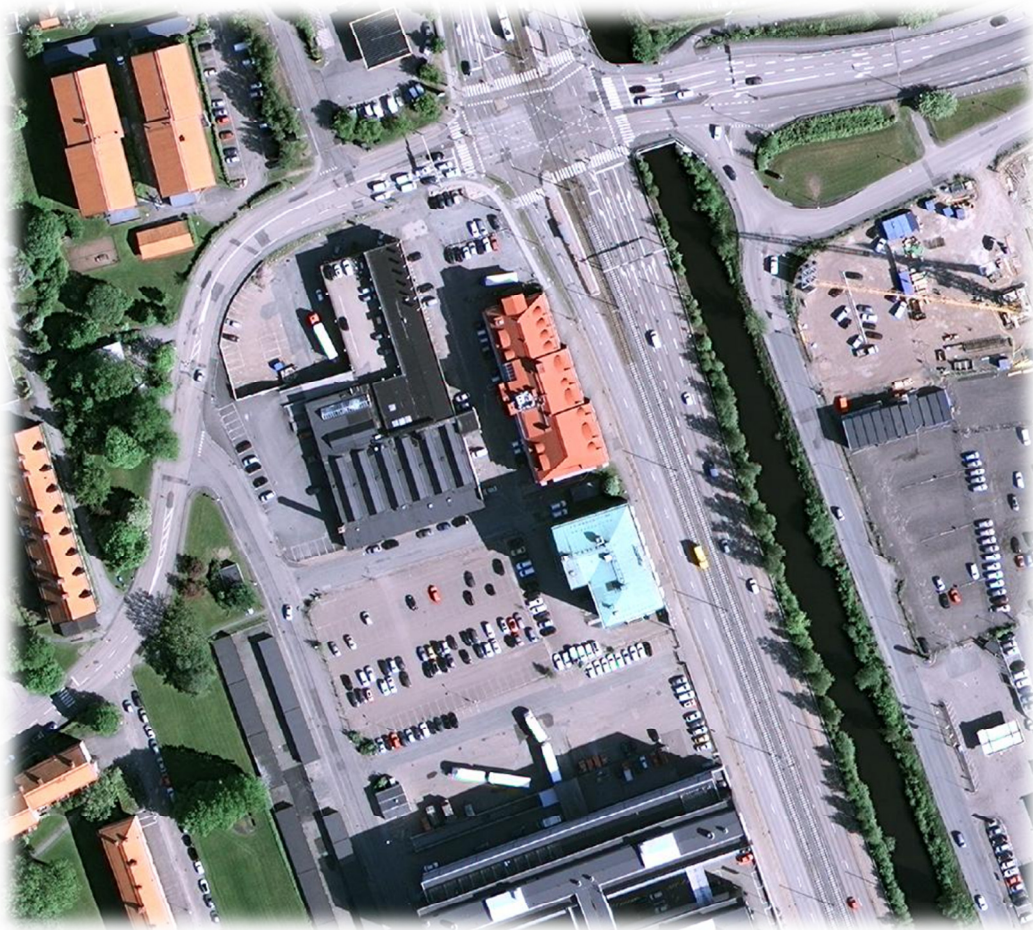


Wallenstam AB & Alecta

Detaljplan för fastigheterna Krokslätt 154:6, 20:4, 20:5 & 20:6 i Göteborgs kommun

PM Geoteknik



Innehållsförteckning

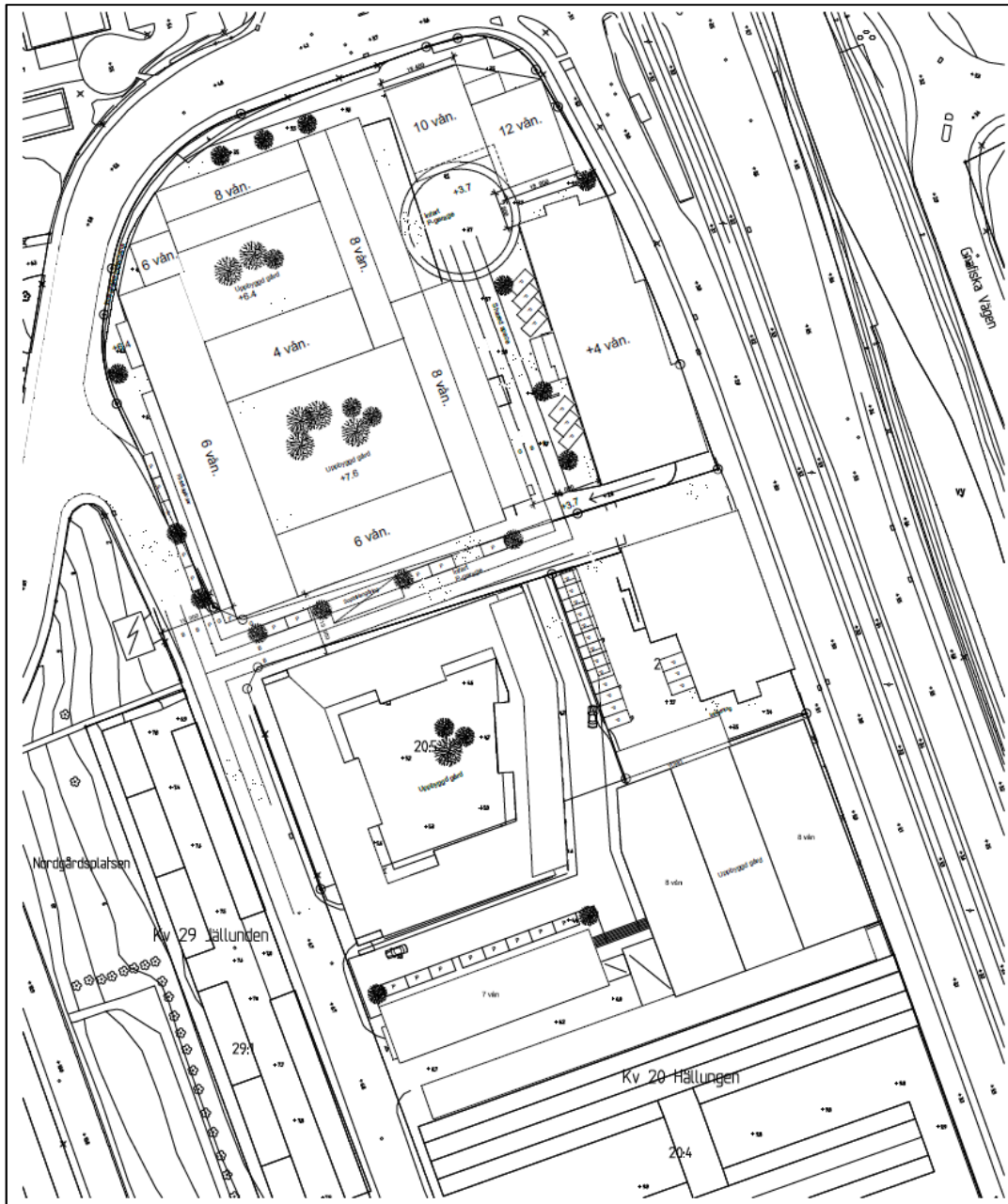
1	UPPDRAG	3
2	PLANFÖRUTSÄTTNINGAR	3
3	GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR	4
3.1	TIDIGARE UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR	4
3.2	UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR	5
4	TOPOGRAFISKA FÖRHÅLLANDEN	5
5	BEFINTLIGA ANLÄGGNINGAR	5
6	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	6
6.1	JORDDJUP OCH JORDLAGERFÖLJD	6
6.2	JORDENS EGENSKAPER	7
7	HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	8
8	MARKRADON	8
9	SÄTTNINGAR	8
10	SLÄNTSTABILITET	9
10.1	TIDIGARE STABILITETSUTREDNINGAR	9
10.2	ALLMÄNT	10
10.3	VAL AV MARKGEOMETRI	11
10.4	VAL AV MATERIALEGENSKAPER OCH LASTER	11
10.5	VAL AV SÄKERHETSFAKTORER	12
10.6	BERÄKNINGSRESULTAT	12
11	KOMMENTARER OCH REKOMMENDATIONER	13

BILAGOR

- Bilaga 1 Sammanställd skjuvhållfasthet för hela planområdet
Bilaga 2:1-2:4 Stabilitetsberäkningar, SLOPE/W

1 Uppdrag

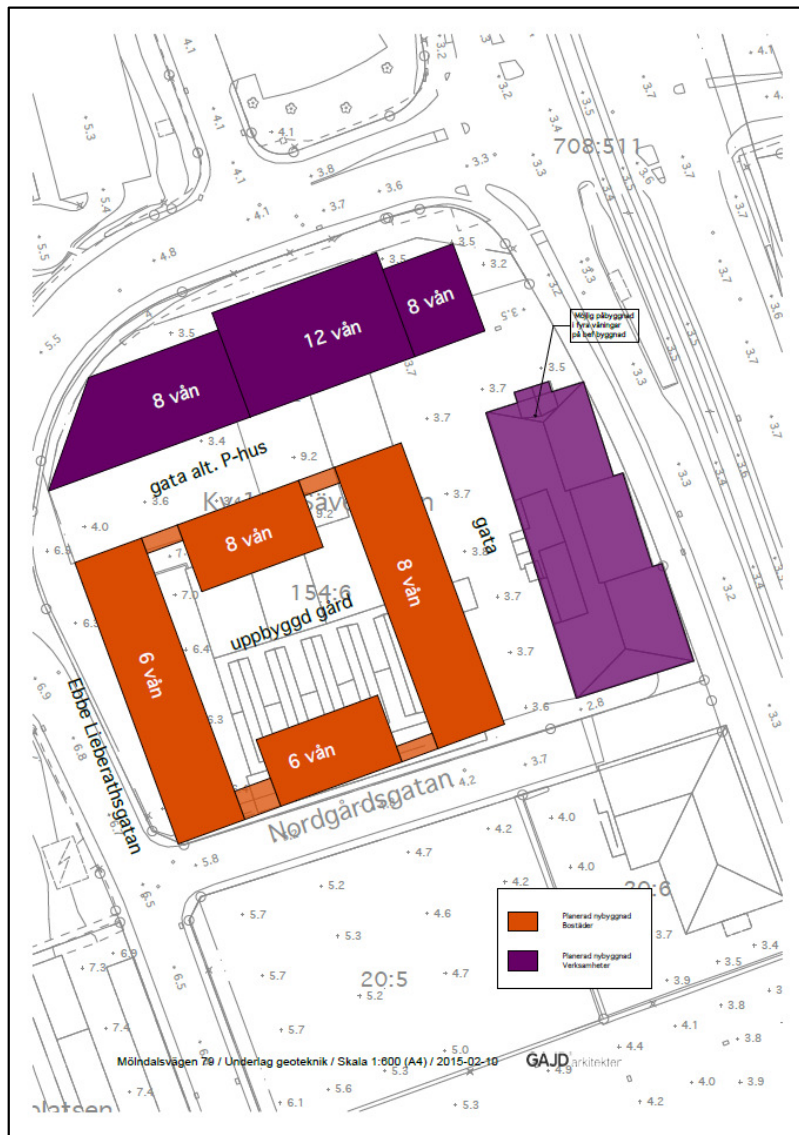
Inhouse Tech Geoteknik AB har på uppdrag av Wallenstam AB och Alecta utfört en geoteknisk utredning vid fastigheterna Krokslätt 154:6, 20:4, 20:5 & 20:6 i Göteborgs kommun. Utredningen har utförts med syftet att utreda markförhållandena för att kunna beskriva områdets geotekniska förutsättningar till ny detaljplan för området, se figur 1.



Figur 1. Situationsplan över aktuellt planområde .

2 Planförutsättningar

Syftet med planen är att utöka befintligt området för flervåningsbyggnader med olika verksamheter. Placering och utformning av tillkommande bebyggelser håller på att utredas och kommer att omfatta flertalet nya byggnader i 6 till upp emot 12 våningar, se figur 2.



Figur 2. Förslagsskiss över tillkommande bebyggelse (Krokslätt 154:6) vid Mölnälsvägen 79.

3 Geotekniska undersökningar

3.1 Tidigare utförda undersökningar

Inom planområdet har tidigare utförda undersökningar/utredningar utförts och redovisas enligt nedan:

- *Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad Delområde S211.* Utförd av Sweco Infrastructure AB, daterad 2011-09-15 och med uppdragsnummer 2305401. [1]
- *Krokslätt 154:4, kv Sävengången Göteborg. Planerad nybyggnad. PM betr. Schaktning för källare.* Utförd av Hofmanns Geotekniska AB, daterad 1990-12-12. [2]
- *Krokslätt 154:4, Nybyggnad av kontorshus. PM betr schakt- och grundläggningsarbeten.* Utförd av Göteborgs Förorter, daterad 1986-11-04. [3]
- *Utlåtande över grundförhållandena för planerad nybyggnad på tomt nr 4 i kv. Hällungen, Göteborg.* Utförd av Jacobsson & Widmark, daterad 1967-03-10. [4]

Resultat från ovanstående utredningar har beaktats och relevant information beskrivs i föreliggande PM.

3.2 Utförda undersökningar

Inhouse Tech Geoteknik AB utförde i februari 2015 geotekniska fältundersökningar i aktuellt område. Resultat från undersökningarna redovisas i *Markteknisk undersökningsrapport (MUR)*, daterad 2015-03-27.

4 Topografiska förhållanden

Planområdet ligger i Mölndalsåns dalgång, Vid Kallebäcksmotet och väster om Mölndalsån, cirka 3 kilometer söder om Göteborgs centrum. Området begränsas i norr av Fredriksdalsgatan, i söder av fastighet Krokslätt 20:4 (Kv 20 Hällungen), i väster av Ebbe Lieberathsgatan och i öst av Mölndalsvägen. Området består idag av industribyggnader, gator och hårdgjorda ytor (parkeringsytor). Marknivåer inom planområdet ligger på mellan ca +3,0 närmast Mölndalsvägen och på ca +6,0 vid korsningen Fredriksdalsgatan- Ebbe Lieberathsgatan (höjdsystem RH 2000).

5 Befintliga anläggningar

I planområdets norra del ligger idag olika affärsverksamheter i två olika byggnader, se foto 1.



Foto 1. I planområdets norra del ligger idag två byggnader Mölndalsvägen 77 (till vänster) och Mölndalsvägen 79 (till höger) i bild. Foto taget åt söder från Fredriksdalsgatan.

I planområdets södra del återfinns främst öppna ytor i form av parkeringsyta. En befintlig byggnad finns i områdets östra del, se foto 2.

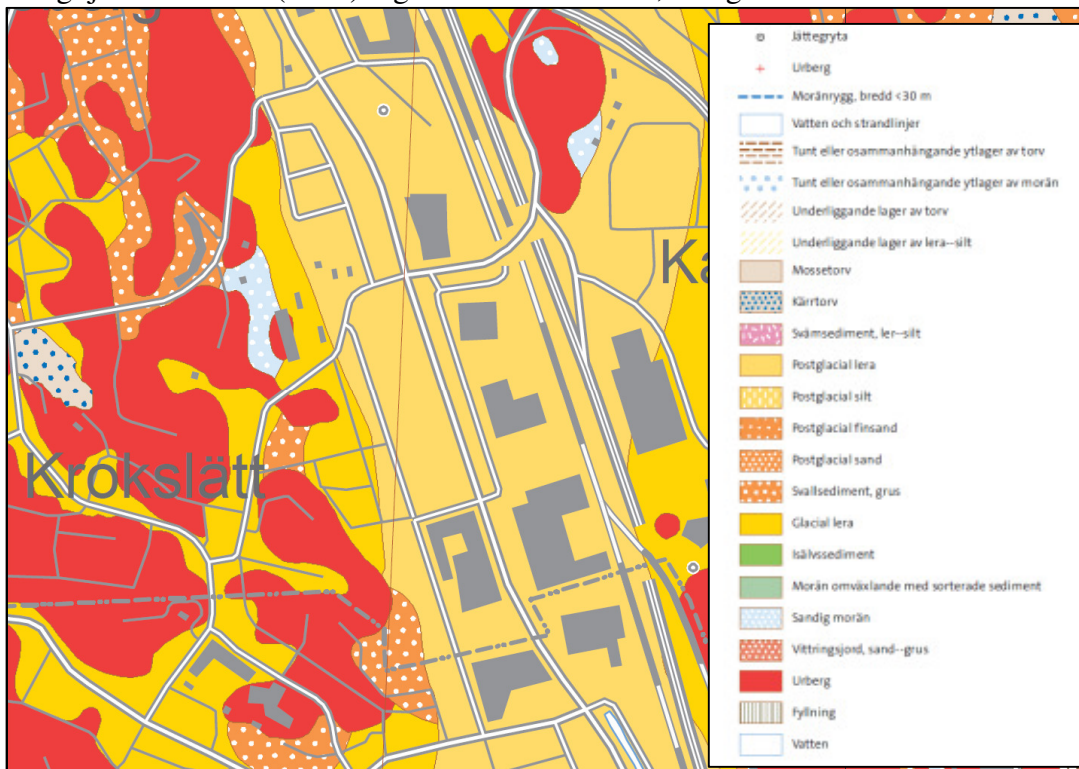


Foto 2. Planområdets södra del med öppna parkeringsytor och befintlig byggnad Mölndalsvägen 78 (till vänster). Foto taget åt sydöst.

6 Geotekniska förhållanden

6.1 Jorddjup och jordlagerföljd

Enligt jordartskartan (SGU) utgörs området av lera, se figur 3.



Figur 3. Jordartskarta från SGU över aktuellt planområde. Källa: www.sgu.se

Baserat på tidigare och i detta uppdrag utförda undersökningar beskrivs jorddjup och jordlagerföljd enligt nedan.

Planområdets norra del (Krokslätt 154:6)

Tidigare utförda undersökningar [2] visar att djup till fast botten eller berg ligger på mellan ca 12-35 m under markytan, där djup till fast botten eller berg ökar mot öster (mot Mölndalsån). Enligt nu utförda undersökningar ligger djup till berg på 39 m.

Jorden består överst av ca 1 m fyllnadsmassor bestående av makadam-, sand- och lerfyllning ovanpå en mellan ca 12-35 m lera som vilar direkt på berg eller på ett lager av friktionsjord på berg (bedömt upp till mellan ca 7-8 m friktionsjord).

Planområdets södra del (Krokslätt 20:5)

Tidigare utförda undersökningar [4] visar att djup till fast botten eller berg ligger på mellan ca 15-40 m under markytan, där djup till fast botten eller berg ökar mot öster (mot Mölndalsån). Enligt nu utförda undersökningar (punkt 2 & 3) ligger djup till berg på mellan ca 18-28 m under markytan.

Jordlagerföljden består överst av ca 1 m fyllnadsmassor bestående av grus, sand och lera följt av mellan ca 1-2 m torrskorpelera. Därunder följer en gyttjig lera som vilar direkt på berg eller på ett lager av friktionsjord på berg (bedömt 1 m friktionsjord i punkt 3).

6.2 Jordens egenskaper

Planområdets norra del (Krokslätt 154:6)

Leran i det övre skiktet (ca 5 m) är mer eller mindre gyttjig och övergår mot djupet till att vara något siltig. Vattenkvoten har uppmätts till mellan ca 60-110 % där vattenkvoten avtar mot djupet. Konflytgränsen har uppmätts till mellan ca 50-70 % med avtagande tendens mot djupet. Densiteten varierar mellan ca 1,5-1,7 t/m³ där densiteten ökar utmed djupet.

Enligt tidigare utförda undersökningar [2] har lerans odränerade skjuvhållfasthet (korrigerad m a p konflytgräns) ansatts till 15 kPa ned till 8 m djup för att därunder öka med 1,2 kPa/m utmed djupet. Med då rådande marklutning och belastningsförhållanden bedömdes säkerheten mot skred vara fullt betryggande. Dock bedömdes ingrepp i marken inom fastigheten kunna medföra instabilitet i hela släntpartiet upp mot Krokslättssjukhem i väster. Lokalt gäller därför att stabiliteten vid schaktarbeten skall beaktas.

Leran klassas som högsensitiv (kvik) utmed djupet med uppmätt sensitivitet på mellan 92-158, vilket innebär att leran är mycket känslig för mekanisk störning såsom pålning, schaktning mm.

Leran bedöms utifrån tidigare utförda ödometerförsök vara svagt överkonsoliderad där överkonsolideringen uppgår till ca 10-20 kPa.

Planområdets centrala del (Krokslätt 20:5)

Leran är en gyttjig lera med en uppmätt vattenkvot på mellan 76-109 % och konflytgräns på mellan 66-92% där vattenkvot och konflytgräns avtar utmed djupet. Densitet är i medel 1,5 t/m³ och leran är mellan- till högsensitiv utmed djupet med uppmätt sensitivitet på mellan $S_r = 13-79$ med ökad tendens mot djupet.

Enligt nu utförda undersökningar är lerans odränerade skjuvhållfasthet (korrigerad m a p konflytgräns) 12 kPa ned till 6 m djup, för att därunder öka med ca 0,9 kPa/m utmed djupet.

Leran är svagt överkonsoliderad ($OCR \approx 1,2-2,0$) där konsolideringen avtar mot djupet.

Planområdets södra del (Krokslätt 20:4)

Jorden består enligt tidigare utförda undersökningar av mellan ca 0,3-0,6 m fyllning bestående av lera, sand och matjord ovanpå en mellan 1-1,5 m torrskorpelera. Därunder följer en gyttjig lera ned till ca 5 m djup som vilar på en lera ned till som mest ca 41 m. Lerans odränerade skjuvhållfasthet (korrigerad m a p konflytgräns) är ca 15 kPa ned till ca 7-10 m djup för att därunder öka med ca 0,8 kPa/m. Leran är mellan till högsensitiv med uppmätt sensitiviteten på mellan 10-200 där sensitiviteten ökar mot djupet.

7 Hydrogeologiska förhållanden

Enligt tidigare utförda undersökningar [2] i öppna skruvhål i områdets norra del varierade grundvattenytan mellan ca 1-2 m under markytan och i installerade porttrycksmätare i lerans bottenskikt observerades den fria grundvattenytan ligga ca 1,5 m över markytan. Det konstaterades att artesiska porvattentryck tidvis råder i lerprofilens djupare delar.

I installerat grundvattenrör i områdets centrala del (undersökningspunkt 3), i friktionsjorden under leran, visar avläsning utförd i mars 2015 en trycknivå motsvarande en fri grundvattenyta som ligger i markytan (nivå +4).

8 Markradon

Enligt radonriskkarta (SGU) klassas aktuellt område som lågradonmark.

9 Sättningar

Generellt sett består hela planområdet av svagt överkonsoliderad lera utmed djupet. Enligt tidigare utförda beräkningar i planområdets norra del [2] uppstår sättningar i leran vid belastning på markytan enligt tabell 1 nedan, där sättningarnas storlek varierar utefter lastens storlek.

Tabell 1. Tidigare beräknade sättningar utefter belastning på markytan.

Lastökning (kPa)	Lerdjup (m)	Slutsättning (cm)	Sättning (cm) T (år) efter belastning			
			T=5	T=10	T=20	T=40
10	10	3	3	3	3	3
	20	6	5	6	6	6
	30	8	5	7	8	8
20	10	10	6	8	10	10
	20	19	6	8	12	15
	30	23	5	7	9	13
30	10	29	18	23	26	29
	20	45	14	20	28	36
	30	52	11	16	21	30

Av ovanstående beräkningar har lastens utbredning antagits vara stor i förhållande till lerdjupet vilket innebär att lastspridningen utmed djupet är konstant (tex vid utbredda uppfyllnader eller allmän grundvattensänkning).

10 Släntstabilitet

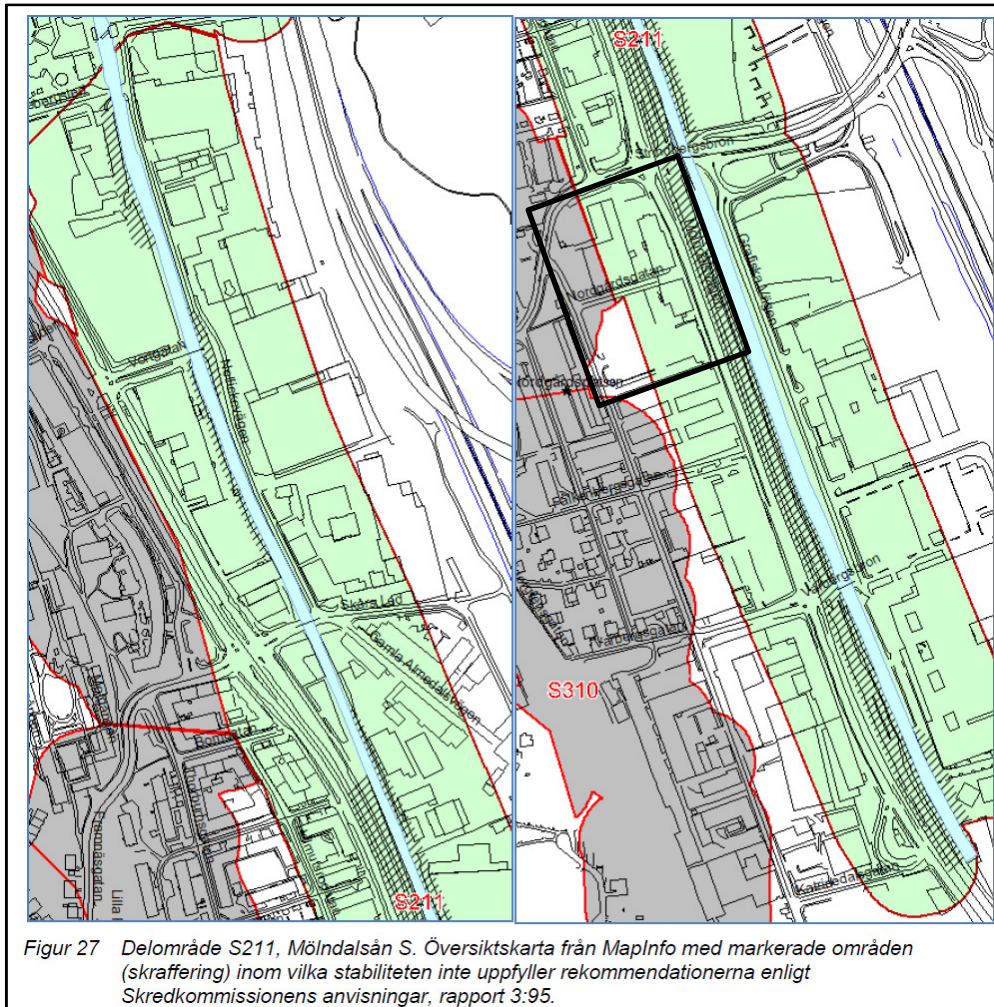
10.1 Tidigare stabilitetsutredningar

Enligt tidigare utförd utredning [2] bedömdes säkerheten mot skred vara tillfredställande med hänsyn till de då rådande lutnings- och belastningsförhållanden. Enligt beräkningar med långsträckta, sammansatta glidytor för slänt upp mot väster (Krokslätt sjukhem) uppnåddes säkerhetsfaktor av storleken minst ca 2. Däremot visade även beräkningar att sådana glidytor säkerhetsfaktor snabbt sjunker till värden under 1 vid förfarande av tilltänkta källarschakter på aktuell tomt. Detta ledde således till att förstärkningsåtgärder vid schaktning krävdes för att säkerställa markstabiliteten vid såväl lokal schakt som för hela släntparitet väster om aktuell tomt.

Det då planerade utförandet av två källarvåningar med schaktning ned till ca 6-8 m djup skulle medföra mycket stora schaktningsproblem på grund av lutande terräng och lerans högas sensitivitet (kvicklera). Detta bedömdes till och med vara svårt, om ens möjligt, att utföra med konventionella metoder såsom spontförstärkning. Troligt skulle man få ta till någon mer exklusiv metod såsom utförande av slitsmurar ned till berg runtom hela schakten eller temporärt stabilisera leran genom frysning i eventuell kombination med kalkcementpelarförstärkning. En sådan teknisk lösning skulle därför medföra stora kostnadsinstater för bara förstärkningsåtgärder att man av den anledningen behöver överväga att slopa den undre källarvåningen.

Men även med en källarvåning skulle detta innebära omfattande och kostnadskrävande förstärkningsåtgärder för schaktningen. Detta skulle innebära schaktning ned till ca 3,5-5,5 m djup varför spontförstärkning krävs runt hela schakten, där schaktsidan mot väster och dess närmaste anslutning i norr och söder skulle bli svåra att stabilisera. Ett sådant utförande medför förmodligen en kraftig bakåtförankrad spontkonstruktion som nedförs och förankras i berg, där schaktning som gjutning av bottenplatta behöver utföras i etapper.

Sweco Infrastructure AB [1] utförde år 2011 en detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad där föreliggande planområde omfattades i utredningen. I utredningen konstaterades det att för vissa delar längs Mölndalsån uppfyller inte lokalstabiliteten den då rekommenderade säkerhetsnivå. Detta har resulterat i att längs Mölndalsån har ett område närmast åkanten skrafferats där rekommendationer om att en fördjupad stabilitetsutredning utförs och eventuellt även vissa stabilitetsåtgärder, se figur 4.

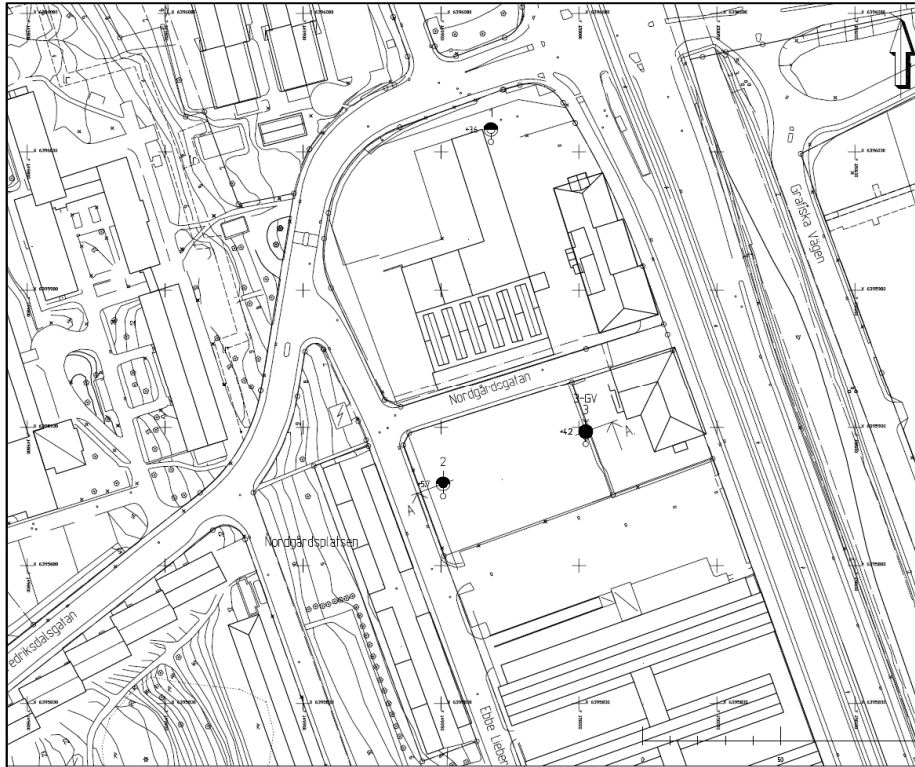


Figur 4. Utdrag ur detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad, utförd av Sweco år 2011. Aktuellt planområde är markerat med svart rektangel.

10.2 Allmänt

Med hänsyn till tidigare utförda utredningar [1][2] har stabiliteten kontrollerats inom planområdets centrala del. Baserat på i detta uppdrag utförda undersökningar har stabiliteten beräknats i sektion A, se figur 5. Sektionen i beräkningarna sträcker sig från Ebbe Lieberathsgatan i väster till Mölndalsån i öster.

Beräkningar har utförts för såväl befintliga som framtida förhållanden i såväl odränerad som kombinerad analys i datorprogrammet SLOPE/W och beräkningarna har utförts enligt IEG:s tillämpningsdokument 4:2010 med totalsäkerhetsmetod efter Skredkommissionens anvisningar för detaljerad utredning.



Figur 5. Utsnitt ur planritning G01 visande vald sektion A (punkt 2 & 3) för stabilitetsberäkning.

10.3 Val av markgeometri

Markgeometrin för beräknad sektion är dels hämtad från grundkartans nivåkurvor och avvägda undersökningspunkter samt utifrån tidigare utförda utredningar.

10.4 Val av materialegenskaper och laster

Material- och hållfasthetsegenskaper har valts utifrån utförda undersökningar, se bilaga 1. För torrskorpelera och fyllningsjord har empiriska erfarenhetsvärden för densitet och friktionsvinkel använts. Lerans dränerade skjuvhållfasthet har beskrivits utifrån en friktionsvinkel $\phi=30^\circ$ och med kohesion på $c=0,1 \cdot T_{fu}$.

Grundvattenytans nivå har antagits ligga vid markytan med ett hydrostatiskt porvattentryck. Vattennivåvariationer i Mölndalsån har inte undersökts närmare utan vattennivån i Mölndalsån har antagits motsvara lägsta lågvattennivå (LLW) på nivån +1 (motsvarande nivå +11 i tidigare utförda utredningar).

Ytlast har antagits motsvara last från befintliga eller framtida uppfyllnader med en utbredd last på 10 respektive 20 kPa (ca 0,5 respektive 1,0 m uppfyllnad à 20 kN/m³) jämnt fördelad över hela sektionen, d v s hela planområdet bredd. Antagen laststorlek har beaktats med avseende på lerans sättningssärlighet och utifrån tidigare bedömningar (se kapitel 9) gällande sättningarnas storlek vid olika lastökningar. Ingen trafiklast har medtagits för Mölndalsvägen, spårväg och gc-väg i öster (mothållande sida). Däremot har trafiklast med lasten 20 kPa jämnt fördelad över hela vägbanan (Ebbe Lieberathsgatan) medtagits i väster (pådrivande sida). Detta bedöms vara den mest kritiska situationen i stabilitetssynpunkt.

10.5 Val av säkerhetsfaktorer

Enligt Skredkommissionens riktlinjer skall en detaljerad geoteknisk utredning för befintliga bebyggelseområden och för nyexploatering uppfylla följande kriterier för säkerhetsfaktorn för släntstabilitet:

$$F_c \geq 1,7-1,5 + F_{c\phi} \geq 1,45-1,35$$

Baserat på utredningens omfattning och osäkerhet i beräkningsantaganden har följande säkerhetsfaktorer bestämts gälla för de aktuella slänterna:

$$F_c \geq 1,6 + F_{c\phi} \geq 1,40$$

10.6 Beräkningsresultat

De beräknade säkerhetsfaktorerna är enligt följande:

Befintliga förhållanden med ytlast 10 kPa, sektion A.

$$F_c = 2,17$$

$$F_{c\phi} = 2,07$$

Presenterade säkerhetsfaktorer ovan är de farligste glidytor som bedöms kunna uppstå med ytlasten 10 kPa fördelad över hela planområdet och med trafiklast på 20 kPa vid Ebbe Lieberathsgatan.

Befintliga förhållanden med ytlast 20 kPa, sektion A.

$$F_c = 1,88$$

$$F_{c\phi} = 1,83$$

Presenterade säkerhetsfaktorer ovan är de farligste glidytor som bedöms kunna uppstå med ytlasten 20 kPa fördelad över hela planområdet.

Enligt utförda beräkningar bedöms stabiliteten ner mot Mölndalsån vara tillfredställande under befintliga såväl som för framtida förhållanden med ytbelastningar på upp till 20 kPa.

Enligt beräkningar så uppkommer korta och ytliga glidytor närmast Mölndalsån som inte klarar kriterierna för tillfredställande stabilitet i kombinerad analys ($F_{c\phi} = 1,34$), se bilaga 2:2 & 2:4). Beräkningarna styrker därmed tidigare stabilitetsutredning att lokalstabiliteten närmast Mölndalsån inte uppfyller de rekommendationer som anges i Skredkommissionens anvisningar för aktuell markområde och utredningsnivå. Eftersom aktuellt planområde ligger utanför markerat område bedöms inte beräknade glidytor påverka eventuella glidytor närmast Mölndalsån, snarare tvärtom. Varför en fördjupad stabilitetsutredning enligt [1] rekommenderas utföras inom det markerade området enligt figur 4.

Utförda stabilitetsberäkningar redovisas i bilaga 2 enligt innehållsförteckning.

11 Kommentarer och rekommendationer

Planområdet bedöms ha tillfredställande totalstabilitet för befintliga förhållanden enligt utförda stabilitetsberäkningar och med hänsyn till områdets topografi (små variationer i marknivåer), jordlagerföljd (homogen lera utmed djupet och inga noterade höga porvattentryck) och befintliga ytbelastningar (parkeringsytor). Stabiliteten bedöms även vara tillfredställande för framtida förhållanden med lastsituation enligt utförda stabilitetsberäkningar (20 kPa). Dock bör säkerheten mot stabilitetsbrott för såväl lokal- som för totalstabilitet kontrolleras i detaljprojekteringen när mer information om byggnaders placering och nivåer är bestämda.

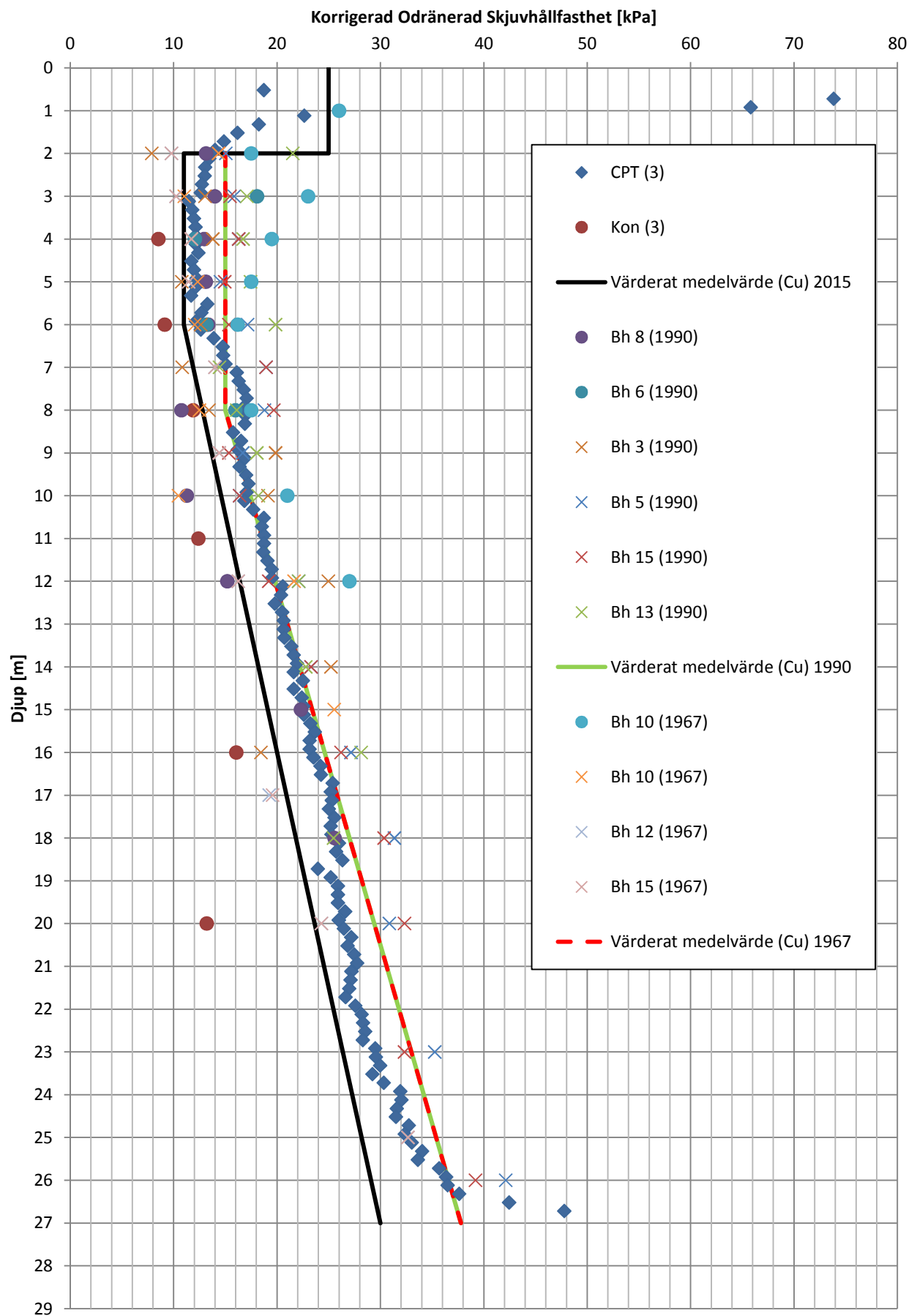
Med hänsyn till tidigare utförda utredningar och nu utförda undersökningar består planområdet generellt av svagt överkonsoliderad lera som innebär att den är sättningSkänslig vid tilläggsbelastning på markytan. Generellt bör därför marken inte belastas permanent innan kontroll av hur sättningars storlek för aktuell belastning påverkar aktuell konstruktion.

Leran i aktuellt område är mellan till högsensitiv utmed djupet och sensitiviteten har stor betydelse för bedömning av lerans hållfasthetsnedsättning vid störningseffekter på leran som t ex pålning, spontning, skredrörelser m m. Kontrollprogram rekommenderas upprättas inför schakt- och grundläggningsarbeten för att kontrollera markens beteende och rörelser i omgivningen så att markrörelser kan upptäckas och åtgärdas i tid.

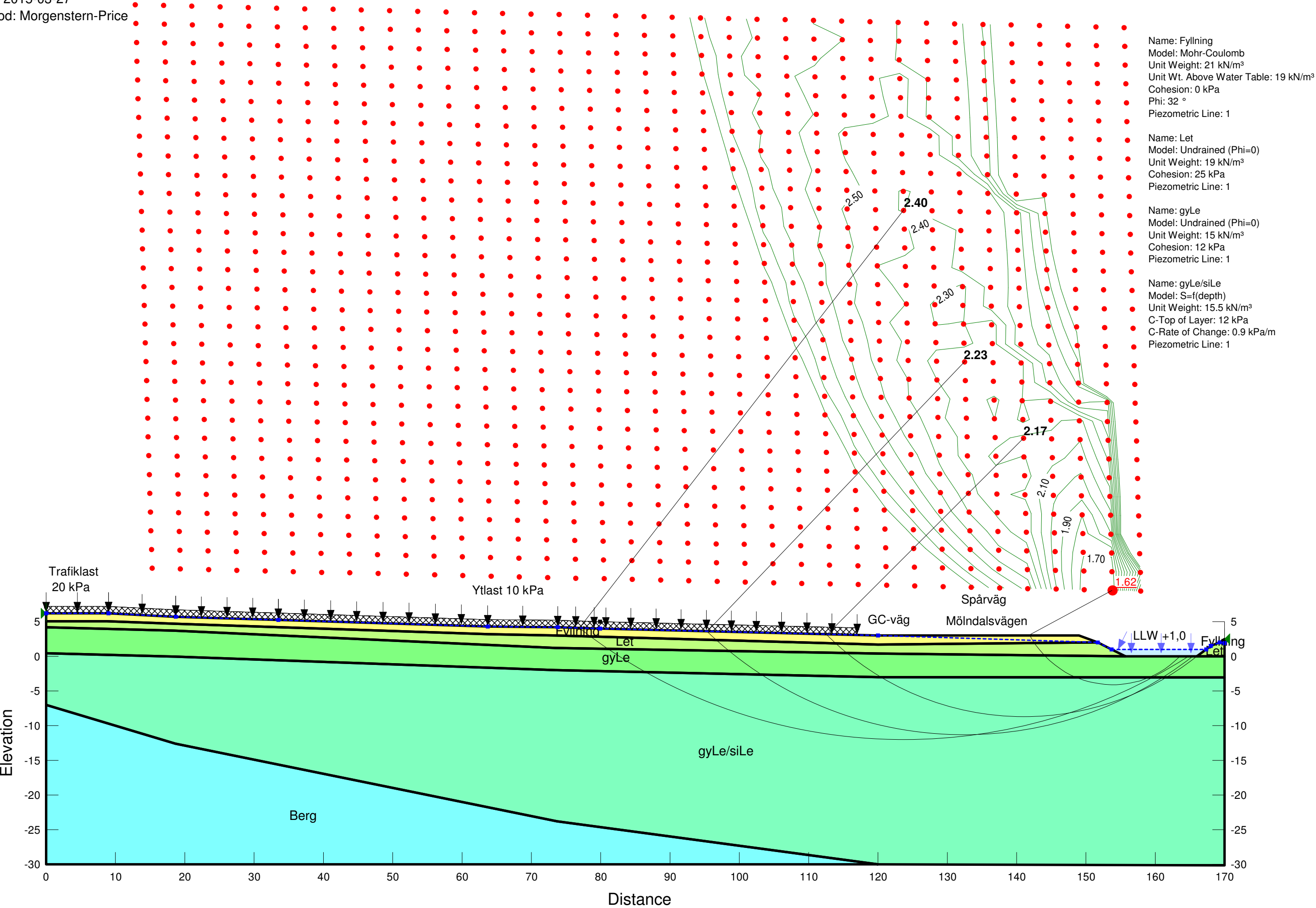
Byggnader föreslås grundläggas med stödpålar försedda med bergsko. Lerproppar ned till minst 8 m djup dras för samtliga pålar och pålning utförs i riktning från öst mot väst. Byggnader rekommenderas uppföras med högst en källarvåning (se kap 10.1) och ska då utföras som vattentät konstruktion samt dimensioneras för ett vattentryck motsvarande nivå +2,5 (RH 2000). Vid schaktarbeten för källare (ca 3,5-5 m djup) kommer förstärkningsåtgärder erfordras i form av tex spontning kring schakten, framförallt schaktslänt mot väster och dess närmaste anslutning i norr där marknivån är högre. Vidare får inte dränering av byggnadsgrunden medföra någon avsänkning av grundvattennivå.

Schakt ned till 2-3 m under ursprunglig marknivå bedöms generellt kunna utföras utan förstärkningsåtgärder under förutsättning att utrymme finns för slänt och att marken bakom släntkrön hålls obelastat. Schakter skall dock dimensioneras och utföras så att de har en minst 1,5-faldig säkerhet (motsvarande 1-faldig säkerhet enligt Eurokod) mot brott i odränerad analys. Vid schaktning under grundvattenytan får grundvattensänkning endast ske lokalt med länshållning direkt i schaktgrop.

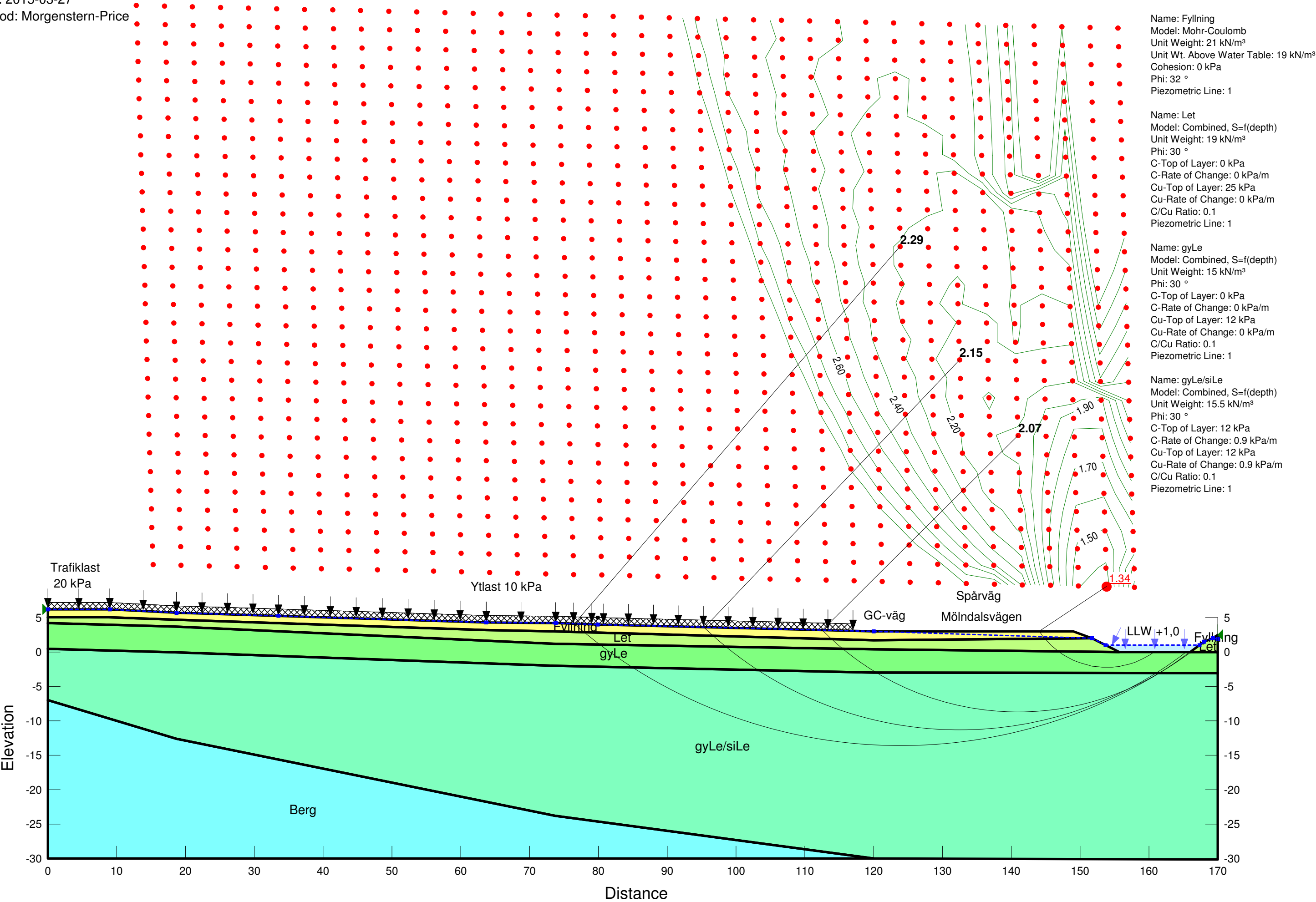
För att minimera sättningar kring och utanför byggnader kan jordförstärkning i form av t.ex. kalkcementpelare installeras i leran. Jordförstärkning med kalkcementpelare medför högre hållfasthet och deformationsmodul i leran, vilket reducerar sättningar och förbättrar stabiliteten (ex vid ledningsschakter). Uppfyllning med lättare material, t.ex. lättklinker, är också lämpligt. Liksom övergångskonstruktioner såsom länkplattor etc. bör beaktas vid fortsatt projektering. Grundläggning av ledningar mellan byggnad och omgivande mark ska utformas så att sättningsskillnader kan upptas.



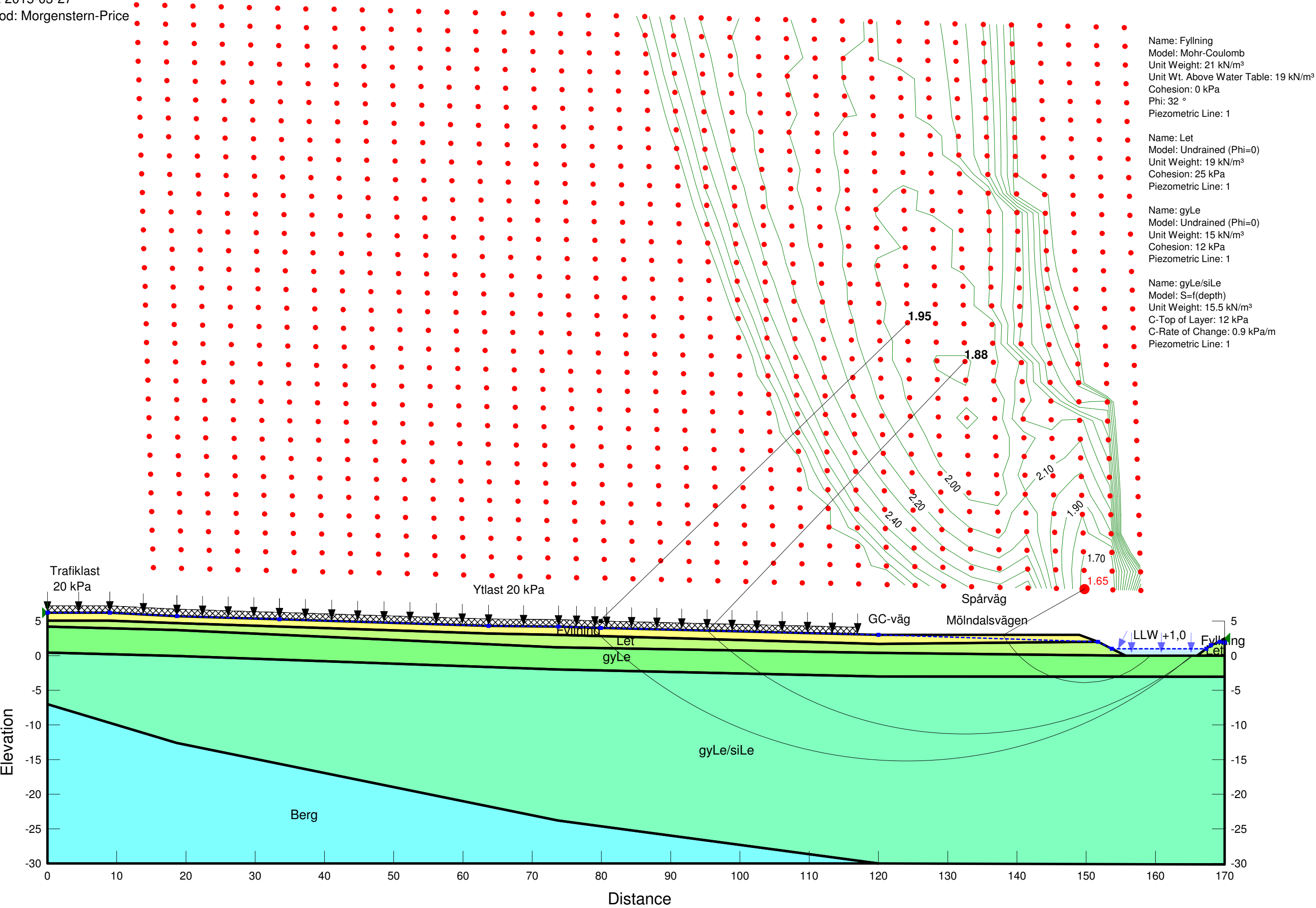
File Name: Sektion A_befintlig_odr.gsz
Directory: G:\01 UPPDRAG IHT GEOTEKNIK\Uppdrag\2015 Projekt\15.007 Mölndalsvägen 79 Wallenstam Alecta\Uppdrag Geo\Beräkningar\
Date: 2015-03-27
Method: Morgenstern-Price



File Name: Sektion A_befintlig_komb.gsz
Directory: G:\01 UPPDRAG IHT GEOTEKNIK\Uppdrag\2015 Projekt\15.007 Mölndalsvägen 79 Wallenstam Alecta\Uppdrag Geo\Beräkningar\
Date: 2015-03-27
Method: Morgenstern-Price



File Name: Sektion A_befintlig_odr.gsz
Directory: G:\01 UPPDRAG IHT GEOTEKNIK\Uppdrag\2015 Projekt\15.007 Mölndalsvägen 79 Wallenstam Alecta\Uppdrag Geo\Beräkningar\
Date: 2015-03-27
Method: Morgenstern-Price



File Name: Sektion A_befintlig_komb.gsz

Directory: G:\01 UPPDRAG IHT GEOTEKNIK\Uppdrag\2015 Projekt\15.007 Mölndalsvägen 79 Wallenstam Alecta\Uppdrag Geo\Beräkningar\

Date: 2015-03-27

Method: Morgenstern-Price

