	0,8	+12,3
	2020-11-27	0,6	+12,5
20AF08GV	2020-11-27	2,7	+9,2
20AF16GV	2020-11-16	0,7	+12,2
	2020-11-27	0,4	+12,5
20AF21GV	2020-11-27	1,4	+10,3

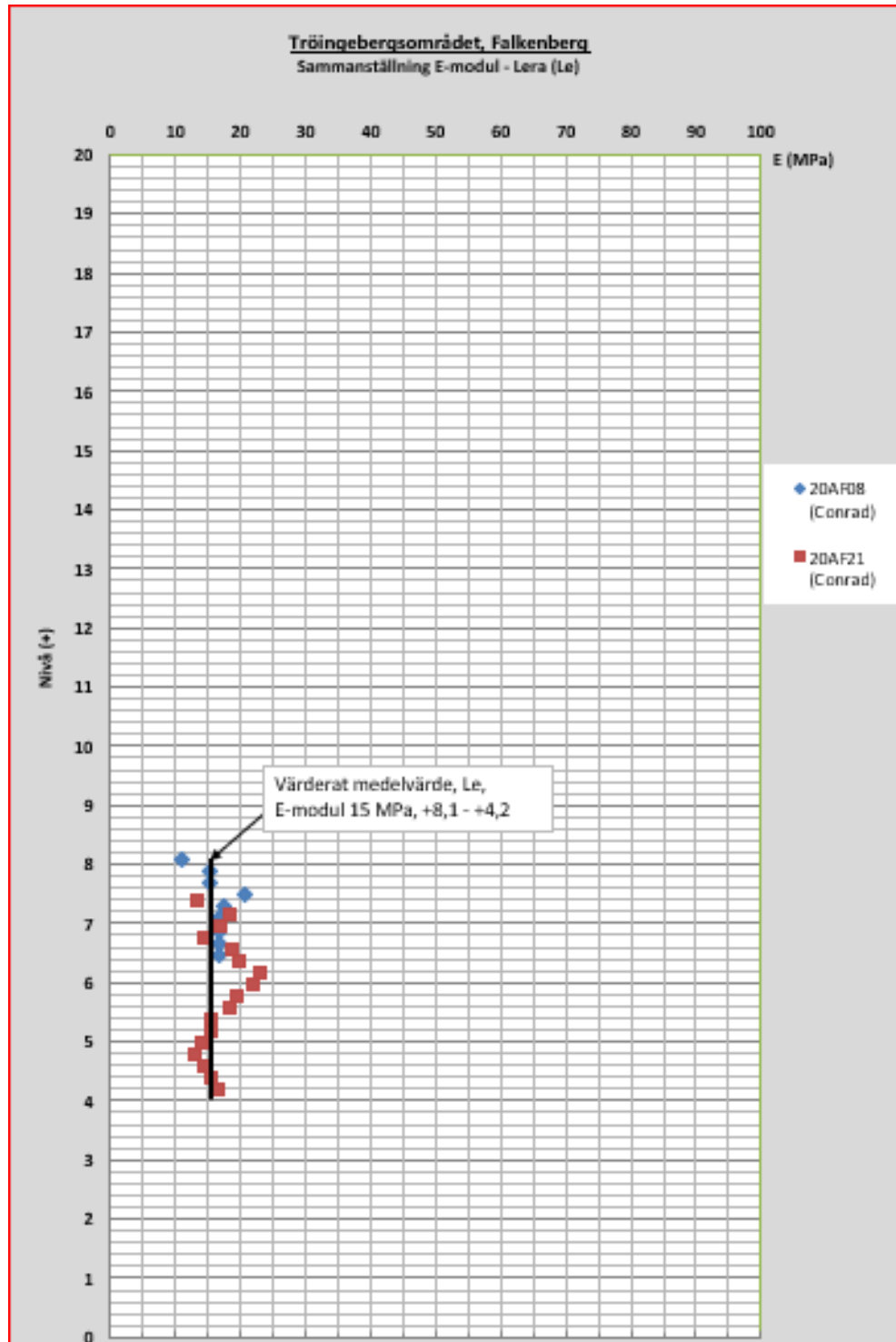


## 9 Sammanställning av härledda egenskaper

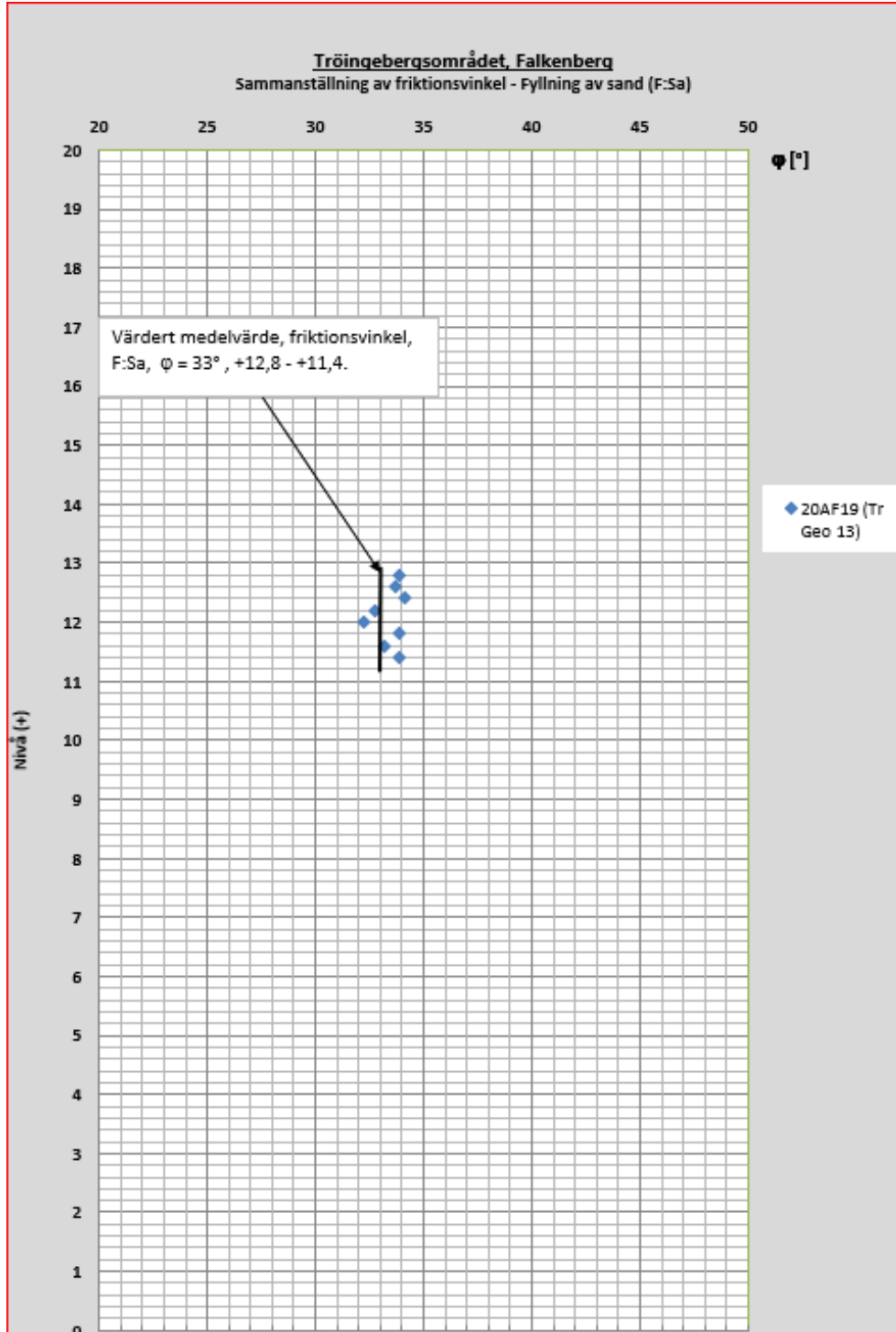
### 9.1 Elasticitetsmodul

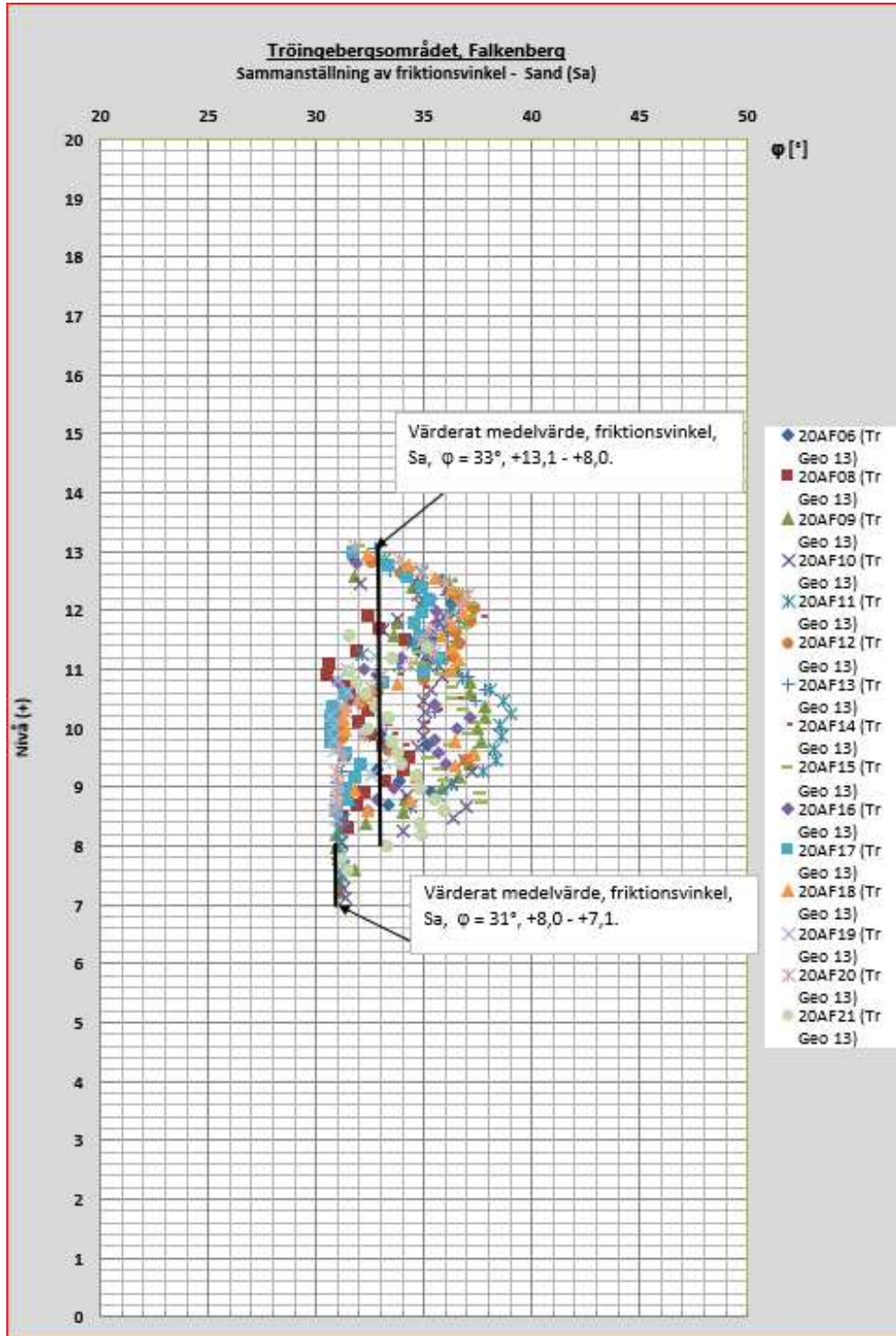




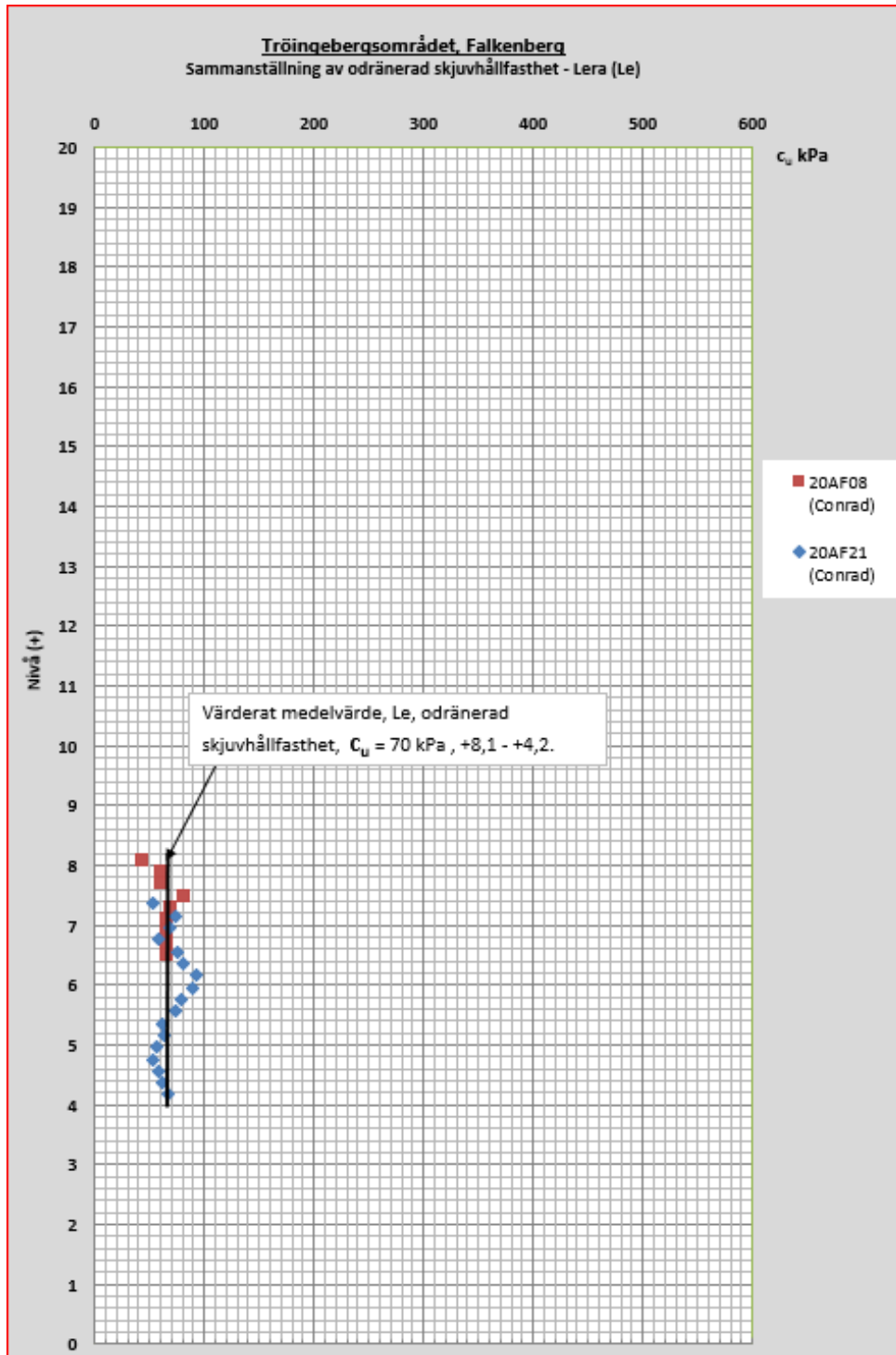


## 9.2 Friktionsvinkel

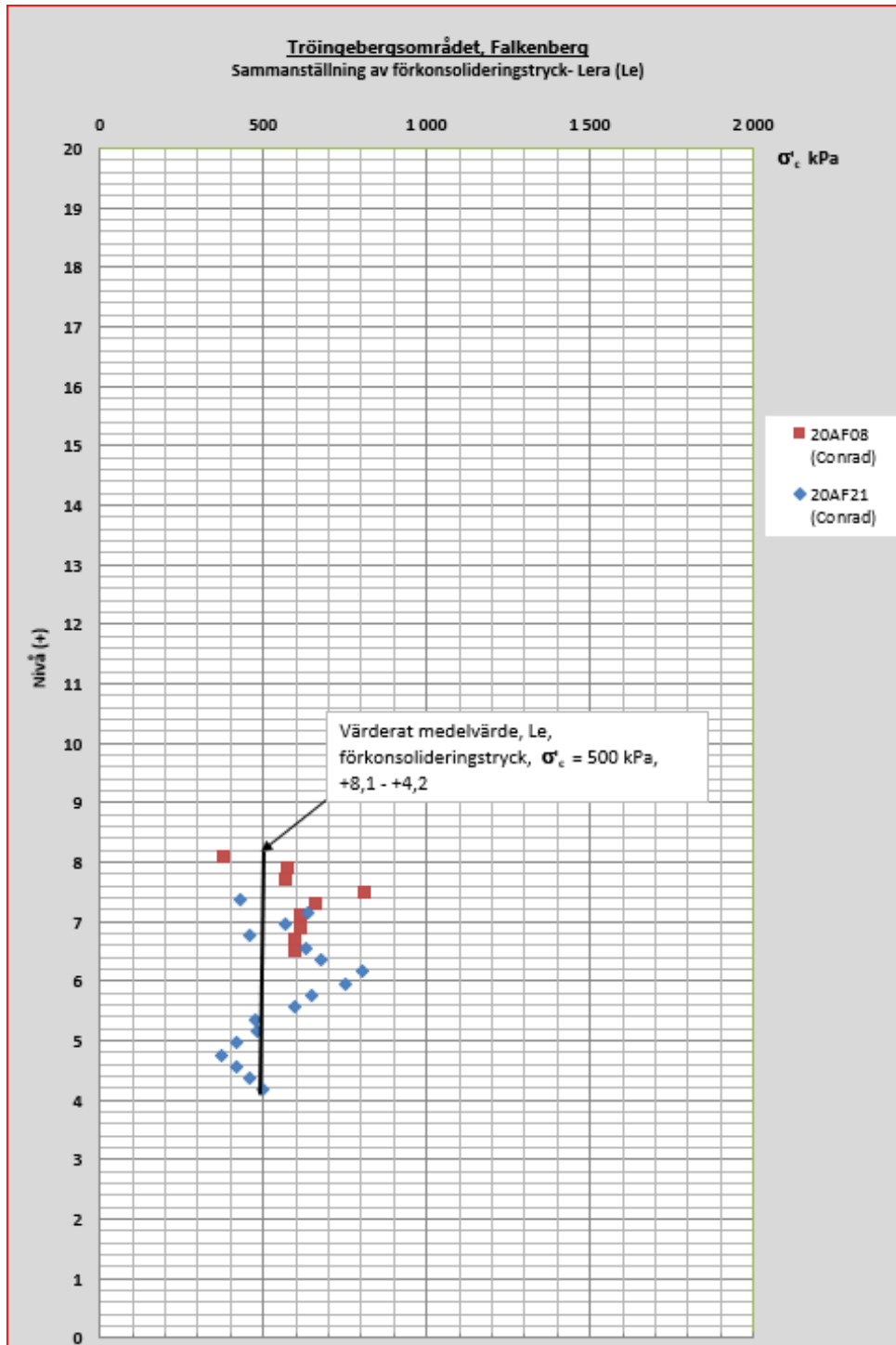




### 9.3 Odränerad skjuvhållfasthet



## 9.4 Förkonsolideringstryck



## 10 Sättningar

Inga sättningsberäkningar har utförts. Inga laster eller design har funnits tillgängliga för beräkning. Sättningsberäkningar utförs i byggnadskonstruktörens regi då aktuella förutsättningar tagits fram.

Med normala laster som nedförs i sand och sandmorän kommer det finnas en mycket liten risk att mindre sättningar kan uppstå men dessa sker momentana. Däremot borde det övre lagret av sanden samt fyllning av sand, som innehåller muljord (organisk jord), avlägsnas eftersom den pågående förmultningsprocessen kan leda till sättningar som sker över en längre period samt risk för differenssättningar är stor då förmultningen sker inte homogent. På samma sätt borde gyttja (organisk jord) också avlägsnas för att undvika skadliga sättningar.

Med normala laster som nedförs i lera vilket är starkt överkonsoliderad kommer dock erfarenhetsmässigt inte några skadliga sättningar att uppstå, varken totalt eller med hänsyn till differenssättningar. Detta om laster inte överskrider förkonsolideringstrycket på 500 kPa.

## 11 Geotekniska rekommendationer

### 11.1 Allmänt

Grundläggningsarbetena skall dimensioneras, planeras, utföras och kontrolleras i geoteknisk kategori 2 (GK2) samt säkerhetsklass 2 (SK2). Eventuella mindre komplementbyggnader bör dock kunna utföras med konventionell ytlig plattgrundläggning som dimensioneras i GK1 med ett tillåtet grundtryck på 100 kPa.

Innan terrassering av vägar och grundläggning av byggnader, konstruktioner och VA-ledningar utförs skall all förekommande organisk jord avlägsnas.

All grundläggning skall ske på torr och frostfri mark samt på fast och ostörd schaktbotten. Grundläggning av byggnader och hårdgjorda ytor får inte utföras på tjälal material.

### 11.2 Schaktarbeten

Schaktarbetena ska utföras i enlighet med AMA Anläggning 17 samt anvisningar i skriften *Schakta säkert*.

Släntlutningar för schakter anpassas efter jordens friktionsvinkel samt väderlek, schaktdjup och närhet till grundvattenytan. Grunda schakter kan ovan grundvattenytan vanligen utföras med släntlutningen 1:1,5 i sand med släntlutning 1:1 i lera.

Schaktbarhetsklass för förekommande jordar bedöms enligt Rapport R130:1985, utgiven av Byggeforskningsrådet, se tabell 3.



Tabell 3. Schaktbarhetsklass för jordtyper i undersökningsområdet.

Jordart	Schaktbarhetsklass
Mullhaltig sand	1
Sand	2
Gyttja	2
Lera	2
Sandmorän	3-4

Schaktbottenbesiktning skall utföras av geotekniskt sakkunnig innan grundläggningsarbeten påbörjas.

Eventuella upplagsmassor som uppkommer i samband med schakt skall placeras på säkert avstånd från schaktkrön. Detta avstånd skall bestämmas genom en stabilitetsberäkning.

### 11.3 Grundvattenhantering

För schaktarbeten under eller i närheten av grundvattenytan kan en temporär grundvattensänkning vara nödvändig. Grundvattensänkningen ska ske till en nivå motsvarande fri vattenyta av minst 0,5 m under planerad schaktbotten. Mindre avsänkningar förväntas kunna utföras genom pumpning i lämpligt utformade filterförsedda pumpgropar i schakten.

För omhändertagande av inströmmande yt- och grundvatten i grundare schakt ska schaktbotten utföras med fall till diken som i sin tur leds till pumpgroparna. Pumpvatten ska passera sedimentationsanordning innan utsläpp i recipient. I djupare schakt till exempel i samband med grundläggningsarbete för den planskilda passagen kan pumpning genom wellpoints erfordras.

Tillfällig avsänkning av grundvattennivån får endast utföras om det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas genom erforderlig pumpning. I annat fall krävs tillstånd enligt miljöbalken. Länsstyrelsen bör kontaktas i frågan om avsänkning är aktuell. Avsänkning och läns hållning dimensioneras och ansvaras av entreprenören.

### 11.4 Packning och uppfyllnad

Generell uppfyllning inom området vid terrasseringsarbeten bedöms kunna utföras utan problem efter att all organisk jord grävts bort.

Uppfyllning under konstruktioner skall utföras med material av materialtyp 1-5A enligt AMA Anläggning 17 Tabell CE/1. Packning skall utföras enligt AMA Anläggning 17 Tabell CE/4.

Fyllning, återfyllning och packning ska genomföras vid torr väderlek och utföras enligt anvisningar i AMA Anläggning 17. Fyllning får inte utföras på tjälad jord eller med

tjälade massor. Materialet som används till fyllning ska vara kontrollerat med hänsyn till radon och vara fritt från föroreningar.

Packningskontroller kan lämpligen utföras med YPK (yttäckande packningskontroll) i kombination med CPT-sondering.

## 11.5 Anläggning av hårdgjorda ytor och gator

Det rekommenderas att hårdgjorda ytor dimensioneras enligt AMA Anläggning 17 enligt tillåten tjällyftning och rådande jordlager- och hydrogeologiska förhållanden. Under förekommande mullhaltig sand utgörs jorden huvudsakligen av sand, dvs materialtyp 2 och tjälfarlighetsklass 1.

## 11.6 Byggnader och konstruktioner

Grundläggning av byggnader/konstruktioner bedöms kunna utföras på konventionellt sätt inom undersökningsområdet. All organisk jord skall grävas ur. Geotextil på schaktbotten som materialskiljande lager förordas.

## 11.7 Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD)

Sanden innebär goda möjligheter till infiltration pga genomsläppligheten, dock innebär de ställvis höga grundvattennivåerna att volymen dagvatten som kan infiltreras blir begränsad.

## 11.8 Markradon

Radonmätning i mark har ej utförts i uppdraget.

## 11.9 Allmänt

Dimensionering utförs enligt EuroKod, SS-EN 1997-1. Grundläggningen bedöms hänföras till geoteknisk kategori 2 (GK2) och säkerhetsklass 2 (SK2,  $\gamma_d=0,91$ ).

Grundläggningsmetod utförs i enlighet med plattor och dimensioneras därmed enligt dimensionerings sätt DA3.

Dimensioneringen utförs med partialkoefficientmetoden, varvid dimensionerande parameter värden bestäms enligt följande:

$$X_d = \frac{1}{\gamma_m} \cdot X_k = \frac{1}{\gamma_m} \cdot \eta \cdot \bar{X}$$

där  $\gamma_m$  = fast partialkoefficient för material  
 $\eta$  = omräkningsfaktor för aktuell geokonstruktion  
 $\bar{X}$  = värderat medelvärde baserat på härledda Materialparameter värden

## 11.10 Härledda värden och värderade medelvärden

Härledda värden för hållfasthets- och deformationsegenskaper har utvärderats utifrån resultat från CPT-sonderingar. För utvärdering av CPT-sonderingar har utvärderingsprogrammet Conrad använts.

Härledda värden redovisas i Markteknisk undersökningsrapport (MUR). Värderade medelvärden utifrån de härledda värdena redovisas i tabell 4 och 5 nedan. De valda värdena medelvärdena gäller för dimensionering av platta på mark.

Tungheter är antagna enligt TK Geo 13.

### 11.10.1 Byggnader

Tabell 4. Värderade medelvärden. Observera att nivåer och djup här angivna är en grov generalisering då detta varierar inom undersökningsområdet.

Djup (m u my)	Nivå (+)	Jordart	Tunghet (kN/m <sup>3</sup> )	Effektiv tunghet (kN/m <sup>3</sup> )	Hållfasthets- egenskaper	E-modul (MPa)
0,3 – 3,0	+13,0 - +10,0	Sand	$\gamma = 18$	$\gamma' = 11$	$\varphi' = 33^\circ$	$E = 15$
3,0 – >4,0	+10,0 - <+9,0	Sand	$\gamma = 18$	$\gamma' = 11$	$\varphi' = 31^\circ$	$E = 3$

### 11.10.2 Planskild Passage

Tabell 5. Värderade medelvärden. Observera att nivåer och djup här angivna är en grov generalisering då detta varierar inom undersökningsområdet.

Djup (m u my)	Nivå (+)	Jordart	Tunghet (kN/m <sup>3</sup> )	Effektiv tunghet (kN/m <sup>3</sup> )	Hållfasthets- egenskaper	E-modul (MPa)
0,3 – 4,0	+11,8 - +8,1	Sand	$\gamma = 18$	$\gamma' = 11$	$\varphi' = 34^\circ$	$E = 15$
4,0 – >6,0	+8,1 - <+6,1	Lera	$\gamma = 17$	$\gamma' = 11$	$c_u = 70 \text{ kPa}$ $c' = 7 \text{ kPa}$ $\varphi' = 30^\circ$	$E = 15$

## 11.1 Partialkoefficienter

I tabell 6 anges partialkoefficienter för jordparametrar,  $\gamma_m$ , enligt SS-EN 1997-1.

Tabell 6. Partialkoefficienter för jordparametrar,  $\gamma_m$ .

Material	Symbol	$\gamma_m$
Effektiv kohesion, $c'$	$\gamma_{c'}$	1,3
Friktionsvinkel, $\phi'$	$\gamma_{\phi'}$	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet, $c_u$	$\gamma_{c_u}$	1,5
Elasticitetsmodul $E$	$\gamma_M$	1,0
Tunghet, $\gamma$	$\gamma_T$	1,0

## 11.2 Omräkningsfaktor

Byggnadskonstruktören ska, vid beräkning av karakteristiska materialparametervärden, använda omräkningsfaktorn  $\eta$  för varje geokonstruktion enligt anvisningar i EuroKod, SS-EN 1997-1 med nationell bilaga samt IEG tillämpningsdokument.

## 11.3 Dimensionerande grundvattennivå

Grundvattenytan har i grundvattenrör uppmätts till nivån ca +11,5 i den norra delen av området och +12,5 i den mellersta och södra delen av området. Denna nivå har uppmätts under november månad som generellt sett är en månad då grundvattennivåerna står relativt högt i denna del av Sverige. För att ta hänsyn till de säsongsvariationer i grundvattennivå som kan uppstå bör dimensionerande grundvattennivå ansättas till +12 på den norra delen av området och +13 på den mellersta och södra delen av området dvs 0,5 m högre än den högsta uppmätta nivån för att ta höjd för en potentiell högre grundvattennivån under vinterhalvåret.

## 12 Kontroll

Innan grundläggningsarbeten påbörjas skall entreprenören upprätta en arbetsberedning för planerade arbeten. Allt arbete skall bedrivas med sådan försiktighet att befintliga ledningar och kablar samt närliggande byggnader och anläggningar inte skadas. Arbetsberedningen skall innefatta krav på utförande, uppföljning och dokumentation av arbetena.

Schaktnings- och grundläggningsarbetena ska ske i samråd med geoteknisk sakkunnig. Geoteknisk kontroll skall utföras enligt av entreprenören upprättat kontrollprogram med inriktning på:

- *Kontroller med hänsyn till avvikande förhållanden såsom jordart och dess fasthet.*
- *Schaktbottenbesiktning ska utföras av geotekniskt sakkunnig innan grundläggningsarbetena påbörjas.*
- *Kontroll av grundvattennivån.*
- *Packningskontroll vid uppfyllnader överstigande 0,5 m.*

**AFRY Transportation**

Geoteknik Syd  
Malmö



David Galbraith



Ludvig Ehlörsson