

**AFRY**  
Å F P Ö Y R Y

## **KNEIPPEN 1:17, NORRKÖPING**

**NORREVO FASTIGHETER**

TEKNISK PM GEOTEKNIK

2020-06-10

Rev. A: 2020-07-01

---

AFRY

Hallenborgs gata 4, Box 585 SE-201 25 Malmö

Telefon +46 10 505 00 00. Fax +46 10 505 30 09. Säte i Stockholm. [www.afry.com](http://www.afry.com)

Org.nr 556185-2103. VAT nr SE556185210301. Certifierat enligt SS-EN ISO 9001 och ISO 14001

DOKUMENTINFORMATION	
Uppdrag	Kneippen 1:17, Norrköping
Uppdragsnummer	784788
Datum	2020-06-10
Revidering	Rev. A: 2020-07-01

Beställare	Norrevo Fastigheter
Beställarens referens	Alexander Eriksson, Structor Östergötland Drottninggatan 24 602 24 Norrköping 011-36 88 56

Uppdragsledare	Marcus Hardt Tfn. 010-505 46 62 Mail : Marcus.Hardt@afry.com	
Upprättad av	Hanna Nilsson	
Granskad av	Ludvig Ehlorsson	

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>UPPDRAG OCH SYFTE</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>UNDERLAGSMATERIAL</b>	<b>4</b>
2.1	Allmänt	4
2.2	Utförd undersökning	4
<b>3</b>	<b>STYRANDE DOKUMENT</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>PLANERAD BYGGNATION</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>MARKFÖRHÅLLANDEN OCH TOPOGRAFI</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>6</b>
6.1	Allmänt	6
6.2	Jordlagerbeskrivning	7
6.3	Jordens materialegenskaper	7
<b>7</b>	<b>HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>GEOTEKNISKA REKOMMENDATIONER</b>	<b>8</b>
8.1	Allmänt	8
8.2	Schaktarbeten	8
8.3	Grundvattenhantering	9
8.4	Packning och uppfyllnad	9
<b>9</b>	<b>DIMENSIONERING</b>	<b>10</b>
9.1	Allmänt	10
9.2	Valda värden	11
9.3	Partialkoefficienter	11
9.4	Omräkningsfaktor	11
<b>10</b>	<b>UTFÖRANDE OCH KONTROLL</b>	<b>12</b>

## Bilaga

Bilaga 1	Valda värden utifrån härledda medelvärden
----------	---

# 1 Uppdrag och syfte

På uppdrag av Norrevo Fastigheter har AFRY utfört en geoteknisk markundersökning för rubricerat objekt.

Syftet med den geotekniska undersökningen har varit att fastställa jordlagerföljd samt jordlagrens tekniska egenskaper. Resultaten ska utgöra underlag för nybyggnation av F-6 skola i Norrköping.

I föreliggande rapport redovisas jordlagrens tekniska egenskaper samt rekommendationer vid schaktarbete. Alla kommentarer, anvisningar mm baseras på vad som framkommit vid fältundersökningen. Som alltid vid grundundersökningar kan det finnas ställen där markförhållandena skiljer sig från vad som här framkommit.

## 2 Underlagsmaterial

### 2.1 Allmänt

Följande underlagsmaterial har använts i detta uppdrag:

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

### 2.2 Utförd undersökning

Resultat från utförd fältundersökning redovisas i:

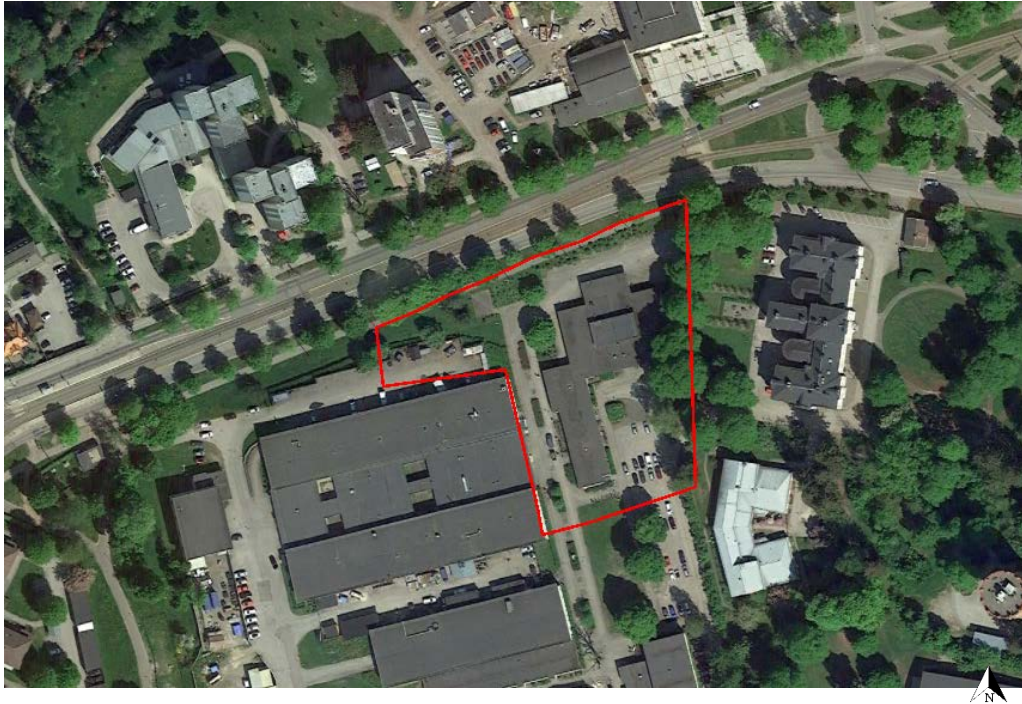
- *Markteknisk Undersökningsrapport (MUR), Kneippen 1:17, Norrköping* upprättad av AFRY, med uppdragsnummer 784788 och daterad 2020-06-10 (Rev. A 2020-07-01).

## 3 Styrande dokument

Denna PM ansluter till SS-EN 1997-1 och SS-EN 1997-2 med tillhörande nationell bilaga samt Boverkets BFS 2011:10. Tillämpnings-dokument enligt IEG ska användas för respektive konstruktionstyp.

## 4 Planerad byggnation

En ny F-6 skola skall byggas på del av fastigheten Kneippen 1:17 i Norrköping. Ny skola skall enligt uppgifter från beställaren uppföras långsträckt och med tre våningsplan. Uppgifter om grundläggningsnivå saknas vid upprättandet av denna rapport. Aktuellt undersökningsområde är ca 0,8 ha stort och utgörs av parkering, nuvarande byggnad samt planerat grönområde. Området är relativt flackt och uppmätt marknivå i utförda undersökningspunkter varierar mellan +32,7 och +34,0. Området begränsas av Linköpingsvägen i norr och Lenningsgatan i söder, se figur 1.



Figur 1. Översiktskarta över aktuellt område. Ungefärligt undersökningsområde/ledningsdragning är markerat med röd heldragen linje. Karta från Google Earth.

## 5 Markförhållanden och topografi

Markförhållandena inom undersökningsområdet utgörs främst av hårdgjorda ytor med asfalt och mindre område av grönytor med gräs och plantering som består av buskar och enstaka träd utmed nuvarande byggnad. Uppmätt marknivå i undersökningspunkterna varierar mellan +32,7 och +34,0.

Enligt SGU:s jordartskarta utgörs jorden inom undersökningsområdet huvudsakligen av postglacial silt, se Figur 2. Jordlagrens mäktighet uppgår till mellan 10 och 20 m i undersökningsområdet enligt SGU:s jorrdjupskarta.



Figur 2. Utklipp från SGU:s jordartskarta. Ungefärligt undersökningsområde är markerad med heldragen röd linje. Gul färg representerar postglacial silt, ljusblå färg representerar sandig morän, och röd färd representerar berg i dagen.

## 6 Geotekniska förhållanden

### 6.1 Allmänt

De geotekniska förhållandena har utvärderats från störda provtagningar (skruvprovtagning), CPT-sondering, viktsondering, slagsonderingar och hejarsonderingar.

Utförda undersökningar visar att jordlagerföljden inom undersökningsområdet huvudsakligen utgörs av **fyllning** som överlagrar naturligt avsatt **siltig sand** som överlagrar **sandmorän**.

**Fyllning** bestående av grusig sand påträffas överst i lagerföljden i undersökningspunkterna 20AF01 och 20AF03 och har mäktighet på 1,8 m respektive 1,2 m. Asfalt överlagrar fyllning och har en tjocklek på 0,05 m.

**Siltig sand** har påträffats under fyllningen i undersökningspunkterna 20AF01 och 20AF05 och förekommer ner till 3 m under markytan enligt skruvprovtagningen. Baserat på hejarsonderingarna har jorden utvärderats som en friktionsjord och förekommer ner till 17 respektive 19 m djup. I punkt 20AF05 förekommer 0,4 m tjockt lager av grusig sand ovanpå den siltiga sanden. Hållfasthets- och deformationsegenskaper har utvärderats från CPT-sondering, viktsondering och hejarsonderingar. Friktionsvinkeln har utvärderats till ca 36° och E-modulen till ca 8 MPa. Detta innebär att den siltiga sanden varierar mellan lös till mycket fast lagrad.

**Silt** förekommer i 20AF03 under fyllningen. Enligt skruvprovtagningen fortsätter silten ner till 3 m under markytan. Baserat på hejarsonderingen har jorden utvärderats till en friktionsjord som förekommer ner till 16,8 m djup. Hållfasthets- och deformationsegenskaper har utvärderats från hejarsonderingar. Silten bedöms ha en fast till mycket fast lagringstäthet. Friktionsvinkeln har utvärderats till ca 37° och E-modulen till ca 8 MPa.

**Sandmorän** påträffas underst i jordlagerföljden och förekommer ner till avslutat sonderingsdjup på 18,8 till 21,7 m under befintlig markyta. Hållfasthets- och deformationsegenskaper har utvärderats från hejarsonderingar. Sandmoränen bedöms ha medelfast till fast lagringstäthet med en friktionsvinkel på 40° och E-modul på 14 MPa.

Skruvprovtagning utfördes till 3 m djup i 20AF01, 20AF03 och 20AF05 utan att metodstopp uppnåts. Hejarsonderingarna har avslutats på 19 - 21,7 m djup i punkterna 20AF01, 20AF03, 20AF05 På grund av stopp mot förmodat berg (SGF stoppkod 94). Viktsondering i 20AF01 har avslutats på 8,75 m djup då sonden ej kunde neddrivas ytterligare enligt för metoden normalt förfarande (stoppkod 91). Slagsondering har utförts i punkterna 20AF02 och 20AF04 ner till 16,3 m respektive 11,1 m då sonden ej kunde neddrivas ytterligare enligt för metoden normalt förfarande (stoppkod 91).

## 6.2 Jordlagerbeskrivning

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

## 6.3 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	Tjälfarlighetsklass
Grusig sand	2	1
Siltig sand	4A	3
Silt	5A	4
Sandmorän	2	1

## 7 Hydrogeologiska förhållanden

Inga grundvattenrör har installerats i samband med denna undersökning. I samband med skruvprovtagningarna noterades att samtliga borrhål var torra vid undersökningstillfället. Skruvprovtagningar har utförts ned till som mest 3 m djup. Detta innebär att grundvattnenytan inom undersökningsområdet sannolikt ligger djupare än 3 m under befintlig markyta. Schaktarbeten ner till detta djup bedöms

därmed kunna utföras utan påverkan av grundvatten. Grundvattenytans nivå kan förväntas variera med nederbördsförhållanden och årstid.

## 8 Geotekniska rekommendationer

### 8.1 Allmänt

Grundläggningsarbetena skall dimensioneras, planeras, utföras och kontrolleras i geoteknisk kategori 2 (GK2) samt säkerhetsklass 2 (SK2).

### 8.2 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 friktionsjord (sand, grus eller morän) och 1:2 för silt.

Beroende på schaktdjup kan det bli aktuellt med schakt i siltig jord. Siltjordar kan vid påverkan och bearbetning eller vattentillförsel/vattenöverskott övergå till en flytande jordart där bärigheten och hållfastheten försämras drastiskt. Schaktarbeten i denna jord skall därför undvikas i samband med nederbörd och även när tjäle föreligger då icke frusen jord som förekommer under tjälad jord kan spolats bort. Schaktslänter bestående av siltig jord skall säkras för förhindrande av flytjord samt minimering av schaktens livslängd genom exempelvis etappvis schakt med återfyll. Slänter rekommenderas att täckas med geotextil, alternativt med bergkross.

Vid schaktning intill befintliga konstruktioner skall hänsyn till dessa tas. Vid utrymmesbrist kan stabilisering av slänterna krävas, exempelvis genom spontning. Val av spont beror på vilken specifik förstärkning som är aktuell och bestäms i förekommande fall. Omgivningspåverkan från eventuellt spontarbete måste beaktas.

Schaktbarhetsklass för förekommande jordar bedöms enligt Rapport R130:1985, utgiven av Byggforskningsrådet, och presenteras i Tabell 3.

Tabell 3. Schaktbarhetsklass.

Jordart	Schaktbarhetsklass
Fyllning	2
Sand	2
Silt	2
Siltig sand	2
Sandmorän	3 - 4

I samband med schakt under grundvattenytan krävs grundvattensänkning för att undvika erosion och hydraulisk bottenuppträckning. Tillfällig och lokal sänkning av grundvattenytan bedöms kunna utföras med länshållning genom pumpning i



filtersatta gropar i schakten. Pumpvatten som avleds ska vara avskilt från ev. oljor och avslammat/sedimenterat före bortledning.

### 8.3 Grundvattenhantering

Samtliga schaktarbeten skall utföras i torrhet. Beroende på schaktdjup kan grundvattensänkande åtgärder komma att krävas inför och under utförandet av schakt- och grundläggningsarbetena

Vid schaktarbeten skall grundvattentrycknivån sänks av till minst ca 0,5 m under planerad schaktbottennivå. Tillfällig och lokal sänkning av grundvattenytan bedöms kunna utföras genom wellpoint-metoden. Pumpvatten som avleds ska vara avskilt från ev. oljor och avslammat/sedimenterat före bortledning.

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 länshållning dimensioneras och ansvaras av entreprenören.

### 8.4 Packning och uppfyllnad

Uppfyllning och packning ska utföras enligt AMA Anläggning 17.

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.

Vid uppfyllning med befintliga massor ska massorna kontrolleras och sorteras för att uppfylla angivna kornstorlekskrav i AMA Anläggning 17.

## 9 Dimensionering

### 9.1 Allmänt

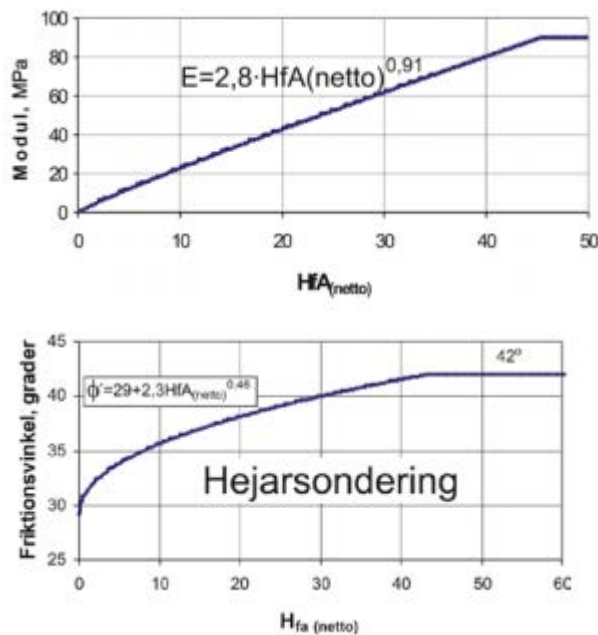
Dimensionering utförs enligt EuroKod, SS-EN 1997-1. Grundläggningen bedöms hänföras till geoteknisk kategori 2 (GK2) och säkerhetsklass 2 (SK2,  $\gamma_d=0,91$ ).

Dimensionering utförs med partialkoefficientmetoden, varvid dimensionerande parametervärden bestäms enligt följande:

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

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

Härledda värden för hållfasthets- och deformationsegenskaper har utvärderats utifrån resultat från Hejarsonderingar samt CPT-sondering och Viktsondering.. För utvärdering av Hejar-sonderingar har följande samband använts för friktionsjord (TR Geo 13):



I Bilaga 1 redovisas härledda värden och valda värden. Nedan följer en sammanställning av samtliga valda värden.

Tungheter är antagna enligt TK Geo 13.

## 9.2 Valda värden

Valda värden för dimensionering i GK2 redovisas i Tabell 4 nedan.

*Tabell 4. Valda värden. Observera att angivna djup är en grov generalisering då de varierar mellan undersökningspunkterna. För detaljerade jordlagerföljder och nivåer hänvisas till tillhörande MUR.*

Djup (m u my)	Nivå	Jordart	Tunghet (kN/m <sup>3</sup> )	Effektiv tunghet (kN/m <sup>3</sup> )	Hållfasthets- egenskaper	E-modul (MPa)
1,5 – 17,1	+32,6 - + 17,0	Silt (endast I 20AF03)	$\gamma = 17$	$\gamma' = 9$	$\varphi' = 37^\circ$	E= 8
1,5 – 17,1	+32,6 – + 17,0	Siltig sand	$\gamma = 18$	$\gamma' = 10$	$\varphi' = 36^\circ$	E= 8
17,1 – 23,1	+17,0 - +11,0	Sandmorän	$\gamma = 20$	$\gamma' = 12$	$\varphi' = 40^\circ$	E = 14

## 9.3 Partialkoefficienter

I Tabell 5 anges partialkoefficienter för jordparametrar,  $\gamma_m$ , enligt SS-EN 1997-1.

*Tabell 5. Partialkoefficienter för jordparametrar,  $\gamma_M$ .*

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

## 9.4 Omräkningsfaktor

Konstruktören 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. Omräkningsfaktorerna  $\eta_{1,2,3,4}$  beaktar marken och den utförda markundersökningen. Omräkningsfaktorerna  $\eta_{5,6}$  beaktar geokonstruktionens geometri och utformning. Omräkningsfaktorerna  $\eta_{7,8}$  beaktar typ av brott och parametrarnas betydelse.

## 10 Utförande och 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.*

### **AFRY**

Geoteknik Mitt



Ludvig Ehlörsson

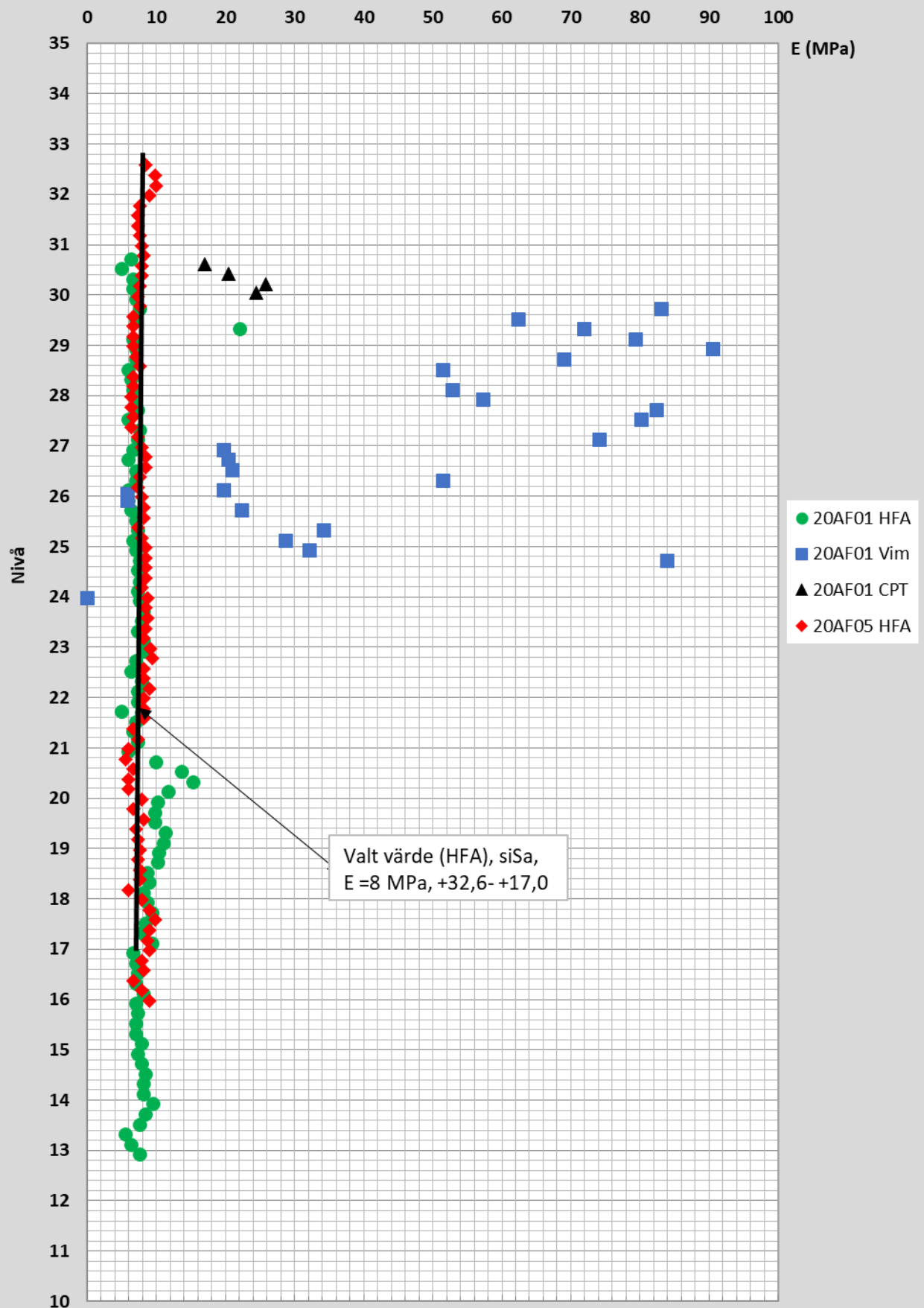


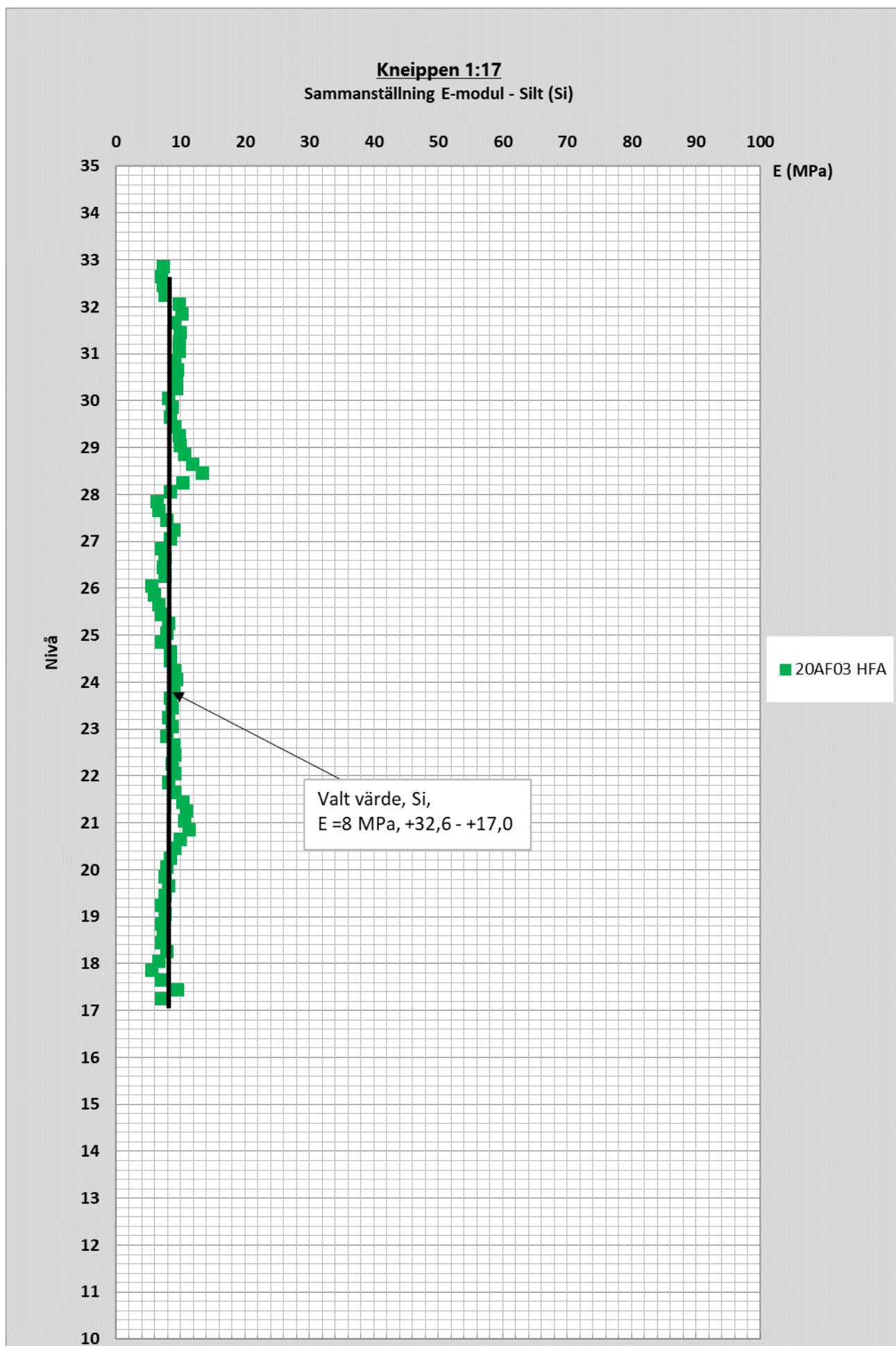
Marcus Hardt

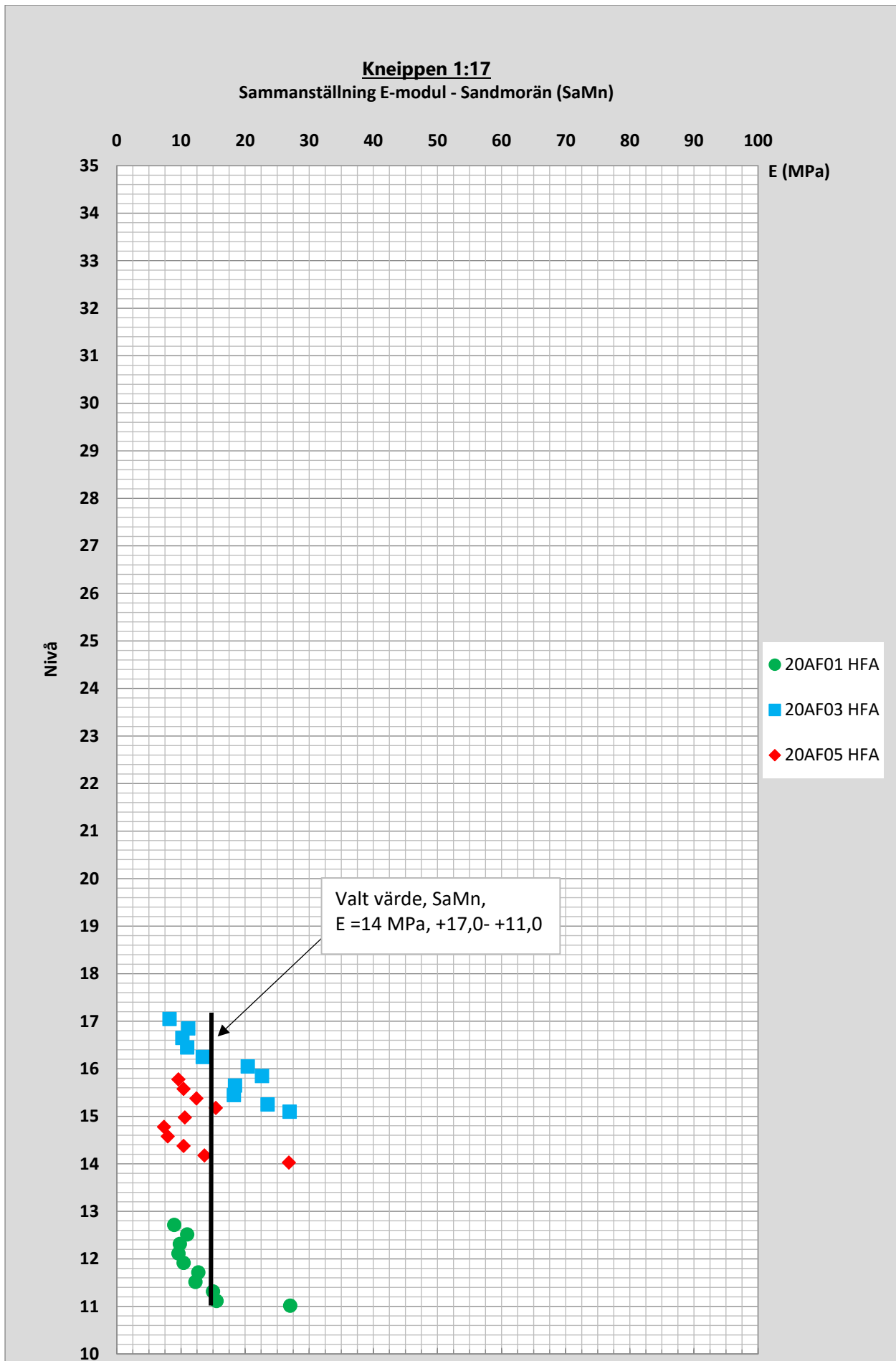


Hanna Nilsson

**Kneippen 1:17**  
 Sammanställning E-modul - Siltig sand (siSa)







**Kneippen 1:17**  
Sammanställning friktionsvinkel - Siltig sand (siSa)

