Gren Consulting AB

Göran Skönkvist

# Del av Kanik-Lundby 2:4, Västerås kommun
# Nya tomter för enfamiljshus

*Bilden visar sondering inom fastigheten, 2022-02-26*

# PM Geoteknik – Översiktlig utredning
# Projekteringsunderlag vid detaljplan

**Västerås 2022-04-21, Revidering 1**

Upprättad

Mats Gren

# Innehållsförteckning

**1 UPPDRAG OCH SYFTE ..... 3**
1.1 Planerad byggnation ..... 3

**2 STYRANDE DOKUMENT ..... 4**
2.1 Styrande dokument ..... 4
2.2 Vägledande dokument ..... 4

**3 GEOTEKNISK KATEGORI ..... 4**

**4 TIDIGARE UTFÖRDA UTREDNINGAR OCH ARKIVMATERIAL ..... 5**

**5 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN ..... 5**
5.1 Geoteknisk provborrning 2022-02-26 ..... 5
5.2 Kompletterande provtagning 2022-12-21 ..... 6
5.3 Grundvatten och sprickzonsvatten ..... 7
5.4 Materialegenskaper ..... 7
5.5 Sättningar från fyllning på marken ..... 8

**6 HÖJDSÄTTNING ..... 9**

**7 STABILITETSBERÄKNING ..... 10**
7.1 Stabilitetsberäkning ..... 10
7.2 Resultat från stabilitetsberäkningar väg mot tomtmark ..... 11
7.3 Kontroll ..... 12

**8 GRUNDLÄGGNING ..... 12**
8.1 Bostadshus ..... 12
8.2 Radonåtgärd ..... 13
8.3 Schakt för VA-ledning mm ..... 13
8.4 Projektering av gata ..... 14

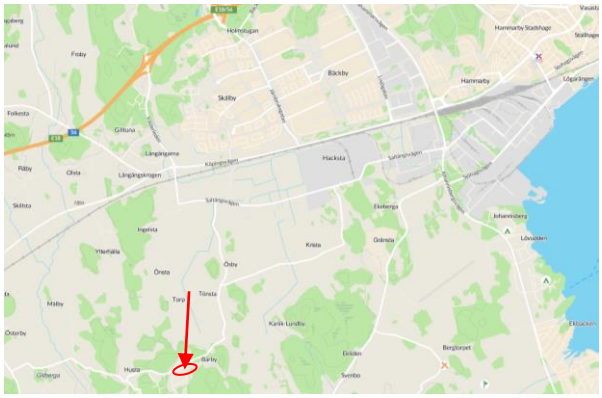
**9 KONTROLL ..... 14**
9.1 Kompletterande arbeten ..... 14

**Bilagor:**
-Rutinanalys, ostörda jordprover, 1 st A4
-Kompressionsförsök, nivå 3 och 4 m, 8 st A4
-Ritning G100101

# 1 Uppdrag och syfte

Gren Consulting AB har på uppdrag av Göran Skönkvist utfört en översiktlig geoteknisk undersökning avseende upplåtande av nya tomter för enfamiljsbostäder. Utredingen är utförd i anslutning till arbete med detaljplan och syfter till att översiktligt klarlägga förutsättningarna för byggnation inom området. För del av tomterna kan det komma att erfordras ytterligare geoteknisk bedömning och utredning avseende slutgiltig grundläggningsmetod beroende på senare utförd höjdsätting, val av byggnadstyp och huslaster samt eventuellt andra för byggnaderna påverlande faktorer.

Det undersökta området utgör del av ett litet större område där den nu utförda undersökningen har riktats till den del av exploateringsytan där annan jordart än friktionsjord, dvs. exempelvis sand, grus och sten, förekommer. I **bild 1.1 - 1.2** nedan framgår principiellt vart byggnationen kommer att uppföras och vilken del som omfattas av utförda fältarbeten.



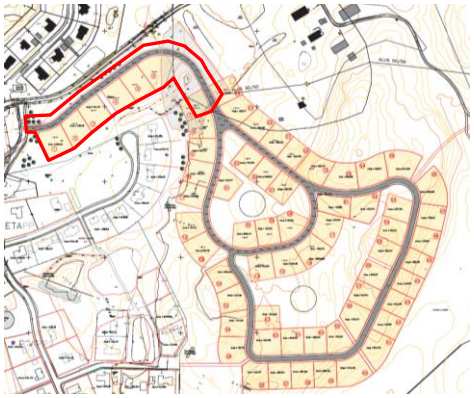


*Bild 1.1 - 1.3: I bilderna återges den yta som har undersökts principiellt med röd pil och inramning. Bilderna är hämtad från [www.hitta.se](http://www.hitta.se).*

Den nu utförda utredningen är uppförd som en tidig projekteringshandling i anslutning till arbete med detaljplan för det nya bostadsområdet. I PM återges de geotekniska förhållandena översiktligt och det föreslås preliminär grundläggningsmetod för vägar och bostadsområden. Resultat från den här föreliggande utredningen samt eventuella senare besiktningar och utredningar skall inarbetats i bygghandlingen för de planerade markarbetena och grundläggning av byggnaderna.

Föreliggande PM är reviderad under februari 2023 med avseende på att komletterande provtagning av lerans egenskaper med avseende på främst sättningsförhgållanden är utförd i en av de tidigare utförda borrpunkterna, borrpunkt 2, samt att ytterligare några sonderingspukter utfördes i en tänkt ny vägsträcka. Kompletternade fältarbete utfördes 2022-12-21.

## 1.1 Planerad byggnation

Exploatering med nya enfamiljsbostäder utförs genom förberedelse för ett antal nya tomter, och ny internväg, markförlagda kablar och ledningar söder om väg 532. Föreliggande utredning berör främst 8 tomter i områdets nordvästra del där lera förväntas förekomma i jordlagerföljden. Placering av tomter inom området har

tillhandahållits av beställaren genom tillhandahållen ritning M-10.1-00 daterad 2021-12-20 med status Förhandskopia och är upprättad av Mälark Landskap. Det skall beaktas att ritning med tomtindelning mm återgiven i föreliggande PM utgör en tidig utgåva och kan komma att justeras under projekteringens gång.

Inom arbete med detaljplan för området i stort förekommer ytterligare tomter. Dessa tomter bedöms dock i nuläget att ligga på mark där lera mest sannolikt inte förekommer.

# 2 Styrande dokument

## 2.1 Styrande dokument

- Eurokod 7, Dimensionering av geokonstruktioner - Del 1 och 2, Svensk Standard SS-EN 1997-1:2005 och SS-EN 1997-2:2007.
- AMA Anläggning 20.
- IEG Rapport 4:2010 – Tillståndbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar.

## 2.2 Vägledande dokument

- IEG Rapport 2:2008, Tillämpningsdokument – Gruder EN 1997.
- IEG Rapport 4:2008, Tillämpningsdokument – Dokumenthantering.
- IEG Rapport 8:2008, Tillämpningsdokument – EN 1997-1 kapitel 7, Pålgrundläggning.
- IEG Rapport 7:2008, Tillämpningsdokument – EN 1997-1 kapitel 6, Plattgrundläggning.

# 3 Geoteknisk kategori

Preliminär klassificering av de planerade bostadsbyggnaderna har utförts och valts till geoteknisk kategori 2. I det fall att det vid detaljprojektering och dimensionering av byggnadens grundläggning påträffas information som kan anses vara motsägande detta skall ansvarig geotekniker kontaktas för en eventuell omklassificering.

# 4 Tidigare utförda utredningar och arkivmaterial

Inför föreliggande utrednings tillkomst har inget äldre geotekniskt material påträffats för det aktuella området. Det förekommer dock utredningar utförda för närliggande bebyggelse. Dessa äldre utredningar har inte funnits tillgängliga vid denna texts tillkomst.

Det förekommer dock översiktligt geotekniskt material återgivet i Sveriges Geologiska Undersöknings, SGU´s, jordartskartor, se **bild 4.1** nedan. Enligt jordartskartan skall det förväntas förekomma glacial lera inom huvuddelen av området där sonderingsarbete är utförd och sandig morän och berg i dagen inom övriga delen av området som berörs av exploateringsplanerna.

*Bild 4.1 och 4.2: Bilden till vänster utgör ett utdrag ur SGU´s jordartskarta och höger bild ett utdrag ur av beställaren tillhandahållen ritning. Aktuellt område som är undersökt är principiellt inringad med röd ram i vänster bild.*

# 5 Geotekniska förhållanden

## 5.1 Geoteknisk provborrning 2022-02-26

Undersökningen har omfattat geotekniska undersökningar i fält med geoteknisk borrbandvagn model GM75 från 2017. Den geotekniska fältundersökningen utfördes under ledning av Simon Gren (Mälardalen Geo AB) och Mats Gren (Gren Consulting AB). Geotekniska fältarbeten utfördes 2022-02-26 och har utförts i 11 punkter.

Vid undersökningstillfället förekom snöfall, molningt och temperaturen uppgick till ca +2˚C. I borrpunkterna utfördes skruvborrprovtagning (Skr), viktsondering (Vim), och slagborrsondering (Slb). I föreliggande handling återgiven jordlagerföljd gäller i de undersökta borrpunkterna samt att jordmaterial är fältbedömda där inte annat anges. Variation i jordlagerföljd, mäktighet och materialegenskaper mellan borrpunkterna skall förväntas.

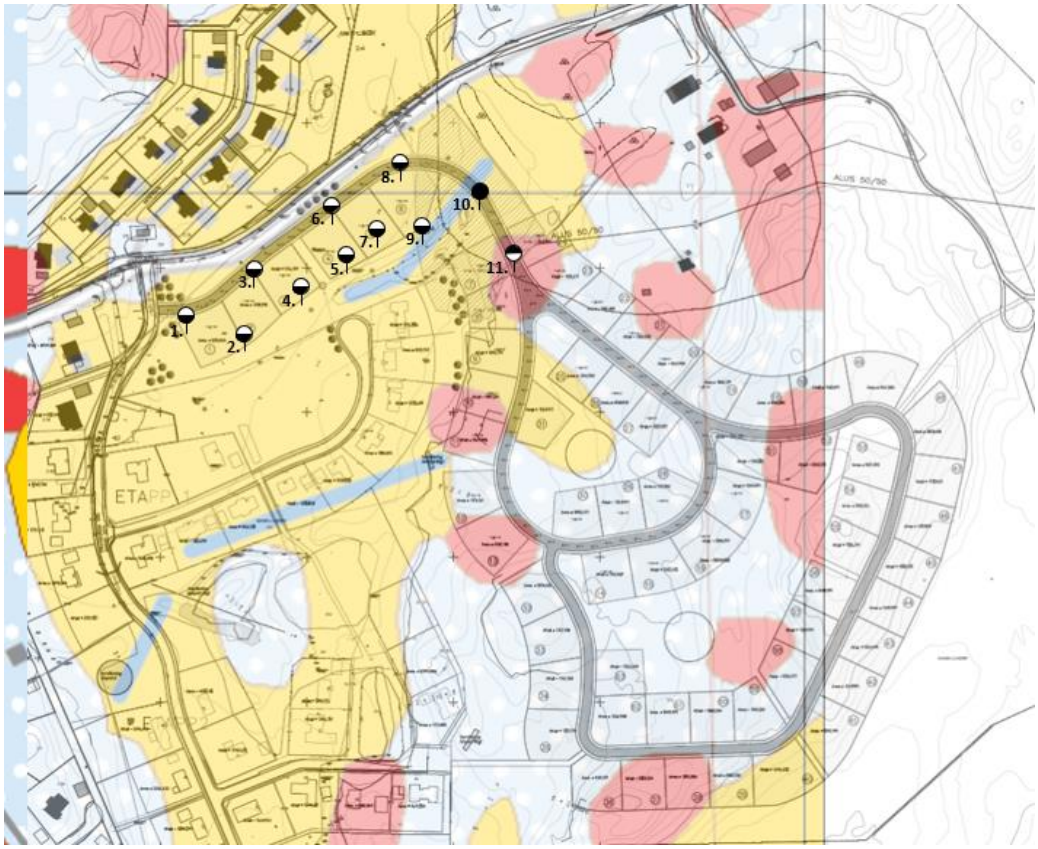



***Bild 5.1.1:*** *I bilden återges ett utdrag ur ritning G100101 med borrpunkternas principiella placering. I bilden ligger jordartskarta upprättad av Sveriges Geologiska Underökning, SGU, i botten.*

**Jordlagerföljd**

Jordlagerföljden består överst av ca 0,2 – 0,4 m mullhaltig organisk lera på lera på morän på berg. Leran nedan ytskiktet är överst en torrskorpelera intill ca 0,6 – 0,8 m djup varpå den är mycket till extremt lös.

Borrstopp erhölls mot block i morän eller berg på ca 1,5 – 6,5 m djup med de mindre djupen i det undersökta områdets östra del där berg eventuellt förekommer lokalt i dagen. Block skall förväntas förekomma i jordvolymen.

## 5.2 Kompletterande provtagning 2022-12-21

Kompletterande provtagning utfördes 2022-12-21 med avseende på ostörd provtagning genom kolvprovtagning ur punkt 2. Prov togs från 3 nivåer, 2, 3 och 4 m djup nedan rådande markyta. Prov från 2 meters djup kunde inte analyseras med avseende på sättningsegenskaper då provet var något stört

Vid provtagningstillfället rådde klart med molning väder och temperaturen var ca +5°C.

*Bild 5.2.1 – 5.2.3: Bilderna visar skruvprov och i höger bild syns kolvprovtagningsutrustningen.*

## 5.3 Grundvatten och sprickzonsvatten

Inom området har korttidsobservation av det fria grundvattnet i det vattenförande lagret av friktionsjord nedan lerans underkant uppmätts på djup nedan markytan uppgående till ca 0,7 – 1,2 m, med det större djupet i något mer högländ terräng i den östra delen av undersökningsområdet.

Grundvattnets trycknivå varierar naturligt över året beroende på nederbördsförhållanden, snösmältning, torr väderlek, vattenuttag ur brunnar mm. Årstidsvariationer kan i de flesta jordar i Mellansverige variera med mellan ca ± 0,5-1,5 m.

Dagvatten kan dessutom ansamlas i fyllningsmaterial och sprickzoner i den övre fastare leran. Detta så kallade sprickzonsvatten kan därmed rinna in i schakter och erfordra länshållning vid schaktarbeten också ovanför grundvattenytan.

## 5.4 Materialegenskaper

Förekommande jordlagers materialegenskaper är fältbestämda och bestämda på geotekniskt laboratorie, ALS Geolab i Danderyd. Odränerad okorrigerad karakteristisk skjuvhållfastheten uppgick i borrpunkt 2 till 5 kPa på 2,0 m djup och 6 kPa på 4,0 m djup vid vingborrförsök i fält 2022-002-26.

Ostörda prover togs upp 2022-12-21 i anslutning till borrpunkt 2. Skjuvhållfasthet bestämd på laboratoriet med konprovsförsök på de ostörda proverna visade något högre värden, ca 6 – 8 kPa.

Vid beräkningar föreslås att odränerad okorrigerad karakteristisk skjuvhållfastheten ansättas till i medeltal 6 kPa.

*Tabell 5.4.1: Tabellen visar skjuvhållfasthet mm bestämd på laboratoriet.*

| Provdjup | Densitet | Skjuvhållfasthet | Konflytgräns $W_L$ | Vattenkvot W |
|---|---|---|---|---|
| 2,0 m | 1,61 t/m$^3$ | 4,5 kPa (något stört prov) | 53% | 62% |
| 3,0 m | 1,68 t/m$^3$ | 6,2 kPa | 43% | 57% |
| 4,0 m | 1,69 t/m$^3$ | 8,5 kPa | 44% | 61% |

Konflytgräns i uttagna prover varierar med mellan 43 – 53 % varpå en korrigering enligt SGI information 3 (1984), se bild 5.4.1 nedan, förslagsvis görs med reduktionsfaktorn μ satt till 0,9.

Det föreslås således att karakteristisk skjuvhållfasthet för den aktuella platsen ansätts till 6 kPa och att reducering med avseende på konflytgränsen skall göras med faktorn 0,9 vid eventuella dimensioneringsberäkningar.

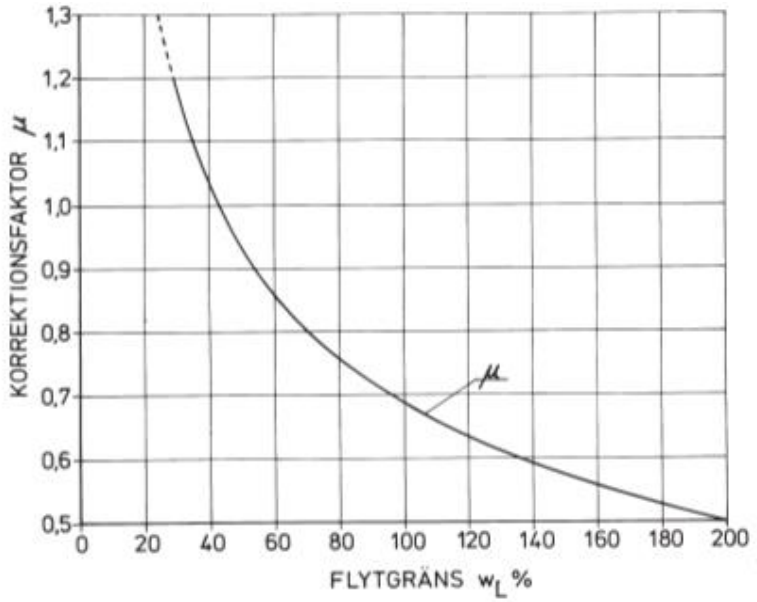



*Bild 5.4.1: Bilden återger ett utdrag ur SIG information 3 (1984) som visar hur lerans skjuvhållfasthet skall reduceras beroende på konflytgränsen.*

## 5.5 Sättningar från fyllning på marken

Sättningsegenskaperna för lera inom det aktuella området är bestämd i en punkt från tre nivåer i anslutning till borrpunkt 2.

Ostört jordprov togs ut på 2,0 m (tre provtagningsburkar mellan 1,8 – 2,2 m), 3,0 m (tre provtagningsburkar mellan 2,8 – 3,2 m) och 4,0 m (tre provtagningsburkar mellan 3,8 – 4,2 m) djup nedan markytan. Proverna analyserades på ALS´s geotekniska laboratorie med avseende på sättningsegenskaper (enligt CRS-metoden), vattenkvot och konflytgräns samt ytterligare en del allmänna materialegenskaper. Resultatet visar att leran är normalkonsoliderad, möjligen svagt överkonsoliderad i det nedre skiktet och mot djupet, se tabell 5.5.1 nedan.

*Tabell 5.5.1: Tabellen återger resultat från laboratorieanalys samt beräknad vertikalspänning för borrpunkt 2, beräknat med en grundvattenyta belägen 1,0 m under markytan.*

| Djup [m] | Kompressions-modul $M_L$ [kPa] | Beräknad vertikalspänning $\sigma_v'$ [kPa] | Förkonsoliderings-späning $\sigma_c'$ enligt kompressionsförsök [kPa] |
|---|---|---|---|
| 2,0 | --- | 22,2 | --- |
| 3,0 | 227 | 29,0 | 28 |
| 4,0 | 155 | 35,9 | 46 |

Mycket lös eller extremt lös lera förekommer från ca 0,7 – 6,0 m djup, minskat djup i riktning mot öster. Leran skall generellt förväntas erhålla plastiska långtidssättningar redan från första tillkommande belastningen. I tabell 5.5.2 nedan framgår bedömda sättningar vid en jämnt utbredd last, från t.ex. en fyllning från en markhöjning. Vid en smalare fyllningsbredd, maximalt ca 2 – 3 bredd, kommer viss lastspridning att ske mot djupet varpå sättningarna blir något mindre än återgivet i tabellen.

*Tabell 5.1.2: Tabellen återger bedömda marksättningar från varierade belastningar.*

| Fyllning | $M_{L\ medel}$ | Belastning | Sättningar Lerdjup 1–2 m | Sättningar Lerdjup 2–4 m | Sättningar Lerdjup 4–5 m |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,25 m | 190 | 5 kPa | 2-5 cm | 5-10 cm | 10-15 cm |
| 0,50 m | 190 | 10 kPa | 5-10 cm | 10-20 cm | 20-25 cm |
| 0,75 m | 190 | 15 kPa | 8-16 cm | 16-30 cm | 30-40 cm |
| 1,0 m | 190 | 20 kPa | 10-20 cm | 20-40 cm | 40-50 cm |

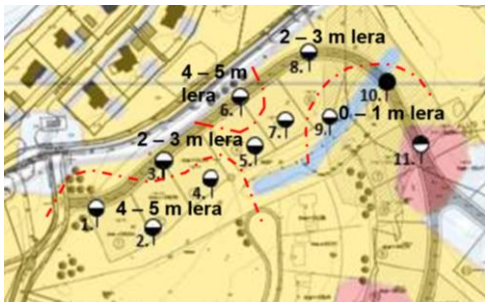



*Bild 5.5.1: I bilden återges tolkad mäktighet mycket till extremt lös lera.*

Inom område med 4 – 5 meter mycket till extremt lös lera rekommedneras det om möjligt att marken inte höjs med mer än ca 0,5 meter. Om marken lokalt behöver höjas mer, till exempel vid anslutning till befintlig väg, så kan med fördel viss lastkompensering göras för att minska sättningsskillnaden vid övergången.

# 6 Höjdsättning

Vägar och byggnadernas höjdsättning rekommenderas styras av de befintliga höjderna i omgivningen. I läge motsvarande borrpunkterna 1 – 8 rekommenderas det att höjdsättningen följer befintlig markyta så långt detta är möjligt.

Inom områdets västra låglänta del förekommer mycket till extremt lös lera från ca 1,0 m djup till ca 4,5 – 6,0 m djup. Detta material är att betrakta så som sättningskänsligt vid påförande av laster mot markytan samt att förutsättningar för skredrörelser respektive jordbrott kan inträffa vid lutande slänter respektive större markbelastning.

Vertikala sättningsrörelser från laster som belastar området där mycket till extremt lös lera förekommer kan det förväntas att sättningar uppstår med ca 5 cm per påfört ton per $m^2$ och meter lös lera.

Byggnader som uppförs där mycket till extremt lös lera förekommer kommer således erfordra fribärande golv på spetsbärande pålar.

# 7 Stabilitetsberäkning

Instabila förhållanden kan inträffa om markytor sluttar för brant i förhållande till den inre hållfastheten i det material som förekommer i jordprofilen. För stora belastningar på en markyta från t.ex. en fyllningshöjd, materialupplag eller maskin så som en mobilkran kan dessutom medföra lokala jordbrott också vid helt plan mark.

I föreliggande PM betraktas följande lastfall samt att följande förutsättningar förväntas gälla:

-Marken kring släntkrön förutsättes vara plan. Torrskorpelera förutsättes ha en mäktighet uppgående till 0,5 – 1,0 m och inte vara uppsprucken och ha en skjuvhållfasthet uppgående till minst 30 kPa.

-Jordlagerföljd nedan 0,5 – 1,0 m torr lera utgörs av lera intill 6,5 m djup ovan morän eller friktionsjord bestående av morän. Jordlagrens materialegenskaper vid beräkningarna har antagits enligt tabell 7.1 nedan, försiktiga val utifrån bestämda värden.

*Tabell 7.1: Tabellen återger materialegenskaper, bestämda, bedömda och antagna utifrån geoteknisk sondering februari 2022.*

| **Djup** | **Materialtyp** | **Skjuvhållfasthet** | **Densitet** |
|---|---|---|---|
| 0,0 – 0,5 m | Lera | 30,0 kPa | 1,8 ton/$m^3$ |
| 0,5 – 6,5 m | Lera | 5,0 kPa | 1,55 ton/$m^3$ |

Beräkningen är utförd i 2-dimensioner utan korrigering för 3-dimensionell spänningsspridning i form av ändyteeffekter.

## 7.1 Stabilitetsberäkning

Stabilitetsberäkningar har utförts i datorprogrammet GeoStudio 2012 med modulen SLOPE/W. Beräkningarna har genomförts i enlighet med Skredkommissionens anvisningar samt enligt IEG:s rapport 4:2010. Vid planläggning av mark för nyexploatering gäller säkerhetsparametrar enligt **tabell 7.1.1** nedan vid.

*Tabell 7.1.1: tabellen visar kravet på totalsäkerhetsfaktor för att stabilitet skall förväntas råda*

| |
|---|
| $F_c \geq 1,7 – 1,5$ |
| $F_{Komb} \geq 1,5 – 1,4$ |

Beräkning är utförda för såväl kombinerad som odräneradd analys.

## 7.2 Resultat från stabilitetsberäkningar väg mot tomtmark

Lastfall förväntas utgöras av vid extremfallet last från snöröjning bestående av lastbil med last enligt Trafikverkets beräkningsföreskrifter.

*$F_{odrän}$ = 1,579 > 1,5 – 1,7, dvs. ok!*

*$F_{komb}$ = 1,502 > 1,4 – 1,5, dvs. ok!*

**Beräkningsutskrift**

Beräkning är utförd för en geometri med höjning av marken med maximalt 0,5 m från befintlig markhöjd. Slänt från vägkant ner till markytan nedan väg utförs med lutning 1:5 samt att trafiklast inte får förekomma närmare släntkrön än 7,0 m. Innebörden blir att vägen och omgivande mark erfordrar likvärdig höjdsättning alternativt att en skyddsremsa förekommer med 7 m bredd invid trafikerad väg. Mindre dike kan tillåtas för avvattning av väg, dock skall en gransking göras med avseende på stabilitet efter utförd höjdsättning och projektering av väg.

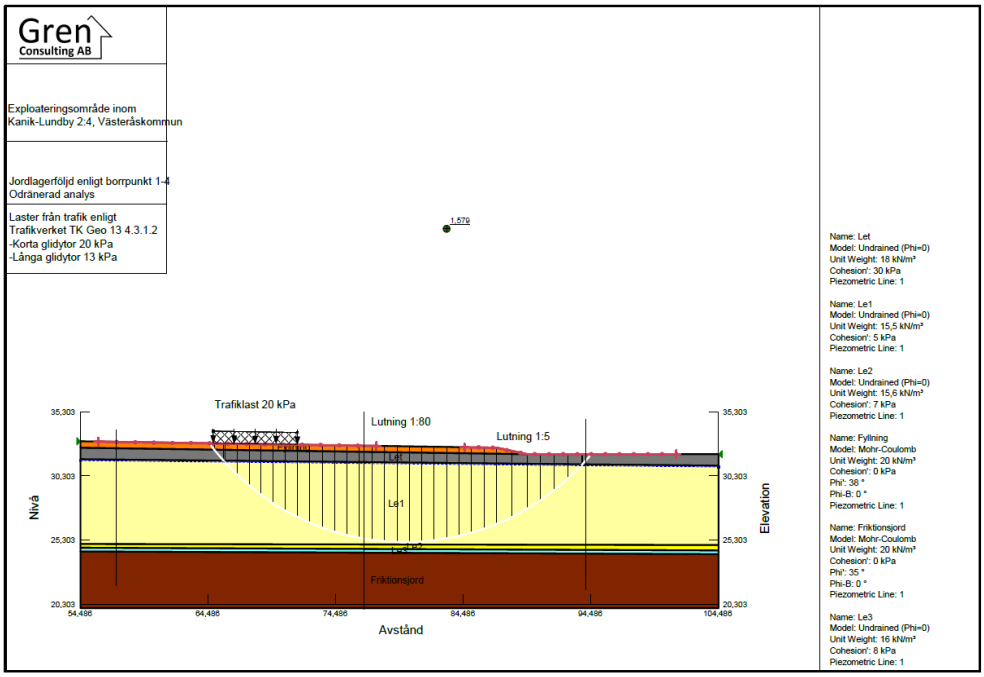



*Bild 7.2.1: Bilden visar beräkningsutskrift avseende odränerad analys.*

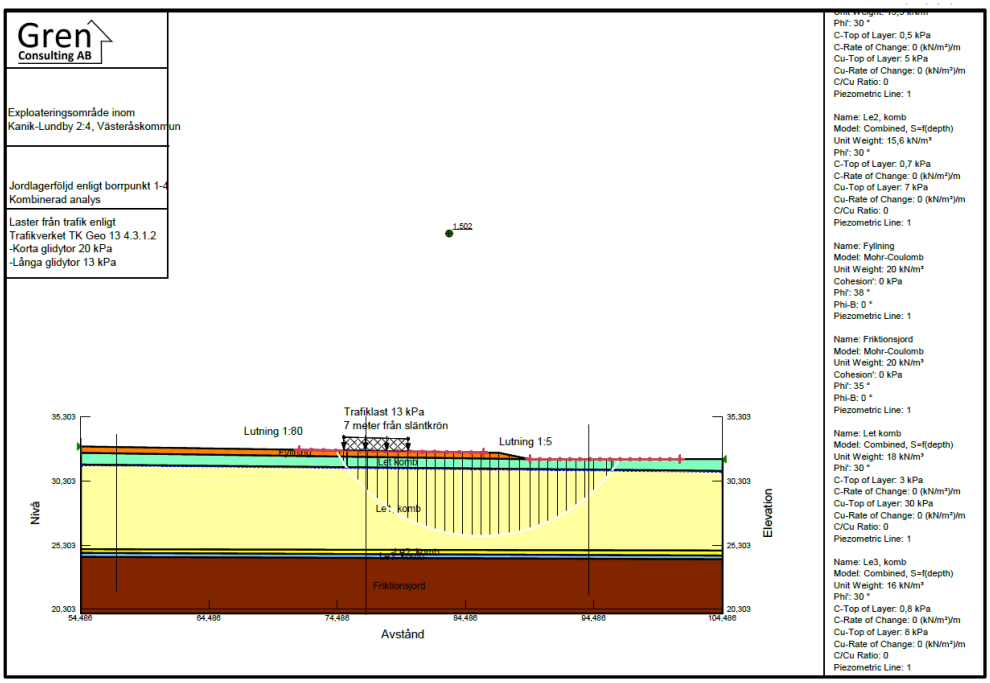



*Bild 7.2.2: Bilden visar beräkningsutskrift avseende kombinerad analys.*

## 7.3 Kontroll

Om avvikande förhållanden visas föreligga vid projektering eller vid entreprenad jämfört med här beskrivet måste arbeten omgående avbrytas och förnyade undersökningar vid behov utföras och nya beräkningar genomföras för att eventuellt ge nya restriktioner och rekommendationer.

Beräkning är utförd med markytan som sluttar 1:80 eller mindre, lerdjup inte överstigande 6,5 m och att byggnader inom områden med mycket lös lera utförs pålade. Om markytan inom området inte är plan så kommer släntstabiliteten bli för låg varpå mer noggranna undersökningar erfordras, nya beräkningar utföras och eventuellt att restriktioner erfordras.

# 8 Grundläggning

## 8.1 Bostadshus

### Område med mycket lös lera

Inom område med mycket lös lera skall bostadsbyggnader av såväl sättningsskäl som stabilitetsskäl grundläggas med fribärande golv på spetsbärande pålar. Förslagsvis utförs grundplattan som en hel kantförstyvad platta av betong. Innan arbeten med byggnadens grundplatta påbörjas skall det tillses att allt löst och organiskt material har avlägsnats intill naturligt lagrad torr och fast lera. Fyllnings- och packningsarbete skall därefter utföras i enlighet med AMA Anläggning 20 och utläggs på naturligt lagrad, tjälfri, torr och fast botten av naturligt lagrad torr och fast lera.

**Område med torrskorpelera på morän**

Inom område med naturligt lagrad torr och fast torrskorpelera på morän erfordras bedömning i enskilda fall beroende på höjdsättning och byggnaders byggnadsmaterial och tyngd avgöra om någon markförstärkande åtgärd erfordras under husens grund. Fyllnings- och packningsarbete skall utföras i enlighet med AMA Anläggning 20 och utläggs på naturligt lagrad, tjälfri, torr och fast botten av naturligt lagrad torr och fast lera.

**Område med morän i terrassytan**

Inom område med naturligt lagrad torr och fast morän i terrassbotten skall det förväntas att grundläggning kan utföras med packat fyllningsmaterial på morän. Med fördel packas grundbotten innan det att första lagret fyllning utläggs. Fyllnings- och packningsarbete skall utföras i enlighet med AMA Anläggning 20 och utläggs på naturligt lagrad, tjälfri, torr och fast botten av naturligt lagrad torr och fast morän.

**Generellt**

Generellt gäller att enskild geotekniska bedömning skall göras inför varje ny byggnation.

All eventuell okvalificerat fyllningsmaterial inom byggnadsytan måste avlägsnas då dess lagringstäthet är okänt samt att det inte är klarlagt om organiskt material förekommer nedan detta lager.

## 8.2 Radonåtgärd

Markradonmätning är inte utförd inom ramen för föreliggande utredning. Påträffade jordlager är relativt svårgenomsläppliga varpå radongas rimligen inte släpper i någon större omfattning från jordlagren även om materialet eventuellt har förutsättningar för radoninnehåll.

Om ingen annan uppgift finns med avseende på markradonsituationen så skall minst ett radonskyddat utförande väljas där det tillses att genomföringar i plattan tätas, att inga uppenbara sprickor uppstår i plattan samt att radonslang läggs i fyllningsmaterialet nedan bottenplattan och förbereds för senare eventuell inkoppling till radonsug.

Om andra uppgifter framkommer som visar att marken är att betrakta så som högradonmark så skall ett radonsäkert utförande väljas.

## 8.3 Schakt för VA-ledning mm

Inför allt schaktarbete skall entreprenör utföra en skriftlig arbetsberedning som tar hänsyn till jordmaterial i schakt, schaktdjup, använda arbetsfordon, vart schaktmassor och upplag förläggs mm. Vid avvikande förhållanden, t.ex. jordlager, grundvattennivåer mm, så skall en förnyad arbetsberedning utföras och eventuellt kompletterande geoteknisk bedömning och vid behov förnyad provtagning.

Generellt gäller att vid allt schaktarbete så skall anvisningar och råd i texten ”Schakta säkert” följas. Vid tillfälliga grunda VA-schakter kan typschakter enligt texten ”Schakta Säkert” nyttjas. Texten Schakta Säkert, 2015, utges av Svensk Byggtjänst i samarbete med Statens Geotekniska Institut och SBUF. Alternativ till att nyttja färdiga

allmängiltiga typfall är att utföra platsspecifika stabilitetsberäkningar respektive vid behov spontberäkningar.

## 8.4 Projektering av gata

Höjder för gator inom område med mycket lös lera får inte utföras högre än föreskrivet i denna översiktliga geotekniska utredning. Överbyggnad rekommenderas dimensioneras enligt Trafikverkets dimensionerings program PMS Object, eller på annat vedertaget sätt. Mäktigheten torr och fast lera är relativt liten där mycket till extremt lös lera förekommer varpå risken för körspår beroende på påverkan i den mycket lösa leran bedöms så som relativt stor. Eventuellt kan geonät läggas i ett eller två lager i vägöverbyggnaden för att minska denna risk.

Inom område med torrskorpefast lera på morän respektive där morän förekommer i terrassbotten råder ingen påtagligkänslighet avseende val av höjdsättning.

# 9 Kontroll

Entreprenören skall dokumentera hur packningsarbete utförs med avseende på väderlek, packningsverktyg, lagertjocklek, antal överfarter mm.

Vid vibrerande verksamhet, som t.ex. pålning, skall en riskanalys upprättas med avseende på omgivningspåverkan med efterföljande synearbete och vibrationsmätning.

Vid avvikande geotekniska förhållanden än här beskrivet skall sakkunnig geotekniker kontaktas för eventuellt justerade rekommendationer.

Inför allt schaktarbete skall entreprenör utföra en skriftlig arbetsberedning som tar hänsyn till jordmaterial i schakt, schaktdjup, använda arbetsfordon, vart schaktmassor och upplag förläggs mm. Vid avvikande förhållanden, t.ex. jordlager, grundvattennivåer mm, så skall en förnyad arbetsberedning utföras och eventuellt kompletterande geoteknisk bedömning och vid behov förnyad provtagning och beräkningar.

## 9.1 Kompletterande arbeten

Ytterligare geotekniska utredningar och bedömningar skall generellt förväntas i detaljprojekteringsskedet.

Upprättad av
Gren Consulting AB

Mats Gren
Geotekniker / Civilingenjör VoV
T: 0728-36 71 36, mats@gconsult.se

*Rutinundersökning ostört prov*

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Projekt* **Husta Västerås** | | *Löp-nr* 37345 | *Granskad* Per Östensson |
| *Uppdragsnummer* | *Uppdragsgivare* Gren Consulting, Västerås | *Provtagningsdatum* 2022-12-21 | *Provtagningsredskap* Kv St I ø 50mm | *Utskriftsdatum* 2023-01-12 |
| *Referensnivå* | | *Vattennivå / Datum* / | *Datum för analys* 2023-01-12 |

| Sektion / Borrhål / Punkt 1 | | Skrymdensitet | | | Konprov | | | Skjuvhållfasthet | | Sensitivitet | Konflytgräns | w-våt | Vattenkvot | | Jordartsförkortning |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Diameter | Vikt/Längd | | Ostört | | Omrört | Ostört | Omrört | | | | | | |
| Djup [m] | Okulär jordartsklassificering [1] | [cm] | [g/cm] | ρ [2] [t/m³] | [mm] | Medel [mm/g] | [mm/g] | $\tau_{fu}$ [kPa] [3] | [kPa] | $S_t$ | $w_L$ [%] | w-torr [g] | w [%] | | (enl. SGF Beteckningssystem 2016) |
| **2.0** | Gråbrun något rostfläckig något siltig LERA (materialet stört) | 5,00 | 538.0 / 17.0 | **1,61** | 14.1 15.2 13.9<br>14.0 15.3 16.2 | 14.8 / 100 | 15.2 / 60 | **(4.5)** | 0.64 | **(7)** | **53** | 62.8<br>38.7 | **62** | | (si)Cl |
| | | | | | | | 14.0 / 60 | | | | | 70.3<br>44.3 | | | |
| **3.0** | Gråbrun något sulfidfläckig siltig varvig LERA med siltskikt samt enstaka | 5,00 | 561.0 / 17.0 | **1,68** | 12.2 12.2 12.2<br>13.2 13.0 13.0 | 12.6 / 100 | 18.5 / 60 | **6.2** | 0.43 | **14** | **43** | 60.5<br>38.5 | **57** | | (su)sivCl si |
| | | | | | | | 11.6 / 60 | | | | | 68.0<br>47.1 | | | |
| **4.0** | Gråbrun något sulfidfläckig siltig varvig LERA med sandiga grusiga siltiga lerskikt | 5,00 | 563.0 / 17.0 | **1,69** | 10.8 10.9 11.0<br>10.5 10.9 10.3 | 10.7 / 100 | 9.1 / 10 | **8.5** | 0.30 | **28** | **44** | 63.5<br>39.5 | **61** | | (su)sivClsagrsicl |
| | | | | | | | 9.2 / 60 | | | | | 68.7<br>48.2 | | | |

1) Okulär jordartsklassificering enl. SS-EN ISO 1488 1+2

2) Densiteten beräknad på medelvärde av fylld över-, mellan- och undehyl

P:\Uppdrag 2023\37345\[Kon Punkt 1 230112.xlsx]

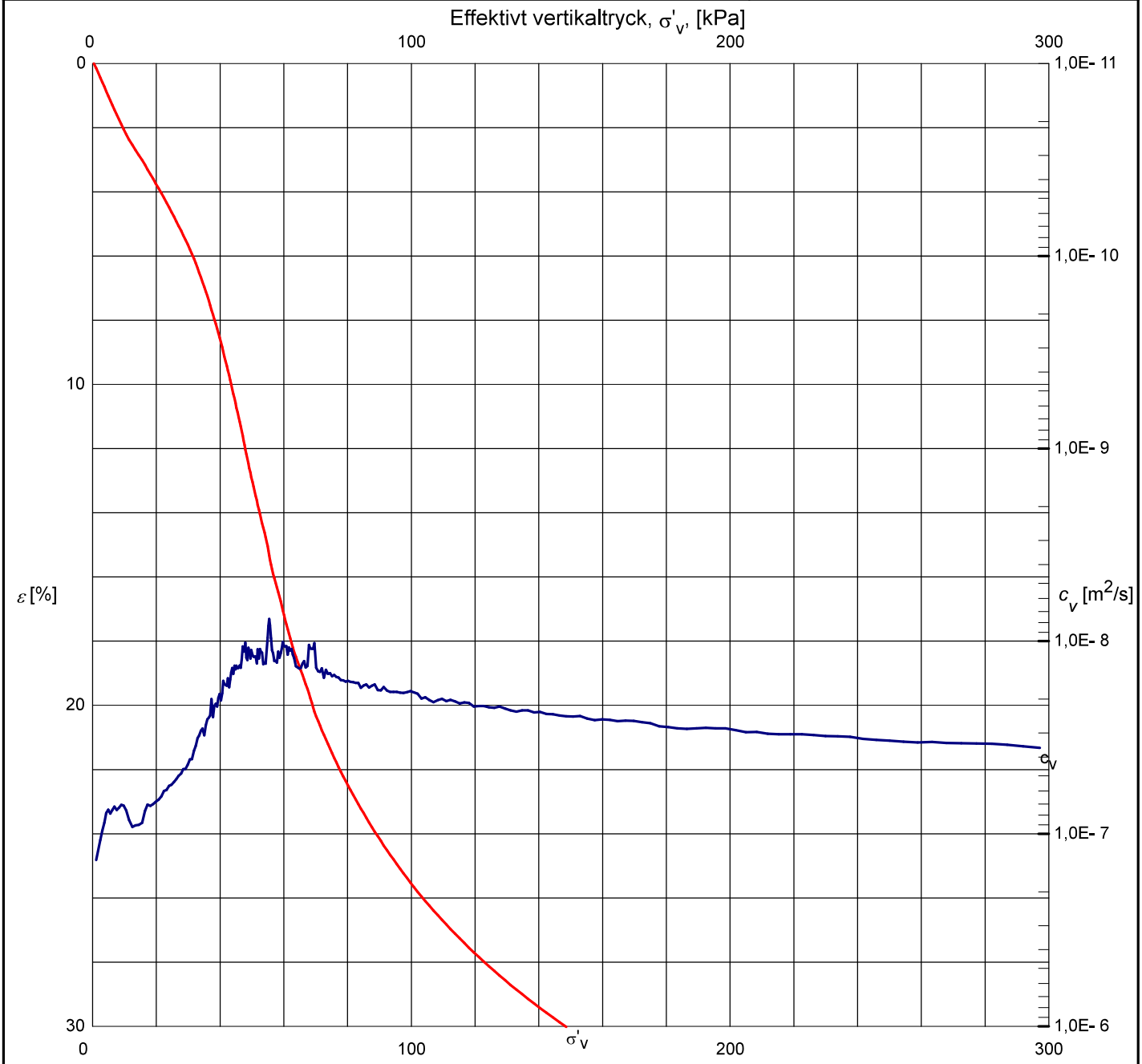
3) Okorrigerat värde. Korrigeringen rekommenderas enl. SGF-INFO nr 3. Avvikelse från SS027125. Om konintrycket är mindre än 7.0mm med 100g konen, används 400g konen, enligt SGF:s laboratoriekommitté.

*Geolab ingår i ALS Scandinavia AB*
*Rinkebyvägen 19, 182 36 Danderyd*
*geolab@alsglobal.com*

## *Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök*

*Projekt:* **Husta Västerås**

| | |
|---|---|
| *Uppdragsnummer:* <br> *Uppdragsgivare:* Gren Consulting AB | *Datum/Sign:* 2023-01-23 <br> *Löp-nr/Gransk.:* 37345 |
| *Sektion/borrhål:* Punkt 1 <br> *Densitet:* 1,68 t/m$^3$ *Vattenkvot:* 57 % <br> *Benämning:* Se i anmärkning | *Djup:* 3,0 m <br> *Provningstemp.:* 20 $^o$C |
| *Ödometer nr:* 2 <br> *Provdiameter:* 50 mm <br> *Provhöjd:* 20 mm <br> *Def.hastighet:* 0,86 %/h | |




Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Vid utvärdering av $c_v$ och $k$ har korrektion utförts så att värdena motsvarar en temperatur av 7 $^o$C. Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

| $\sigma'_c$, kPa | $M_L$, kPa | $\sigma'_L$, kPa | $M'$ | $c_{v,\,min}$, m$^2$/s | $k_i$, m/s | $\beta_k$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 28 | 227 | 53 | 14,4 | 1,1E-8 | 2,1E-9 | 3,7 |

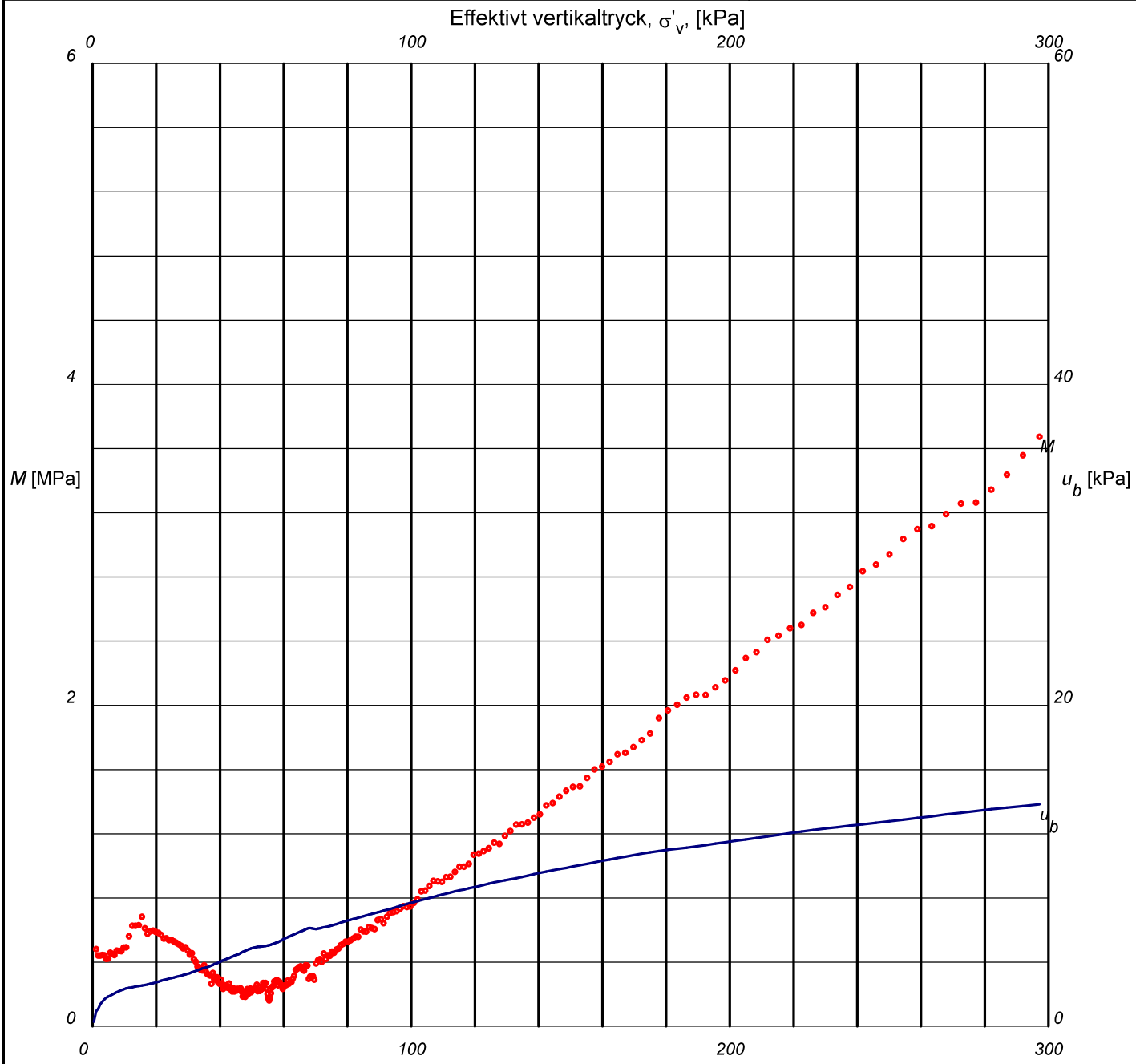
*Anm.* Något sulfidbandad siltig varvig LERA med siltskikt samt enstaka sandkorn

Skalan i diagrammet avviker från den av SGF:s Laboratoriekommité satta rekommendation.

Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

*Utvärdering av modultal och kontroll av portryck*

| | | |
|---|---|---|
| *Projekt:* **Husta Västerås** | | |
| *Uppdragsnummer:* | *Uppdragsgivare:* Gren Consulting AB | *Datum/Sign:* 2023-01-23<br>*Löp-nr/Gransk.:* 37345 |
| *Sektion/borrhål:* Punkt 1<br>*Densitet:* 1,68 t/m$^3$ *Vattenkvot:* 57 %<br>*Benämning:* Se i anmärkning | *Djup:* 3,0 m<br>*Provningstemp.:* 20 °C | *Ödometer nr:* 2<br>*Provdiameter:* 50 mm<br>*Provhöjd:* 20 mm<br>*Def.hastighet:* 0,86 %/h |




Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Utrustningens egendeformation är beaktad.

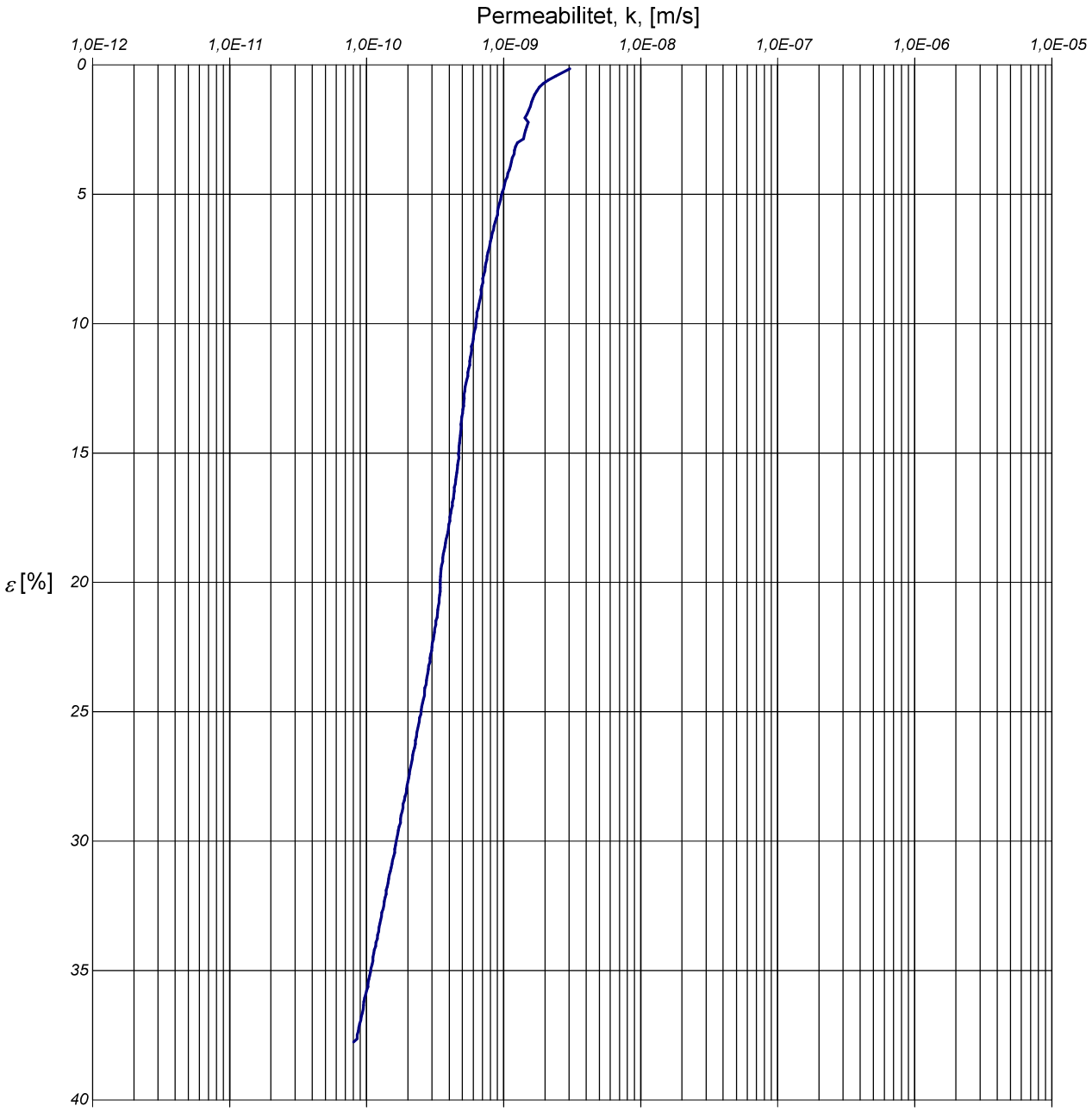
| *M'* | σ'$_L$, kPa |
|---|---|
| 14,4 | 53 |

*Anm.* Något sulfidbandad siltig varvig LERA med siltskikt samt enstaka sandkorn

Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

## *Utvärdering av permeabilitet*

| | | |
|---|---|---|
| *Projekt:* **Husta Västerås** | | |
| *Uppdragsnummer:* | *Uppdragsgivare:* Gren Consulting AB | *Datum/Sign:* 2023-01-23<br>*Löp-nr/Gransk.:* 37345 |
| *Sektion/borrhål:* Punkt 1<br>*Densitet:* 1,68 t/m$^3$ *Vattenkvot:* 57 %<br>*Benämning:* Se i anmärkning | *Djup:* 3,0 m<br>*Provningstemp.:* 20 $^o$C | *Ödometer nr:* 2<br>*Provdiameter:* 50 mm<br>*Provhöjd:* 20 mm<br>*Def.hastighet:* 0,86 %/h |




Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Vid utvärdering av permeabiliteten k har korrektion utförts så att värdena motsvarar en temperatur av 7 $^o$C.

| $k_i$ , m/s | $\beta_k$ |
|---|---|
| 2,1E-9 | 3,7 |

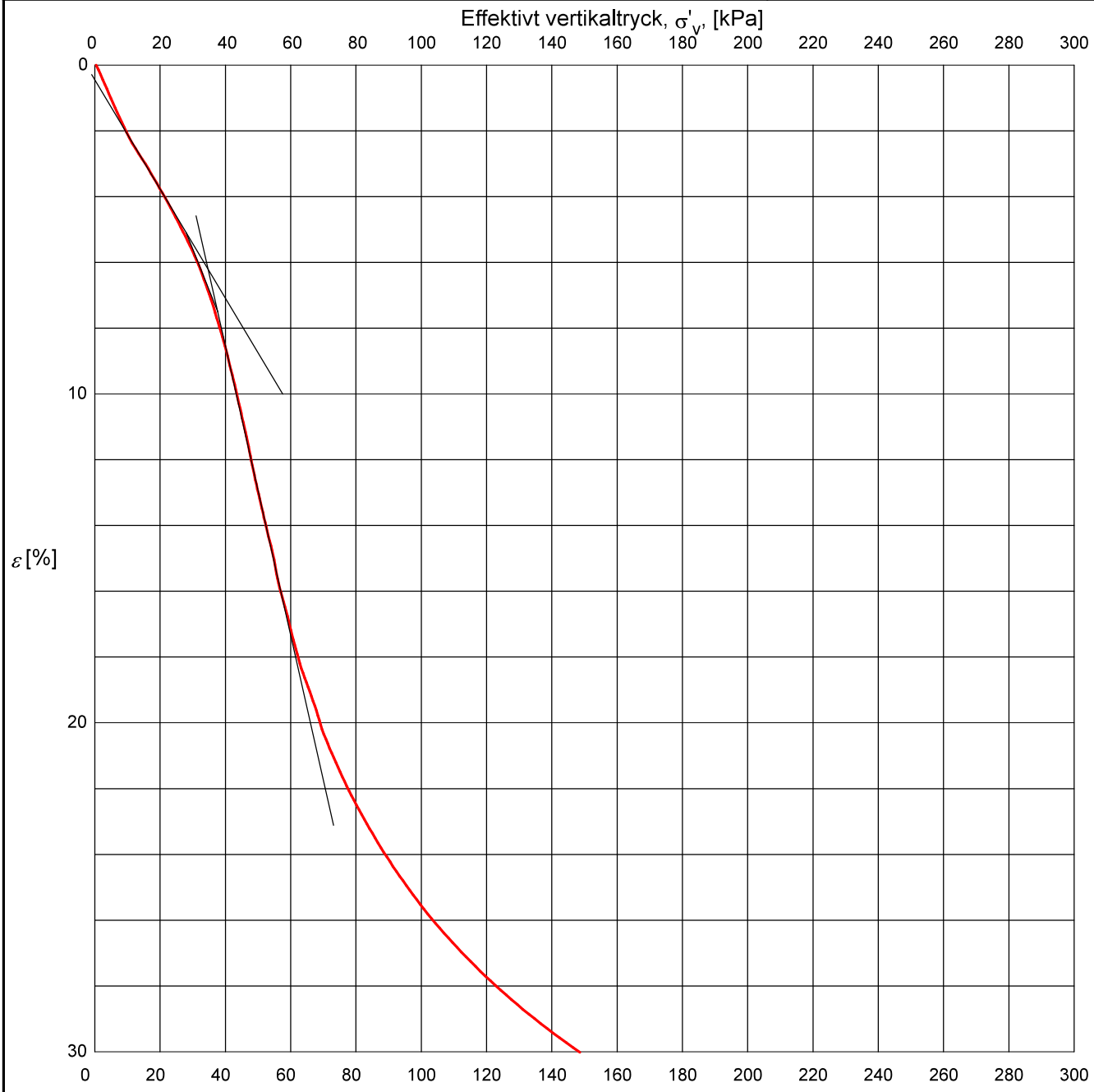
*Anm.* Något sulfidbandad siltig varvig LERA med siltskikt samt enstaka sandkorn

Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

*Utvärdering av förkonsolideringstryck och linjär modul*

*Projekt:* **Husta Västerås**

| | |
|---|---|
| *Uppdragsnummer:* <br> *Uppdragsgivare:* Gren Consulting AB | *Datum/Sign:* 2023-01-23 <br> *Löp-nr/Gransk.:* 37345 |
| *Sektion/borrhål:* Punkt 1 <br> *Djup:* 3,0 m <br> *Densitet:* 1,68 t/m$^3$ <br> *Vattenkvot:* 57 % <br> *Provningstemp.:* 20 $^o$C <br> *Benämning:* Se i anmärkning | *Ödometer nr:* 2 <br> *Provdiameter:* 50 mm <br> *Provhöjd:* 20 mm <br> *Def.hastighet:* 0,86 %/h |




Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Utrustningens egendeformation är beaktad.

| $\sigma'_c$, kPa | $M_L$, kPa | $\sigma'_L$, kPa |
|---|---|---|
| 28 | 227 | 53 |

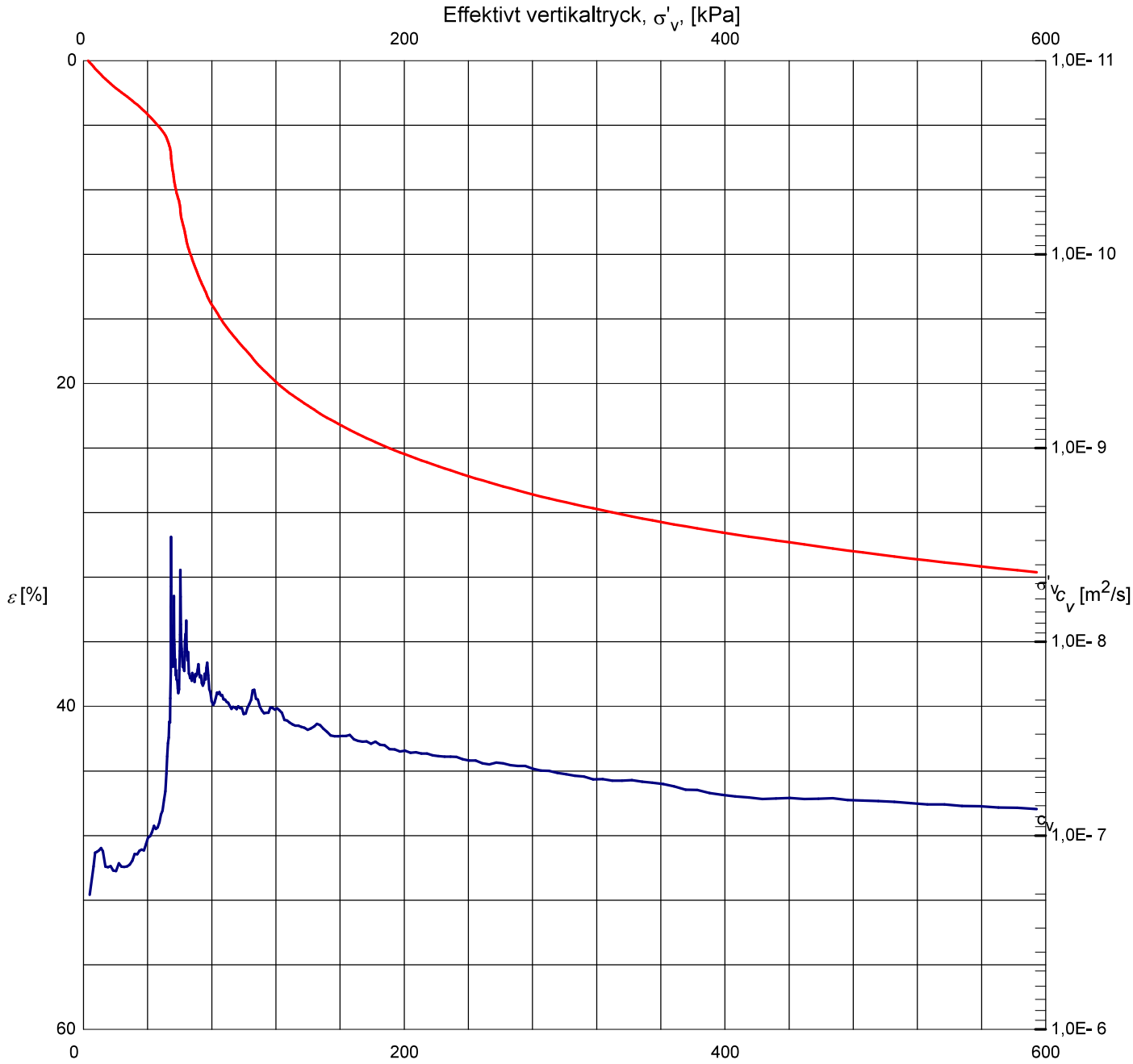
*Anm.* Något sulfidbandad siltig varvig LERA med siltskikt samt enstaka sandkorn

Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

## *Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök*

*Projekt:* **Husta Västerås**

| | | |
|---|---|---|
| *Uppdragsnummer:* | *Uppdragsgivare:* Gren Consulting AB | *Datum/Sign:* 2023-01-16 Per Östensson<br>*Löp-nr/Gransk.:* 37345 |
| *Sektion/borrhål:* Punkt 1 | *Djup:* 4,0 m | *Ödometer nr:* 6 |
| *Densitet:* 1,69 t/m$^3$ *Vattenkvot:* 61 % | *Provningstemp.:* 20 °C | *Provdiameter:* 50 mm |
| *Benämning:* Se i anmärkning | | *Provhöjd:* 20 mm<br>*Def.hastighet:* 0,75 %/h |




Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Vid utvärdering av $c_v$ och $k$ har korrektion utförts så att värdena motsvarar en temperatur av 7 °C. Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

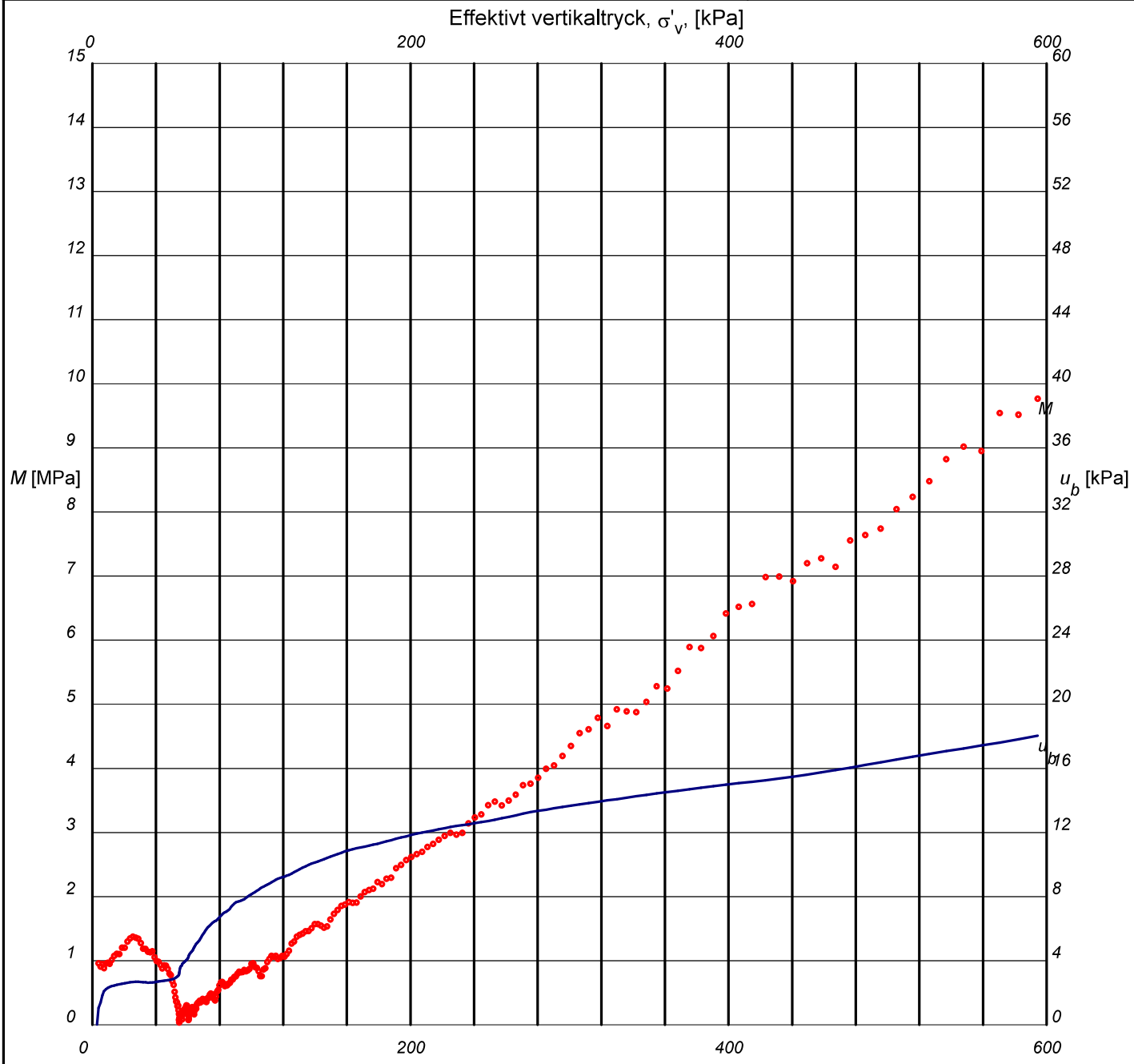
| $\sigma'_c$, kPa | $M_L$, kPa | $\sigma'_L$, kPa | $M'$ | $c_{v,\,min}$, m$^2$/s | $k_i$, m/s | $\beta_k$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 46 | 155 | 55 | 17,8 | 1,0E-8 | 1,1E-9 | 3,6 |

*Anm.* Något sulfidfläckig siltig varvig LERA med sandiga grusiga siltiga lerskikt

Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

## *Utvärdering av modultal och kontroll av portryck*

| | | |
|---|---|---|
| *Projekt:* **Husta Västerås** | | |
| *Uppdragsnummer:* | *Uppdragsgivare:* Gren Consulting AB | *Datum/Sign:* 2023-01-16<br>*Löp-nr/Gransk.:* 37345 |
| *Sektion/borrhål:* Punkt 1<br>*Densitet:* 1,69 t/m$^3$ *Vattenkvot:* 61 %<br>*Benämning:* Se i anmärkning | *Djup:* 4,0 m<br>*Provningstemp.:* 20 °C | *Ödometer nr:* 6<br>*Provdiameter:* 50 mm<br>*Provhöjd:* 20 mm<br>*Def.hastighet:* 0,75 %/h |




Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Utrustningens egendeformation är beaktad.

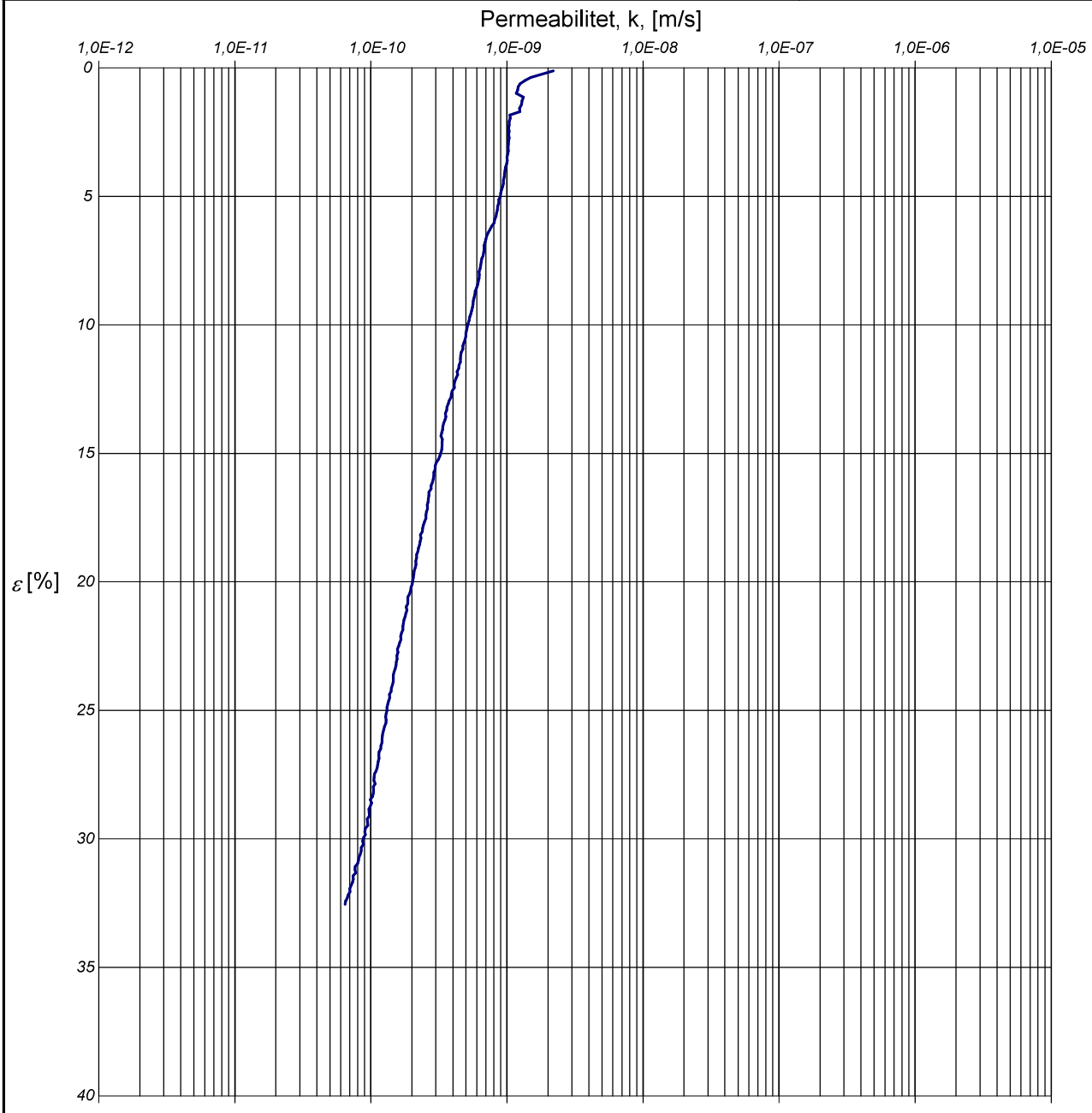
| *M'* | σ'$_L$, kPa |
|---|---|
| 17,8 | 55 |

*Anm.* Något sulfidfläckig siltig varvig LERA med sandiga grusiga siltiga lerskikt

Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

## *Utvärdering av permeabilitet*

| | | |
|---|---|---|
| *Projekt:* **Husta Västerås** | | |
| *Uppdragsnummer:* | *Uppdragsgivare:* Gren Consulting AB | *Datum/Sign:* 2023-01-16<br>*Löp-nr/Gransk.:* 37345 |
| *Sektion/borrhål:* Punkt 1<br>*Densitet:* 1,69 t/m$^3$ *Vattenkvot:* 61 %<br>*Benämning:* Se i anmärkning | *Djup:* 4,0 m<br>*Provningstemp.:* 20 $^o$C | *Ödometer nr:* 6<br>*Provdiameter:* 50 mm<br>*Provhöjd:* 20 mm<br>*Def.hastighet:* 0,75 %/h |




Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Vid utvärdering av permeabiliteten k har korrektion utförts så att värdena motsvarar en temperatur av 7 $^o$C.

| $k_i$ , m/s | $\beta_k$ |
|---|---|
| 1,1E-9 | 3,6 |

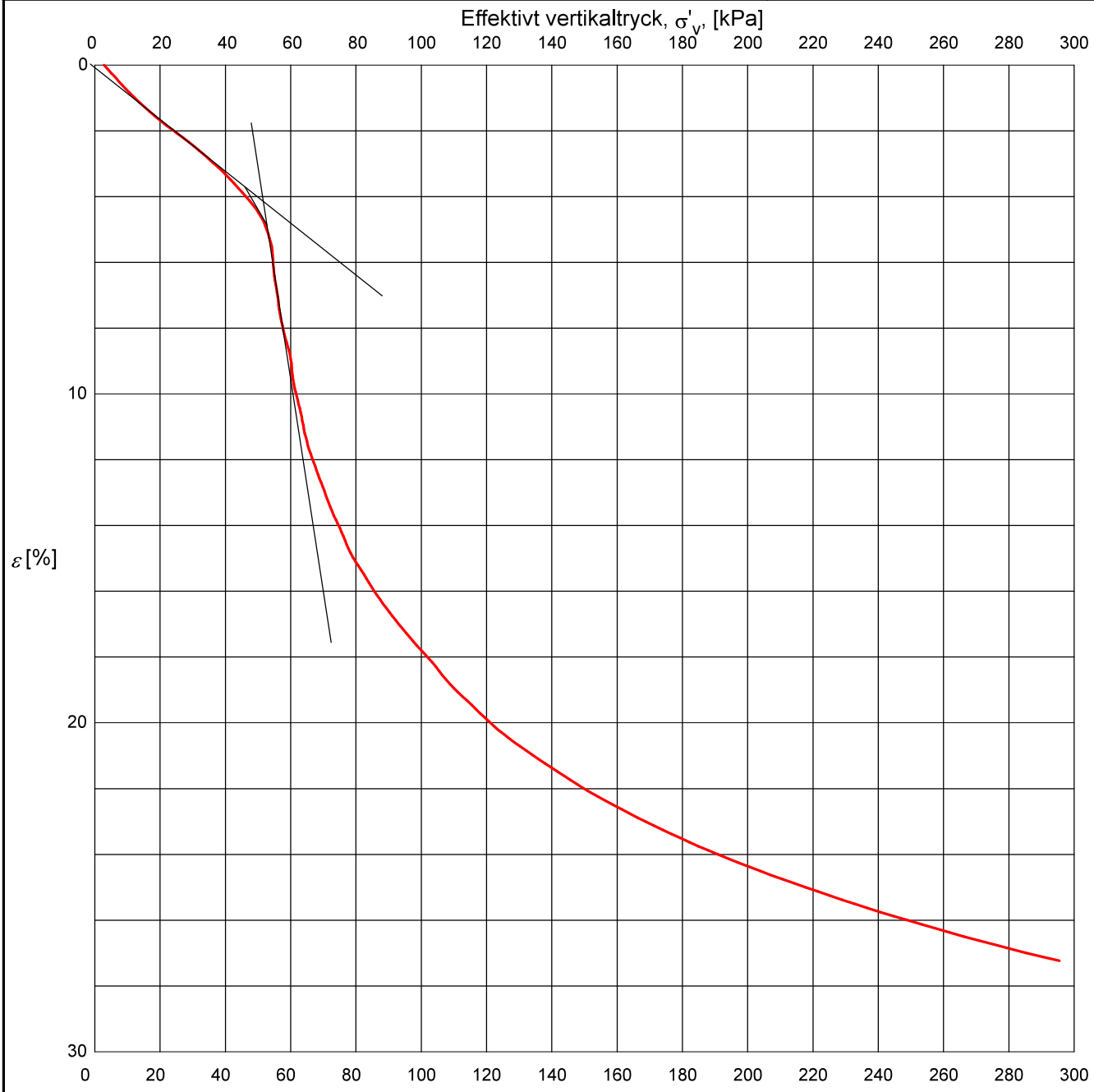
*Anm.* Något sulfidfläckig siltig varvig LERA med sandiga grusiga siltiga lerskikt

Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

*Utvärdering av förkonsolideringstryck och linjär modul*

*Projekt:* **Husta Västerås**

| | |
|---|---|
| *Uppdragsnummer:* *Uppdragsgivare:* Gren Consulting AB | *Datum/Sign:* 2023-01-16<br>*Löp-nr/Gransk.:* 37345 |
| *Sektion/borrhål:* Punkt 1 *Djup:* 4,0 m<br>*Densitet:* 1,69 t/m$^3$ *Vattenkvot:* 61 % *Provningstemp.:* 20 $^o$C<br>*Benämning:* Se i anmärkning | *Ödometer nr:* 6<br>*Provdiameter:* 50 mm<br>*Provhöjd:* 20 mm<br>*Def.hastighet:* 0,75 %/h |




Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Utrustningens egendeformation är beaktad.

| $\sigma'_c$, kPa | $M_L$, kPa | $\sigma'_L$, kPa |
|---|---|---|
| 46 | 155 | 55 |

*Anm.* Något sulfidfläckig siltig varvig LERA med sandiga grusiga siltiga lerskikt

Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

# Planskiss

**Anmärkning**

Utsättning är utförd med långmåttband.

Betecknar provtagningspunkter, se SGF/BGS beteckningssystem 2001:2.

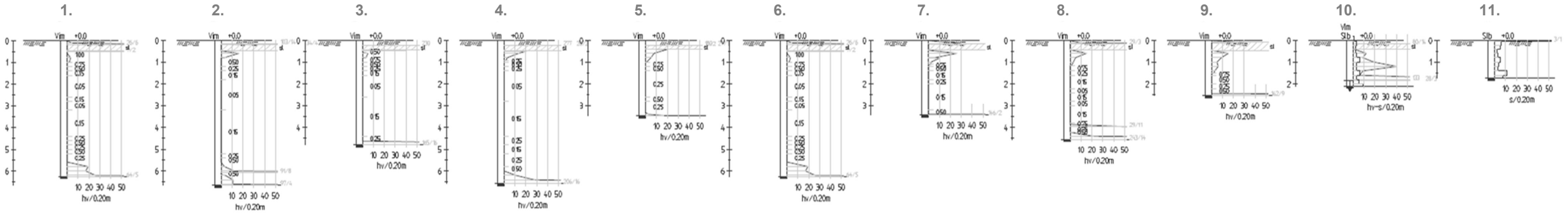
Ritningsunderlag är tillhandahållet av beställaren samt att det i botten finns jordartskarta framställd av Sveriges Geologiska Undersökning, SGU, hämtat från www.sgu.se.

**Undersökningsmetoder**
Vim - Viktsondering
Slb – Slagborrsondering
Jb2 – Jordbergsondering
Skr – Skruvprovtagning

**Färgbeteckningar SGU´s jordartskarta**

- Svämsediment, ler--silt
- Gyttjelera (eller lergyttja)
- Postglacial finlera
- Glacial lera
- Isälvssediment
- Sandig morän
- Urberg

# Borrhål




| Geoteknisk utredning | |
|---|---|
| Nya tomter för enfamiljshus<br>Översiktlig utredning<br>Del av Kanik-Lunby 2:4<br>Västerås kommun | |
| 2022-04-21 | Gren Consulting AB |
| Mats Gren | G 100101 – Plan, borrhål |