

PM/ GEOTEKNIK OCH MILJÖTEKNIK

Uppdrags nr: 115-232

Datum: 2015-11-06

DETALJPLAN FÖR NYA BOSTÄDER
LÅNGSTRÖMSGATAN, GÖTEBORGS STAD

Rev: 2015-11-25

Datum: A



TELLSTEDT I GÖTEBORG AB Avd geoteknik och mätteknik

Handläggare, geoteknik: Thomas Borg

Tel 031- 723 73 28

thomas.borg@tellstedt.se

Handläggare, miljö: Cecilia Ahl

Tel.031-723 73 23

cecilia.ahl@tellstedt.se

Granskare: Thomas Östergren

Tel 031- 723 73 21

thomas.ostergren@tellstedt.se



TELLSTEDT I GÖTEBORG AB
Varbergsgatan 12A, 412 65 Göteborg
Tel 031-723 73 00 Fax 031-335 81 09

www.tellstedt.se

Org nr 55 64 54-0861

1 (20)

Innehåll

SAMMANFATTNING GEOTEKNIK	3
1 OBJEKT	4
2 ÄNDAMÅL	4
3 UNDERLAG FÖR PM	4
4 BESKRIVNING AV GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	5
4.1 Topografi och ytbeskaffenhet	5
4.2 Befintliga konstruktioner	5
4.2 Geotekniska förhållanden	6
4.3 Densitet, vattenkvot och konflytgräns	7
4.4 Hållfasthetsegenskaper	8
4.5 Sättningssegenskaper	8
4.6 Geohydrologi	9
5 GEOTEKNISKA PROBLEM OCH REKOMMENDATIONER	10
5.1 Planerad byggnation	10
5.2 Stabilitet	10
5.3 Sättningsanalys	11
5.4 Grundläggningsförslag	11
5.5 Schaktning	12
5.6 Radon	12
6 KOMPLETTERINGAR	12
7 SLUTSATS	12
8 MILJÖTEKNISK UNDERSÖKNING	12
8.1 Miljöprovtagning, jord	12
8.2 Miljöprovtagning, asfalt	13
9.1 Resultat av miljöprovtagning, jord	13
9.1.1 Analysresultat, jord (organiska analyser)	14
9.1.2 Analysresultat, jord (tungmetaller)	15
9.1.3 Sammanställning, markmiljöprovtagning	17
9.2 Resultat av miljöprovtagning, asfalt	18
10 SLUTSATS, MARKMILJÖPROVTAGNING OCH ASFALTS-PROVTAGNING	19
9 BILAGOR	20

SAMMANFATTNING GEOTEKNIK

De geotekniska förhållandena utgörs av en lerfylld dalgång. Leran har på djupen skikt, sannolikt bestående av sand eller silt och överlagras av fyllnadsmaterial. Leran är som djupast i mitten av dalen och har mindre mäktighet på de områden som avses bebyggas. I den norra delen fanns tidigare ett mäktigt dy/torvlager som delvis finns kvar. En spillvattentunnel har orsakat en omfattande grundvattenavsänkning som medfört sättningar. Sättningar har också bildats på grund av uppfyllnad på torvlagret. Enligt sättningsmätningar har sättningarna nu avstannat och portrycksnivåerna har stabiliserats eller ökat något.

Fast botten har påträffats mellan 0 och 20 meter inom området. Skjuvhållfastheten varierar mellan 15 kPa och 20 kPa ned till ca +28, för att sedan öka till mellan 25 kPa och 30 kPa på nivån +24. Leran är också normal- till lätt överkonsoliderad.

Stabiliteten har kontrollerats i den norra delen av området. För befintliga förhållanden är stabiliteten tillfredställande. För framtida förhållanden är stabiliteten tillfredställande med en last om 35 kPa placerad på den pådrivande sidan.

Radonmätning har utförts på berg och i jord. Från radonmätningen klassificeras området som normalriskområde och byggnader skall därmed uppföras som radonskyddade.

På grund av att sättningskänslig lera finns inom området rekommenderas att byggnader grundläggs med stödpålar. Inom områden med mindre jorddjup kan eventuellt byggnader grundläggas på berg beroende på bergets nivå och planerad grundläggningsnivå.

SAMMANFATTNING MILJÖ

Området skall klassas enligt känslig markanvändning (**KM**), då markområdet planeras förtätas med ytterligare bostäder.

Inom fastigheten finns föroreningar som överstiger **KM**.

Förhöjda värden av PAH:er med hög molekylvikt (tidigare benämnda cancerogena PAH:er), vilka bedöms som "*allvarligt*" förorenade påträffas i punkt 9, 14 och 19. I punkt 19, hittas även föroreningar av PAH:er med medelhög molekylvikt men klassas här som "*måttligt allvarligt*" förorenad. Övriga föroreningar av koppar och zink i punkt 9 och bly samt alifat >C16-C35 i punkt 19, klassas som "*mindre allvarligt*" till "*måttligt allvarligt*" förorenat. Halten av föroreningarna som överstiger **KM**, tenderar att öka med ökat djup.

Analyserna av asfaltsproverna i punkt 6, 19 och 24-26, visar att i de provtagna punkterna inte förekommer någon tjärasfalt.

1 OBJEKT

På uppdrag av Fastighets AB Balder har Tellstedt i Göteborg AB utfört en geoteknisk utredning för rubricerat objekt. Detta PM/Geoteknik redovisar de geotekniska förhållandena på området och skall ge generella rekommendationer för området.

2 ÄNDAMÅL

PM/Geoteknik syftar till att utgöra underlag för detaljplan och planeringsunderlag för den fortsatta planläggningen av området.

3 UNDERLAG FÖR PM

- *"Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik, detaljplan för nya bostäder, Långströmsgatan, Göteborgs stad, Tellstedt i Göteborg AB, uppdragsnummer 115-232, 2015-11-06, revidering, A, 2015-11-25.*
- Samlingskarta erhållen från beställaren
- Ritningar på förslag till nybyggnad av bostäder.
- Geoteknisk undersökning och utlåtande utfört av Brodefors och Mattson, *Utlåtande över grundförhållandena för planerad bostadsområde, Svartedalen, Göteborg",* daterat 1965-04-05. Ritningarna är daterade 1965-03-31 med uppdragsnummer 26-07.
- Geoteknisk utredning utförd av Skanska Teknik, *Långströmsgatan 2 till 52 (Jämna nummer) Göteborg, Kompletterade geoteknisk utredning",* daterad 2003-04-30, uppdragsnummer 516-1869530.
- Geoteknisk undersökning utförd av WSP, *"Fastighets AB Balder, Biskopsgården 7:2 (Långströmsgatan 20), Göteborgs kommun, Ombyggnad flerbostadshus, Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik",* daterad 2015-02-27, uppdragsnummer 10205371
- Geoteknisk undersökning utförd av WSP, *"Fastighets AB Balder, Biskopsgården 7:1 m fl., Göteborgs kommun, Teknisk PM Geoteknik, Uppföljning av Sättningsförhållanden",* daterad 2015-03-06, uppdragsnummer 10205371

- PM upprättat av Göteborgs stads gatukontor, "PM ang. utläggning av Gatan a, resp. ledningar vid Svartedalsmossen i Biskopsgården", daterat 1965-08-09.
- Geoteknisk undersökning utförd av Ramböll, "Långströmsparken, geoteknisk och bergteknisk utredning, PM geoteknik och bergteknik", daterat 2011-10-24, reviderad 2012-01-13 och 2013-02-19

4 BESKRIVNING AV GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

4.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Det nu undersökta området är beläget längsmed Långströmsgatan i Svartedalen inom stadsdelen Biskopsgården i Göteborg. Långströmsgatan och flerbostadshusen löper i nord-sydlig riktning i dalgången. På östra sidan om Långströmsgatan, samt väster och söder om flerbostadshusen går berget i dagen. Mellan bostadsområdet och berget i väster finns grönytor och mindre skogsområden. Berget når upp till en nivå om ca +65 till + 80 i öster, +44 i söder och ca +65 i väster.

Markområdena består av asfalterade ytor såsom parkeringsplatser, gårdar och vägar och grönytor mellan husen. Nivån för områdena ligger på mellan ca +32,5 och +35. De högsta nivåerna inom undersökt område finns åt öster där berget går i dagen.

4.2 Befintliga konstruktioner

Befintliga bostadshus är byggda på den senare delen av 1960-talet och grundlagda med stödpålar av betong. Mellan husen och även i Långströmsgatan finns ledningar för vatten, avlopp, el, tele, fjärrvärme m m.

En spillvattentunnel är belägen väster om nu undersökt område. Tunneln sprängdes ut 1969 och leder spillvatten mot Ryaverket. Tunneln har orsakat omfattande grundvattenavsänkning, vilket medfört sättningar i lerområden runt tunneln.

Planer finns på byggnation av bostäder sydväst om nu undersökt område i Långströmsparken. Detaljplanen är antagen.



Bild 1. Ungefärligt läge för undersökningsområdet. (www.google.se)

4.2 Geotekniska förhållanden

Jordprofilen utgörs generellt av fyllnadsmaterial på lera som underlagras av lera med silt och friktionsskikt på friktionsmaterial på berg.

Fyllnadsmaterial påträffas under ett ytlager av asfalt eller gräsvegetation. Fyllnadsmaterialet utgörs av finsand, sand, lera, grus, mulljord och tegel- och kalkrester. Fyllnadsmaterialet har ca 1 till 1,5 meters mäktighet.

Sand påträffas i punkterna 17, 23, 25 och 26. I punkt 17 är sanden lerig siltig finsandig från ytan ner till ca 1,7 meter. I övriga punkter är sanden siltig eller grusig. Sanden kan vara ett fyllnadsmaterial då det återfinns under fyllnadsmaterialet.

Lera återfinns under fyllnadsmaterialet och sanden. Torrskorpelera finns ned till mellan ca 2 till 3 meter. I en punkt 14B finns ett finsandigt lerigt siltlager. Torrskorpeleran är siltig och rostflammig med ställvisa inslag av

skal. Leran är siltig från djupet 6 meter och ner till 4 meter under markytan. På 3 och 4 meter i punkt 14B är leran svagt gyttig med skalfragment, finsandsskikt alternativt finsandskörklar och växtdelar. Mot djupet får leran skikt av finsand. Vassrester, skal och sulfidflammar återfinns på 5 meters djup i leran i punkt 14 B. Enligt sonderingarna finns rikligt med skikt i den nedre delen av lerprofilen. Skikten består sannolikt av silt och sand.

Högförmultnad torv påträffas i en punkt, punkt 23, i den norra delen av undersökningsområdet. Torven har här en mäktighet på ca en meter från 2,3 meters djup under markytan. Torv har även återfunnits i WSPs punkt 15W2 i ett 0,3 meter mäktigt skikt från 1,3 meters djup. I den norra delen av nu undersökt område fanns enligt utredningen utförd av Brodefors och Mattson, 1965, ett upp till 3,5 meter mäktigt torv- och dyskikt. Under torven i punkt 23 påträffas lerig siltgyttja

Fast botten påträffas mellan 0 och ca 20 meters djup inom nu undersökt område.

Lerans mäktighet varierar mellan mycket ringa mäktighet, mindre än 1 meter, och ca 20 meter. I den sydöstra delen av undersökningsområdet har leran ringa mäktighet och i den centrala delen är mäktigheten som störst, 20 meter i punkt 14, 13 meter i punkt 2 och 11 meter i punkt 17. I den sydöstra delen, punkt 5 och 6, kan de ringa jorddjupen utgöras av friktionsmaterial. I WSPs punkter som ligger i mittendelen av dalgången har ett djup på mellan drygt 17 och 14 meter erhållits.

Friktionsmaterialets mäktighet under leran har inte undersökts i denna utredning.

4.3 Densitet, vattenkvot och konflytgräns

Densitet, vattenkvot, konflytgräns, sensitivitet och skjuvhållfasthet har uppmätts på kolvprover i punkt 14B. Samma egenskaper har mätts upp av WSP i punkt 15W1 och 15W2.

I provtagningspunkt 14B har densiteten uppmätts till mellan 1,59 ton/m³ på 5 meters djup och på 1,96 ton/m³ på 8 meters djup. Vattenkvoten är 76% på 5 meters djup och minskar till 33% på 8 meters djup. Konflytgränsen varierar mellan 65% på 5 meters djup och 32% på 8 meters djup.

Vattenkvoten har också uppmätts i skruvprovtagningspunkterna. Här varierar vattenkvoten mellan 22% och 68% i leran, där det lägsta värdet finns i finsandig torrskorpelera och det högsta i slitig lera. Ett skruvprov har tagits på högförmultnad torv och vattenkvoten 256% har erhållits. På grund av den höga vattenkvoten är torvlagret mycket sättning känsligt vid belastning.

4.4 Hållfasthetsegenskaper

Fallkonförsök, vingsondering och CPT-sondering har utförts. Korrektion har skett mot konflytgräns i närmaste kolvprovtagning. Skjuvhållfastheten (korrigerad) varierar mellan 15 kPa och 20 kPa ned till ca +28, för att sedan öka till mellan 25 kPa och 30 kPa på nivån +24.

Skjuvhållfastheten visar på högre värden i den övre delen, vilket kan bero på inverkan av torrskopan och varierar även nere i lerprofilen vilket kan bero på att leran är skiktad mot djupet.

Sammanställd skjuvhållfasthet redovisas i bilaga 1.

Sensitiviteten varierar mellan 15 och 27 i provtagningspunkt 14B. I WSPs punkter har sensitiviteten uppmätts till mellan 14 och 65 i punkt 15W1 och till mellan 17 och 56 i punkt 15W2. Det högsta värdet är uppmätt på den nedersta provtagningsnivån, 9 respektive 10 meter, och här är leran siltig med finsandsskikt.

Då området är stort till ytan kan skjuvhållfasthetsutvärdering för olika delområden bli aktuell i senare projekteringsskeden.

4.5 Sättningsegenskaper

CRS-försök har utförts på två nivåer, 5 och 7 meters djup i punkt 14B. Från CRS-försöken erhålls ett förskonsolideringstryck på 66 kPa respektive 110 kPa och en kompressionsmodul på 682 kPa och 1895 kPa. WSP har också utfört CRS-försök på 3 nivåer i både punkt 15W1 och 14W2.

Omfattande sättningar har uppkommit i området särskilt i den norra delen. Anledningen till att dessa sättningar uppstått är sannolikt en kombination av den omfattade grundvattenavsänkningen som uppkommit vid byggnationen av spillvattentunneln och att uppfyllning utförts på de organiska jordarterna i den norra delen av området. Förmultning i torven, hårdgörning av tidigare grönytor och dränering på grund av ledningssystemet bidrar sannolikt också till de omfattande sättningarna.

Sättningsmätningar har utförts på markpegel av Skanska 2003 och 2003 och WSP 2015. Mätningarna visar på att sättningen mellan november 2002 och april 2003 var mellan -4 och 4 mm. Vissa peglar har utsatts för en hävning med 4 mm som enligt Skanska kan bero på tjälrörelser. Mätningarna utförda av WSP ger att mellan april 2003 och januari 2015 har de markpegel som kunnat återfinnas erhållit en sättning på mellan -4 och 33 mm.

4.6 Geohydrologi

Två grundvattenrör har installerats i punkt GW 11A och GW 19A. Grundvattenrören har mätts två gånger 2015-10-12 och 2015-10-19. Grundvattenytan har också mätts i skruvprovtagningshålen

Grundvattenrör GW19A var torrt vid båda mättillfällena, medan GW11A var torrt vid mättillfället 2015-10-19. GW11A hade en grundvatten nivå på +33,5 vid mättillfället 2015-10-12.

WSP installerade portrycksmätare i punkt 15W1 och punkt 15W2 som ligger inom området med flerbostadshus under januari 2015. WSP gjorde en avläsning 2015-01-26. Mätningar har utförts av oss två gånger vid ovan angivna datum.

Skanska installerade 2002 två portrycksstationer med tre portrycksmätare vardera inom området med flerbostadshus.

Både WSPs och Skanskas portrycksmätare visar på att portrycket minskar i lerprofilen, vilket innebär att grundvattnet strömmar sakta nedåt i leran.

Två grundvattenrör, GW 1759 och GW 1758, finns inom undersökningsområdet och ingår i Göteborgs stads grundvattenmättningsprogram. GW 1759 är beläget i den södra delen av området och GW 1758 i den norra delen. Grundvattenrören är satta 1986 respektive 1985 och har avlästs kontinuerligt sedan dess. Grundvattenrör GW 1759 har sannolikt flödat under långa mätperioder varför den högsta nivån för grundvattentrycket här är okänd. Grundvattenytan har också i detta rör stigit från 1986 till ca 1995. Grundvattenytan har i GW 1758 varit relativt stabil. De högsta säsongsnivåerna är dock lägre under senare år. Grundvattenytan fluktuerar med ca 3,9 meter i GW 1759 och GW1758 under 1989. Avläsningsserien för rören redovisas i bilaga 4.

En jämförelse mellan portrycksmätningar utförda av Tellstedt, WSP och Skanska ger att portrycken är högre i leran år 2015 än vad det var vid Skanskas mättillfällen 2002 och 2003. Tellstedts mätningar visar på något lägre värden än vad WSP mätte upp i början på 2015, portrycken är fortfarande högre än de som mättes upp 2002 och 2003. Trycksskillnaden är också större i portrycksmätarna i den södra delen än i den norra både för Skanskas mätningar och de utförda under 2015.

Grundvatten och portrycksnivåer fluktuerar med nederbörden och årstiderna. Vid mättillfällena i oktober 2015 pågick en nederbördsfattig period vilket kan förklara de lägre uppmätta värdena i grundvattenrören.

5 GEOTEKNISKA PROBLEM OCH REKOMMENDATIONER

5.1 Planerad byggnation

På detaljplaneområdet kommer förtätning ske med bostadshus. Framförallt kommer parkeringsytor och grönytor att bebyggas.

5.2 Stabilitet

Stabiliteten har kontrollerats i en sektion, S-S i den norra delen av detaljplaneområdet. Beräkning har utförts med GeoStudio SLOPE/W version 8.14.1.10087 med Morgenstern-Price lamellmetod och cirkulär-cylindriska glidytor.

I själva sektionen som beräknats finns endast en undersökningspunkt, ett grundvattenrör, varför jordlagerföljd baseras på närliggande sonderingar och provtagningar. Osäkerhet föreligger om mäktighet och egenskaper på fyllnadsmaterial, vägöverbryggnader och organiskjord.

Trafiklast om 10 kPa har ansatts då de finns på den aktiva sidan (pådrivande sidan) i glidytorna. Grundvattentrycket baseras på det högsta uppmätta grundvattentrycket i GW1758 för mittendelen av sektionen. Grundvattennivån antas sedan öka på sidorna.

Använda parametrar, såsom tunghet, skjuvhållfasthet, friktionsvinkel och kohesionsintercept för stabilitetsberäkningarna, redovisas på respektive stabilitetsberäkning i bilaga 5. Torvens skjuvhållfasthet har uppskattats baserat på vattenkvot och dokumentet SGI information 6.

Den rekommenderade säkerhetsfaktorn som skall uppfyllas baseras på ogynnsamma och gynnsamma omständigheter och utredningens detaljeringsnivå. I denna utredning är de ogynnsamma omständigheterna att det finns material med låg skjuvhållfasthet såsom torv, gytta och dy och att bara en undersökningspunkt finns i sektionen. Gynnsamma effekter är att marken har liten lutning och att grundvattenytan ligger relativt lågt. För denna detaljerade utredning skall säkerhetsfaktorn vara 1,6 i odränerad analys och 1,5 i kombinerad analys enligt IEG Rapport 4:2010 *"Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar"*.

Beräknade säkerhetsfaktorer ligger på 3,34 i odränerad analys och 4,86 i kombinerad. I det kombinerade fallet har inte trafiklasten beaktats. Med en last på 35 kPa har säkerhetsfaktorn 1,7 erhållits i både odränerad och kombinerad analys.

Stabilitetsberäkningarna visar att stabiliteten är tillfredställande för befintligt tillstånd och att marken inte skall belastas med mer än 35 kPa, med hänsyn till stabiliteten. En belastning på 35 kPa, vilket motsvarar en

uppfyllnad på ca 1,75 meter med tungt material skulle ge betydande sättningar inom området med torv.

5.3 Sättningsanalys

Lerans sättningsegenskaper har i denna utredning undersökts i punkt 14B. Tidigare har WSP kontrollerat lerans sättningsegenskaper i punkt 15W1 och 15W2.

Med portryck enligt uppmätta värden för portrycksmätare i punkt 15W1 fås att leran i punkt 14B har en överkonsolideringsgrad på 1,14 på 5 meters djup och 1,5 på 7 meters djup. Leran är därmed normal- till lätt överkonsoliderad utan hänsyn tagen till krypning. Med hänsyn till krypning reduceras förkonsolideringstrycken med 20%.

Sättningsmätningarna indikerar att sättningshastigheten har avtagit mellan perioden 2003 till 2015 jämfört med perioden 2002 till 2003.

Då det finns ett torvlager kvar i den norra delen av undersökningsområdet, kommer stora sättningar att uppstå om detta lager belastas med ytterligare belastning såsom byggnader, grundvattensänkning eller uppfyllnader. Sättning kan även fortfarande pågå i detta lager på grund av förmultning, tidigare uppfyllnader och tidigare grundvattenavsänkning.

5.4 Grundläggningsförslag

Innan grundläggningsarbeten påbörjas skall otjänligt fyllnadsmaterial, mulljord och annat sämre material, vilket är otjänligt för grundläggningen, först schaktas bort.

Då lera förekommer inom större delen av det undersökta området, rekommenderas att husen grundläggs på stödpålar slagna till berg eller plintar vid mindre jorddjup. Om hus uppförs med källare inom området med mindre jorddjup, kan grundläggning eventuellt ske på berg beroende på grundläggningsnivå och bergnivå. I den sydöstra delen av undersökningsområdet kan hus grundläggas på berg eller på plintar beroende på husens planerade läge och grundläggningsnivå.

Ytterligare grundvattenavsänkningar skall undvikas då omfattande sättningar redan bildats och leran är normal till lätt överkonsoliderad

Fyllnadsmaterialet skall vara radonkontrollerat och vara av god teknisk kvalité då byggnation av bostäder planeras.

5.5 Schaktning

Leran är inom området siltig och innehåller sandskikt vilket innebär att den kan bli flyt- och erosionsbenägen och mer skredbenägen. Slänter kan få sämre stabilitet om sandskikten är vattenförande.

5.6 Radon

Radonmätning har utförts i 7 punkter med Markus 10 fördelat över området. Mätresultaten varierade mellan 7 kBq/m³ och 46 kBq/m³. Under 10 kBq/m³ klassas området som lågriskmark, 10 till 50 kBq/m³ som normalriskområde och över 50 kBq/m³ som högriskområde. Baserat på de uppmätta resultaten klassas området som låg- till normalriskområde. Byggnader skall därmed uppföras radonskyddade.

6 KOMPLETTERINGAR

För att ta fram ett projekteringsunderlag rekommenderas jordbergssonderingar för bedömning av pållängder i lägena för blivande hus där lera förekommer. Fler sonderingar och provtagningar för varje hus rekommenderas också, när de slutgiltiga lägena är bestämda. Ytterligare grundvattenavläsningar i de nysatta grundvattenrören rekommenderas, liksom ytterligare skruvprovtagning i den norra delen, för att kartera den kvarvarande torvens utbredning och mäktighet under fyllnadsmaterialet.

7 SLUTSATS

Med hänsyn till släntstabilitet är området säkert att bebygga. Området klassas som normalriskområde med hänsyn till radon- och gamastrålning. Grundläggning rekommenderas att utföras med pålar eller plintar. Torvlagret som finns i den norra delen skall beaktas vid grundläggning och schaktning. För rekommendationer angående berg se bergteknisk rapport bilagd till detta PM.

8 MILJÖTEKNISK UNDERSÖKNING

8.1 Miljöprovtagning, jord

Proverna som tagits upp är så kallade blandprover från varje ca 0,5 meters djup, ned tills det att naturligt förekommande lera (utan lukt) har påträffats.

Prover som sänts till analys har valts med avseende på eventuella föroreningars spridning i jordmassan, samt för att få en översikt angående de vanligast förekommande föroreningarna som skulle kunna påträffas.

Upptagning av miljöprover har utförts i punkt 2, 9, 14, 19 och 23 meters djup.

Samtliga prover har analyserats av ALS Scandinavia AB, vilka är ackrediterat laboratorium, se bilaga 12, (Markteknisk undersökningsrapport, MUR).

8.2 Miljöprovtagning, asfalt

Asfaltsprover har tagits upp i punkt, 6, 19 och 24-26. Dessa har valts för att få en bra spridning på prover över en relativt stor yta. Provtagning av asfalten har skett, då man tror att tjärasfalt kan förekomma inom området.

Samtliga asfaltsprover har analyserats av ALS Scandinavia AB, vilka är ackrediterat laboratorium, se bilaga 13, (Markteknisk undersökningsrapport, MUR).

9 UTFÖRDA ANALYSER, JORD- OCH ASFALTSPROVER

Analysen på samtliga jordprover utfördes med avseende på:

Alifatiska kolväten: >C8-C10, >C10-C12, >C12-C16, >C16-C35

Aromatiska kolväten: >C8-C10, >C10-C16

PAH:er (Polycykliska aromatiska kolväten): Låg molekyylvikt, Medelhög molekyylvikt, Hög molekylvikt (tidigare benämnda icke cancerogena och cancerogena).

Tungmetallerna: arsenik (As), barium (Ba), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), koppar (Cu), kvicksilver (Hg), nickel (Ni), bly (Pb), vanadin (V), zink (Zn).

Kolväten (alifatiska och aromatiska) kan påvisa petroleumprodukter. PAH:er är oönskade biprodukter som kan bildas t ex vid ofullständig förbränning av bensin. PAH:er förekommer även i tjärhaltig asfalt.

Diverse tungmetaller kan påträffas i jorden efter miljöfarlig verksamhet.

Samtliga analyser är utvalda för att få uppsikt över den typ av föroreningar man skulle kunna påträffa om tidigare miljöfarliga verksamheter har utförts inom fastigheten.

Analysen på samtliga asfaltsprover utfördes med avseende på PAH-16.

9.1 Resultat av miljöprovtagning, jord

Naturvårdsverket har tagit fram nationella riktvärden för mark, vilka reviderades i oktober 2008. Naturvårdsverkets riktvärden används för att uppskatta hur stor en förorening är och vilka risker den kan innebära. Riktvärdena skiljer till viss del på *känslig* och *mindre känslig mark*.

Mindre känslig markanvändning (MKM) avser mark för kontor, industri, vägar, etc. Det skarpare riktvärdet, *känslig markanvändning (KM)* innebär att mark i kvaliteten inte ska begränsa valet av mark- eller grundvattenanvändning (marken kan användas för upplåtandet av daghem, bostäder, restaurang, djurhållning, odling och grundvattenuttag). Siffrorna i kolumnerna till höger visar Naturvårdsverkets riktvärden, vid *känslig markanvändning (KM)* och *mindre känslig markanvändning (MKM)*. Analysresultat markerade med fetstil och kursiv text, överstiger Naturvårdsverkets riktvärde.

Tabell över generella riktvärden för förorenad mark, kan hittas i naturvårdsverkets publikation; Riktvärden för förorenad mark, Modellbeskrivning och vägledning, Rapport 5976, september 2009, sidan 91.

Se följande länk nedan;

<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5976-7.pdf>

9.1.1 Analysresultat, jord (organiska analyser)

	Punkt 2 (0,0-0,5 m) (0,5-1,0 m) (1,5-2,0 m)	Punkt 9 (0,05-0,5 m) (0,5-1,0 m) (1,5-2,0 m)	Punkt 14 (0,0-0,5 m) (0,5-1,0 m)	Riktvärden mg/kg Ts KM	Riktvärden mg/kg Ts MKM
PAH L	<0,15 <0,15 <0,15	<0,15 0,12 <0,15	<0,15 0,4	3	15
PAH M	<0,25 <0,25 <0,25	<0,25 1,8 <0,25	0,1 1,3	3	20
PAH H	0,11 <0,3 <0,3	<0,3 5,5 <0,3	0,093 3,2	1	10
Alifater >C8-C10	<10 <10 <10	<10 <10 <10	<10 <10	20	120
Alifater >C10-C12	<20 <20 <20	<20 <20 <20	<20 <20	100	500
Alifater >C12-C16	<20 <20 <20	<20 <20 <20	<20 <20	100	500
Alifater >C16-C35	64 <20 <20	47 28 <20	55 55	100	1000
Aromater >C8-C10	<1 <1 <1	<1 <1 <1	<1 <1	10	50
Aromater >C10-C16	<1 <1 <1	<1 <1 <1	<1 <1	3	15

I punkt 9 och punkt 14, på nivån 0,5-1,0 meters djup påträffas en förorening av PAH med hög molekyylvikt, vilken överskrider riktvärdet för **KM**, men ej **MKM**.

	Punkt 19 (0,05-0,5 m) (0,5-1,0 m)	Punkt 23 (0,0-0,5 m) (0,5-1,0 m) (1,5-2,0 m)	Riktvärden mg/kg Ts KM	Riktvärden mg/kg Ts MKM
PAH L	<0,15 0,26	<0,15 <0,15 <0,15	3	15
PAH M	1,1 4,3	<0,25 0,22 0,11	3	20
PAH H	1,5 4,3	0,089 0,11 <0,3	1	10
Alifater >C8-C10	<10 <10	<10 <10 <10	20	120
Alifater >C10-C12	<20 <20	<20 <20 <20	100	500
Alifater >C12-C16	<20 <20	<20 <20 <20	100	500
Alifater >C16-C35	53 110	55 44 46	100	1000
Aromater >C8-C10	<1 <1	<1 <1 <1	10	50
Aromater >C10-C16	<1 <1	<1 <1 <1	3	15

I punkt 19, från 0,0-0,5 meters djup påträffas en förorening av PAH med hög molekylvikt, vilken överskrider **KM**, men ej **MKM**.

Det påträffas även föroreningar från 0,5-1,0 meters djup i punkt 19, av PAH:er med medelhög molekylvikt samt av alifat >C16-C35, vilka överskrider **KM**, men ej **MKM**.

9.1.2 Analysresultat, jord (tungmetaller)

	Punkt 2 (0,0-0,5 m) (0,5-1,0 m) (1,5-2,0 m)	Punkt 9 (0,05-0,5 m) (0,5-1,0 m) (1,5-2,0 m)	Punkt 14 (0,0-0,5 m) (0,5-1,0 m)	Riktvärden mg/kg Ts KM	Riktvärden mg/kg Ts MKM
Arsenik (As)	1,38 0,546 <0,5	1,69 1,7 0,839	2,94 2,15	10	25
Barium (Ba)	23,8 4,51 9,21	79,6 97,9 27,2	83,9 86	200	300
Kadmium (Cd)	0,134 <0,1	0,181 0,326	0,171 0,229	0,5	15

	<0,1	<0,1			
Kobolt (Co)	1,26	5,77	7,55	15	35
	0,962	5,48	5,48		
	1,45	2,34			
Krom (Cr)	5,23	23	16,8	80	150
	2,72	9,99	12,8		
	3,81	6,63			
Koppar (Cu)	41,7	178	22,3	80	200
	1,31	240	35,6		
	2,61	3,1			
Kvicksilver (Hg)	<0,2	<0,2	<0,2	0,25	2,5
	<0,2	<0,2	<0,2		
	<0,2	<0,2			
Nickel (Ni)	2,47	10,4	9,51	40	120
	1,25	7,57	7,49		
	2,34	3,45			
Bly (Pb)	22,5	22,3	38,7	50	400
	1,6	30,9	31,7		
	1,68	3,27			
Vanadin (V)	10,7	26,4	34,2	100	200
	5,94	25,4	29,1		
	7,88	12,4			
Zink (Zn)	29,4	131	93,5	250	500
	11,8	308	171		
	7,92	11			

I punkt 9, från 0,05-0,5 och 0,5-1,0 meters djup påträffas föroreningar av koppar, vilken överskrider **KM**, men ej **MKM**.

Det påträffas även föroreningar av zink i punkt 9, från 0,5-1, meters djup, vilka överskrider **KM**, men ej **MKM**.

	Punkt 19 (0,05-0,5 m) (0,5-1,0 m)	Punkt 23 (0,0-0,5 m) (0,5-1,0 m) (1,5-2,0 m)	Riktvärden mg/kg Ts KM	Riktvärden mg/kg Ts MKM
Arsenik (As)	1,98 2,64	2,14 2,77 1,42	10	25
Barium (Ba)	56,8 77,4	40,6 36 33,4	200	300
Kadmium (Cd)	0,12 0,187	0,194 0,206 <0,1	0,5	15
Kobolt (Co)	4,02 5,55	3,7 3,44 2,93	15	35
Krom (Cr)	9,69 15,1	11,5 12,6 8,11	80	150
Koppar (Cu)	19,6 34	22,5 12,8 9,97	80	200
Kvicksilver (Hg)	<0,2 <0,2	<0,2 <0,2 <0,2	0,25	2,5

Nickel (Ni)	7,24 12,6	7,2 7,45 6,17	40	120
Bly (Pb)	57,1 43,9	30,3 28 12,8	50	400
Vanadin (V)	18,6 24,9	17,4 19,1 16,1	100	200
Zink (Zn)	62,3 92,9	70,1 55,4 35,2	250	500

I punkt 19, påträffas en förorening av bly, från 0,05-0,5 meters djup, vilken överskrider **KM**, men ej **MKM**.

9.1.3

Sammanställning, markmiljöprovtagning

Föroreningarnas farlighet indelas enligt, tabell 1, sidan 117-118, Naturvårdsverkets *rapport 4918*, i följande klasser: *mindre allvarligt*, *måttligt allvarligt*, *allvarligt*, *mycket allvarligt*. Gränsen mellan *mindre allvarligt* och *måttligt allvarligt* är riktvärdet för **KM**.

Punkt 9

0,05-0,5 meters djup:

Föroreningen av koppar (178 mg/kg Ts), överskrider riktvärdet för **KM** (80 mg/kg Ts), ca 2,5 gånger och klassas som "**måttligt allvarligt**" förorenad.

0,5-1,0 meters djup:

Föroreningen av koppar (240 mg/kg Ts), överskrider riktvärdet för **KM** (80 mg/kg Ts), ca 3 gånger och landar på gränsen mellan "**måttligt allvarligt**" och "**allvarligt**" förorenad.

Föroreningen av Zink (308 mg/kg Ts), överskrider riktvärdet för **KM** (250 mg/kg Ts), ca 1,5 gånger och klassas som "**måttligt allvarligt**" förorenad.

Föroreningen av PAH med hög molekylvikt (5,5 mg/kg Ts), överskrider riktvärdet för **KM** (1 mg/kg Ts), 5,5 gånger och klassas som "**allvarligt**" förorenad.

Punkt 14

0,5-1,0 meters djup:

Föroreningen av PAH med hög molekylvikt (3,2 mg/kg Ts) överskrider riktvärdet för **KM** (1 mg/kg Ts), ca 3,5 gånger och klassas som "**allvarligt**" förorenad.

Punkt 19

0,05-0,5 meters djup:

Föroreningen av bly (57,1 mg/kg Ts), överskrider riktvärdet för **KM** (50 mg/kg Ts), och klassas som "**mindre allvarligt**" förorenad.

Föroreningen av PAH med hög molekylvikt (1,5 mg/kg Ts) överskrider riktvärdet för **KM** (1 mg/kg Ts), 1,5 gånger och klassas som "**måttligt allvarligt**" förorenad.

0,5-1,0 meters djup:

Föroreningen av alifat >C16-C35 (110 mg/kg Ts), överskrider riktvärdet för **KM** (100 mg/kg Ts), och klassas som "**mindre allvarligt**" förorenad

Föroreningen av PAH med medelhög molekylvikt (4,3 mg/kg Ts) överskrider riktvärdet för **KM** (3 mg/kg Ts), 1,5 gånger och klassas som "**måttligt allvarligt**" förorenad.

Föroreningen av PAH med hög molekylvikt (4,3 mg/kg Ts) överskrider riktvärdet för **KM** (1 mg/kg Ts), ca 4,5 gånger och klassas som "**allvarligt**" förorenad.

9.2 Resultat av miljöprovtagning, asfalt

Stenkolstjära innehåller höga halter av PAH, polyaromatiska kolväten, som är miljö- och hälsoskadliga. Asfalt som innehåller tjära ska hanteras med restriktioner.

Halten PAH räknas om utifrån hela provets vikt och anges av laboratoriet i mg/kg Ts (torrsubstans). Riktvärden för PAH i asfalt anges i ppm (parts per million) vilket är samma som mg/kg Ts.

Det finns inga centrala riktlinjer för återanvändning av tjärasfalt. I Stockholm, Göteborg och Malmö har de lokala väghållarna tillsammans med miljöförvaltningen tagit fram riktlinjer för användandet av tjärasfalt i trafikprojekt. Dessa riktlinjer omfattar även provtagning, analyser, återanvändning och rapportering.

Enligt upplysningsskyldigheten i miljöbalkens 10 kap skall upptäckt av tjärasfalt genast informeras miljöförvaltningen.

All hantering och återanvändning av asfalt med PAH halter mellan 70 och 1000 ppm ska ske i samråd med miljöförvaltningen. Det kan även

förkomma restriktioner för användning av asfalt med PAH-16, <70 ppm, i känsliga områden.

	Punkt 6 mg/kg	Punkt 19 mg/kg	Punkt 24 mg/kg	Punkt 25 mg/kg	Punkt 26 mg/kg
Summa PAH-16	2,2	15	1,9	20	2,5

10 SLUTSATS, MARKMILJÖPROVTAGNING OCH ASFALTS-PROVTAGNING

Tellstedt i Göteborg AB, bedömer att undersökningsområdet ska värderas enligt känslig markanvändning (**KM**), då markområdet planeras förtätas med ytterligare bostäder.

Miljöprovtagningen Tellstedt i Göteborg AB har utfört är en så kallad "stickprovtagning", där ett fåtal prover har tagits upp inom ett relativt stort område. Detta för att se om föroreningar påträffas inom området, då man inte vet om det tidigare bedrivits någon form av miljöfarlig verksamhet

Inom fastigheten finns föroreningar som överstiger **KM**

Förhöjda värden av PAH:er med hög molekylvikt (tidigare benämnda cancerogena PAH:er) hittas i provtagningspunkt, 9, 14 och 19, från ca 0,5-1,0 meters djup, vilka bedöms som "*allvarlig*" förorenade. I punkt 19, hittas även föroreningar av PAH:er med medelhög molekylvikt från 0,05-0,5 meters djup, men klassas här som "*måttligt allvarlig*" förorenad.

Övriga föroreningar av koppar (0,05-1,0 meters djup) och zink (0,5-1,0 meters djup) i punkt 9 och bly (0,05-0,5 meters djup) och alifat >C16-C35 (0,5-1,0 meters djup) i punkt 19, klassas som "*mindre allvarlig*" till "*måttligt allvarlig*" förorenat.

Halten av föroreningarna som överstiger **KM**, tenderar att öka med ökat djup.

Tellstedt i Göteborg AB gör bedömningen att de högsta föroreningshalterna påträffas i det nedre fyllnadsmaterialet. Orsaken till detta kan rimligtvis vara att ovanliggande jordarter är permeabla eller att föroreningen av marken gjordes för många år sedan. Det kan även vara förorenat fyllnadsmaterial som lagts ut inom fastigheten.

Inom området kan jordlagerföljden och fyllnadsmassornas sammansättning variera stort, varför föroreningarnas art och spridning på djupet kan variera.

Tellstedt i Göteborg AB bedömer att en mer noggrann kartläggning av föroreningar bör utföras inom fastigheten, innan grundläggningsarbetena påbörjas.

Analyserna på asfaltsproverna visar att i dessa punkter förekommer ingen tjärasfalt.

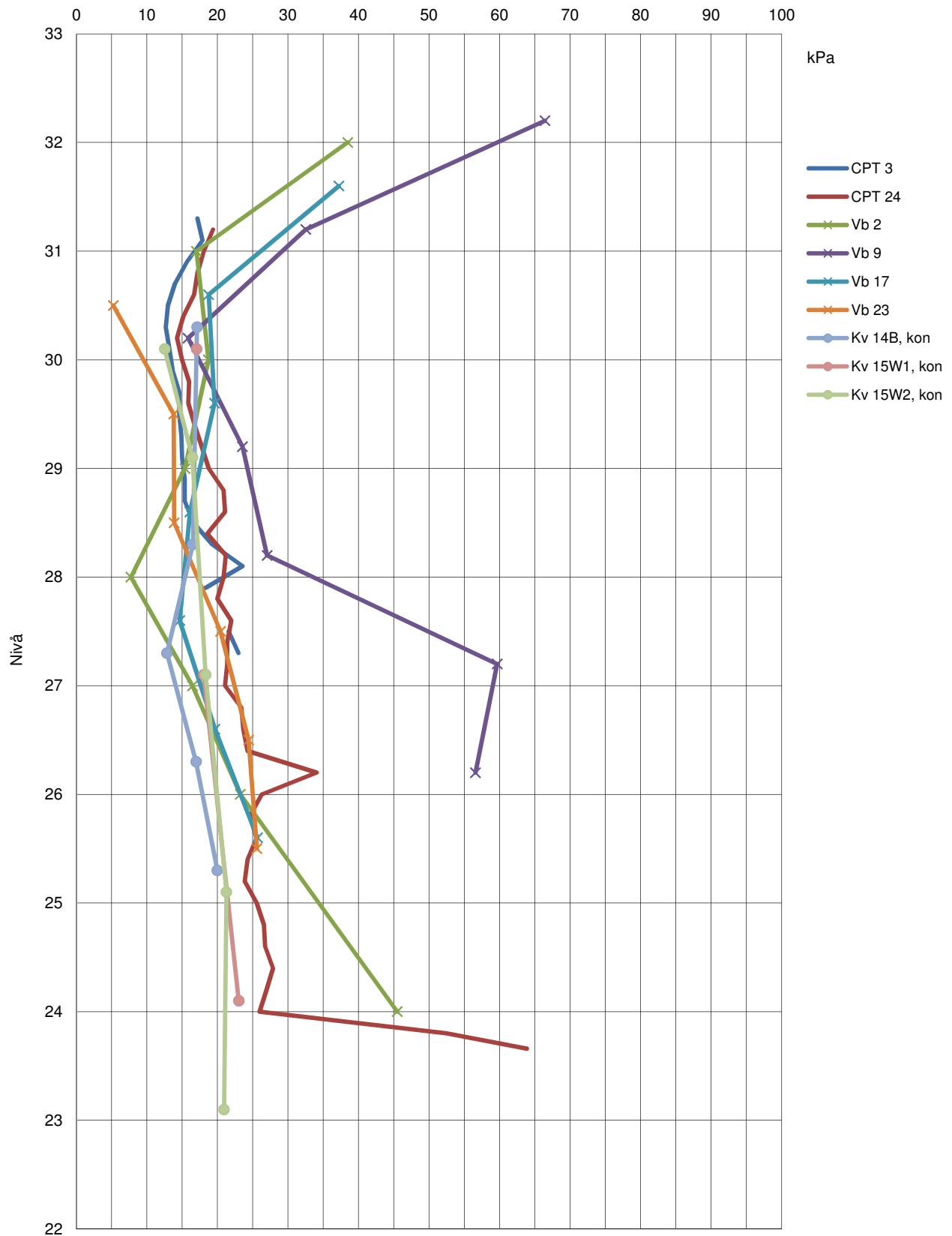
Det påvisade föroreningsinnehållet föranleder till upplysningsskyldighet enligt Miljöbalkens 10 kapitel. Tillsynsmyndighet skall därför informeras om att en miljöundersökning har utförts och delges resultat av densamma.

9

BILAGOR

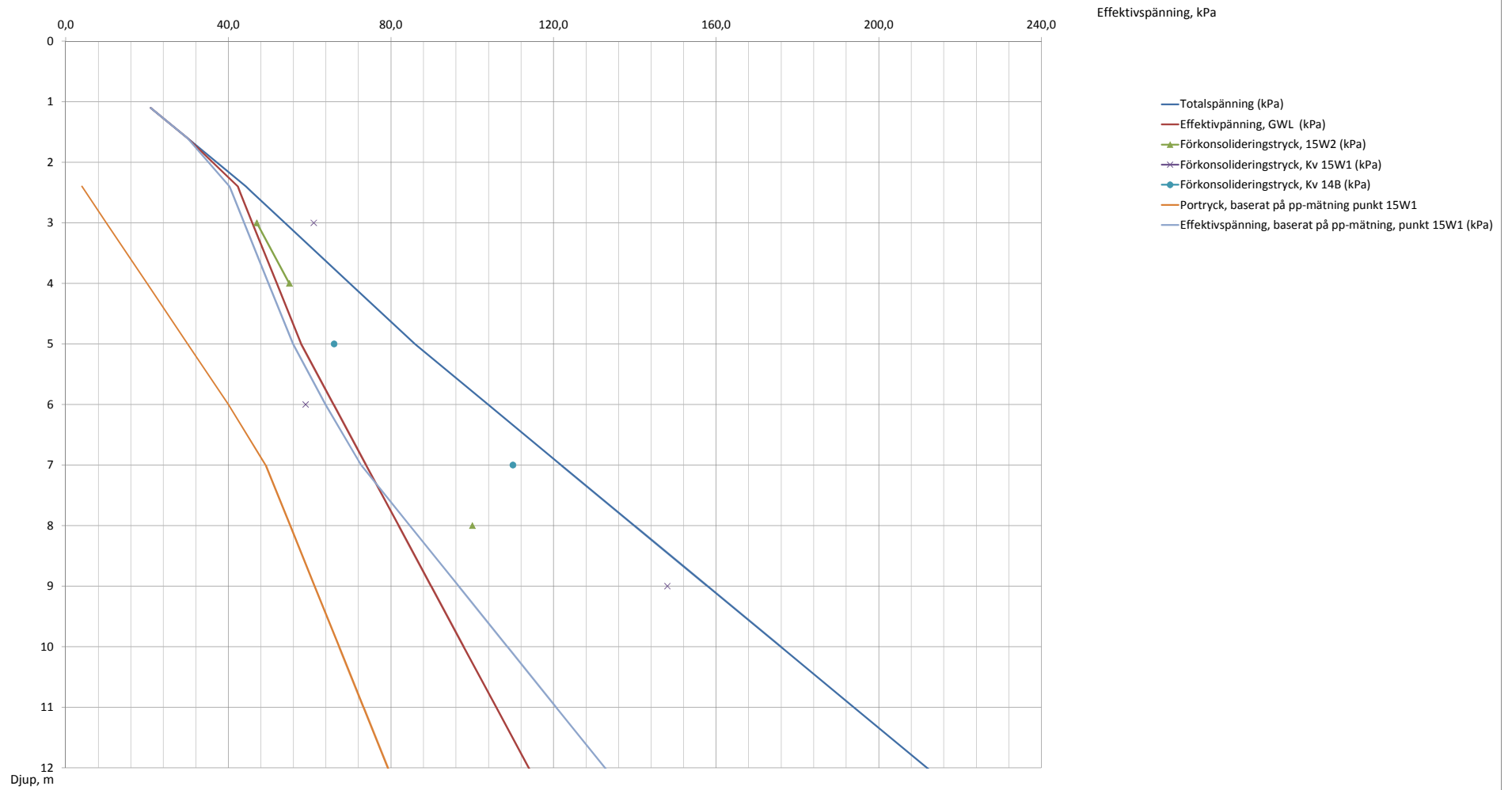
- | | |
|------------|---|
| • Bilaga 1 | Sammanställd skjuvhållfasthet |
| • Bilaga 2 | Spänningsdiagram, bh 2 |
| • Bilaga 3 | Portrycksavläsningar,
2002,2003 och 2015 |
| • Bilaga 4 | Grundvattenavläsningar GW1758
GW 1759 |
| • Bilaga 5 | Stabilitetsberäkning, sektion S-S,
Odränerad och kombinerad analys |
| • Bilaga 6 | Bergteknisk besiktning, Bergab |
| • Ritning | Sonderingsplan, G-1 |

**Sammanställning skjuvhållfasthet med avseende på nivå
Långströmsgatan Göteborgs stad, Cu, korrigerad med hänsyn till konflytgräns**

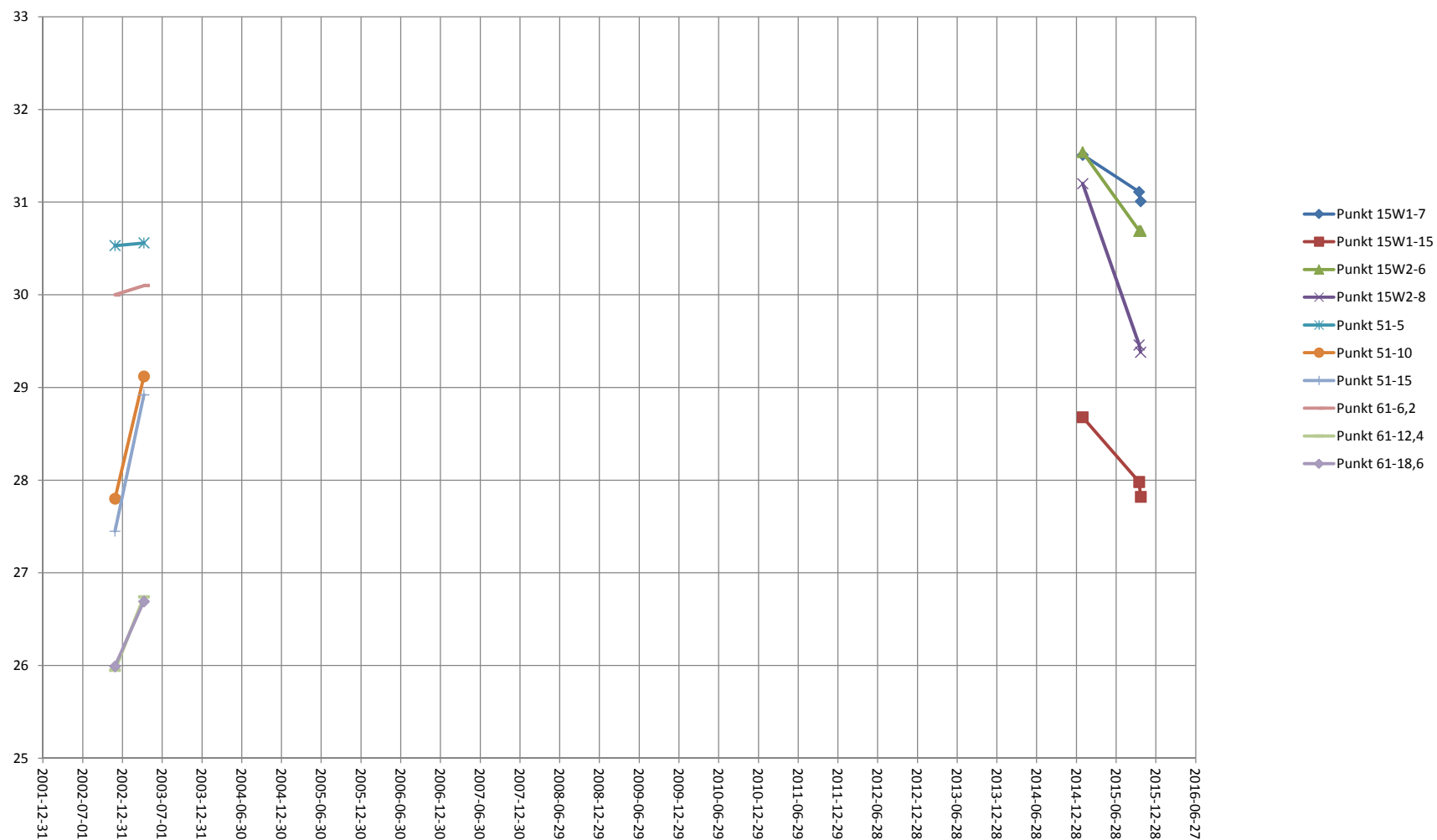


Spänningsdiagram, Långströmsgatan, Göteborg

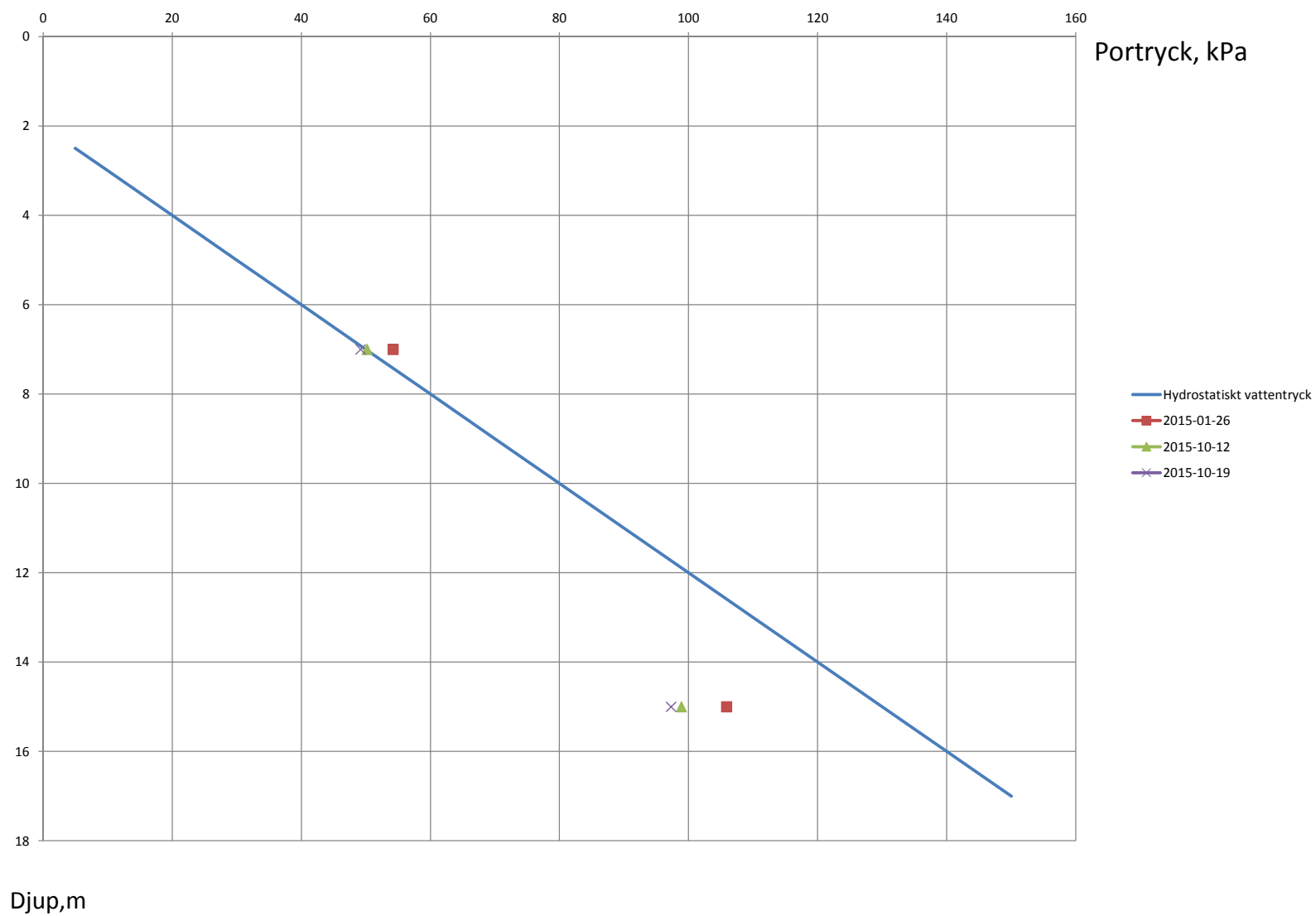
Bilaga 2 115-232



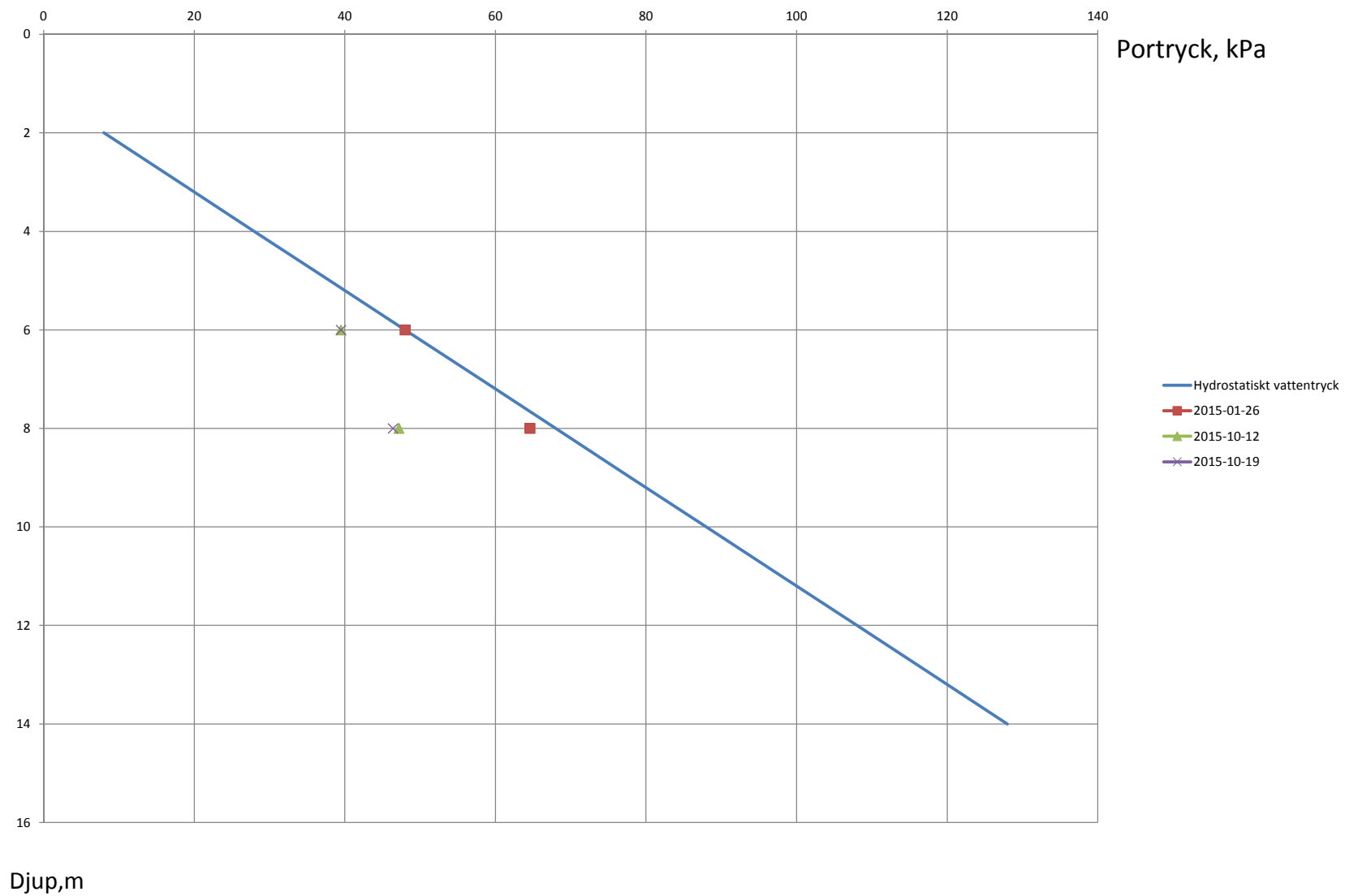
Avläsningar i Porttrycksmätare i punkt 15W1,15W2 och PP51 och PP61



Portryckstation, punkt 15W1

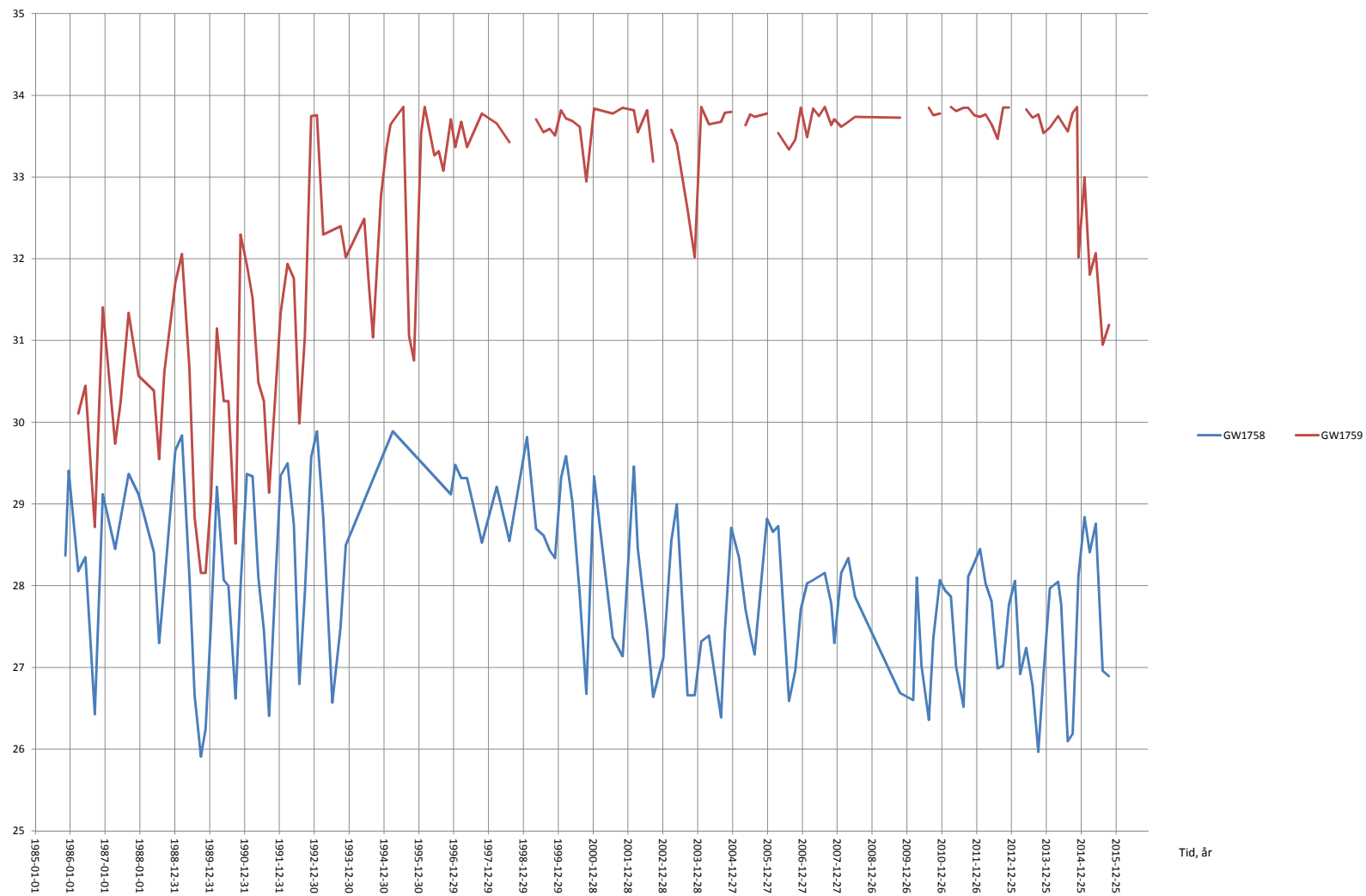


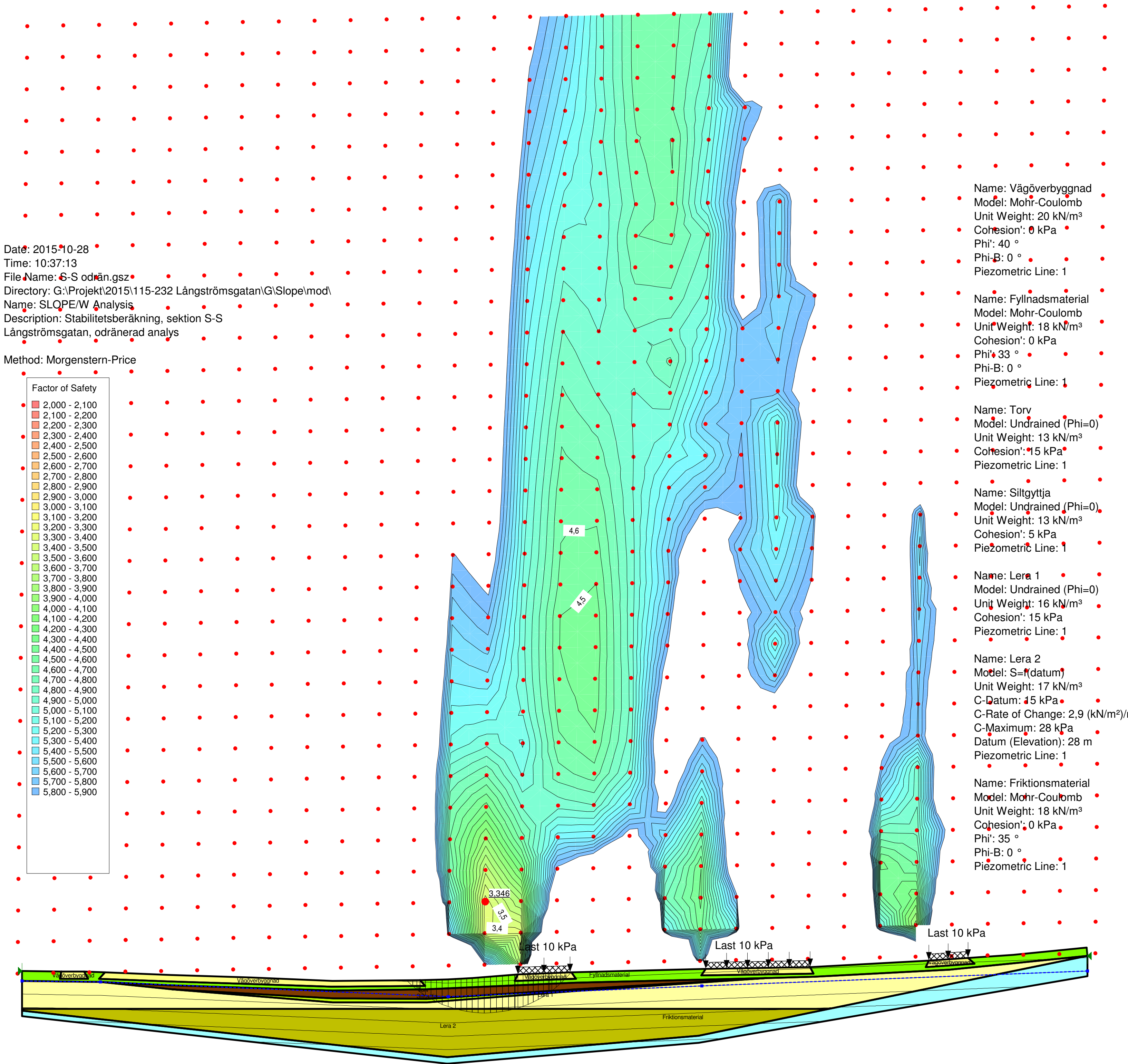
Portryckstation, punkt 15W2

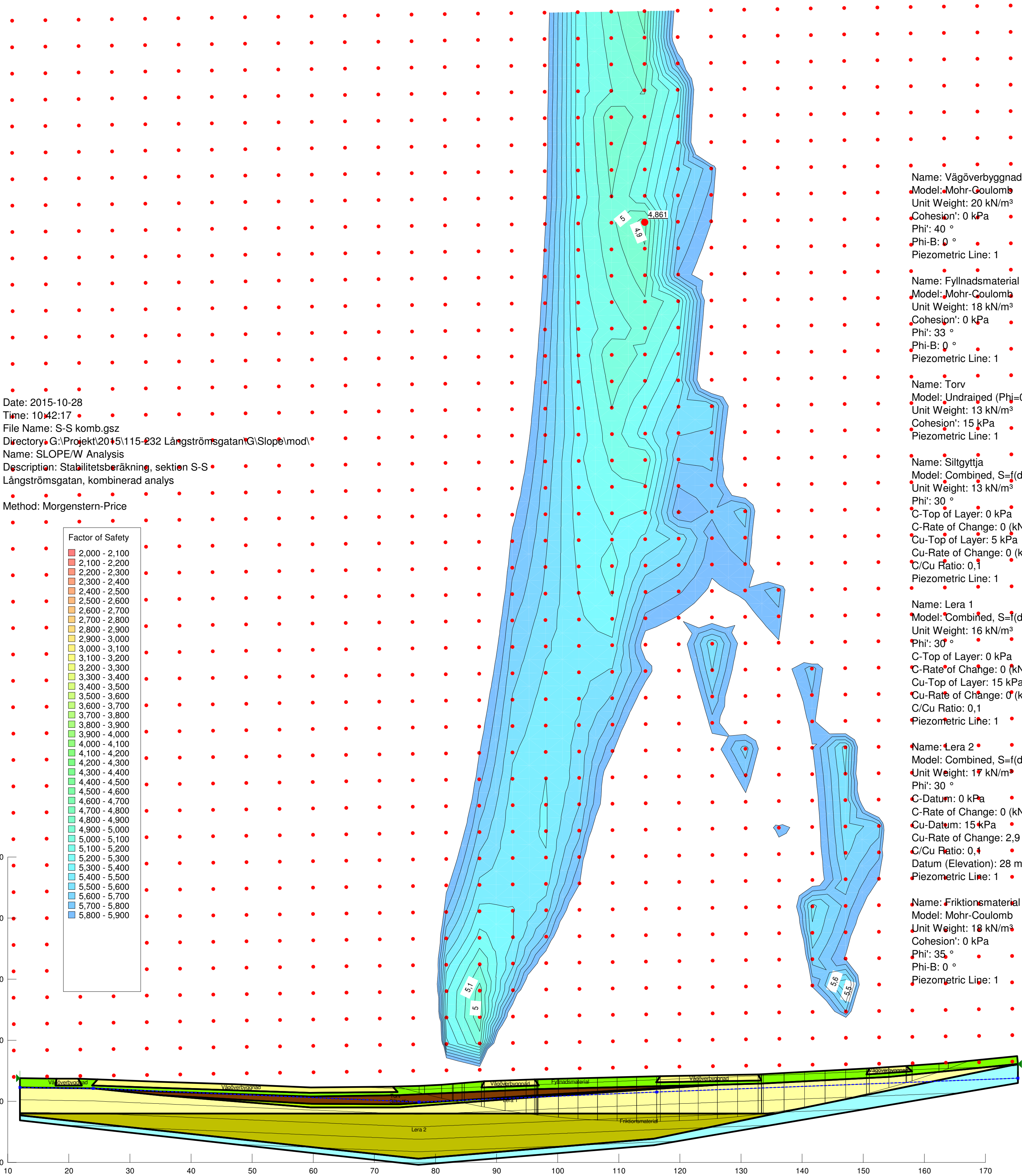


Grundvattenmätningar, Göteborgs stads grundvattenmättningsrör, Långströmsgatan, GW 1758, GW 1759, 1985-2015

Höjd (m)







Date: 2015-10-28
Time: 10:42:17
File Name: S-S komb.gsz
Directory: G:\Projekt\2015\115-232 Långströmsgatan\G\Slope\mod*
Name: SLOPE/W Analysis
Description: Stabilitetsberäkning, sektion S-S
Långströmsgatan, kombinerad analys
Method: Morgenstern-Price

Factor of Safety	
2,000 - 2,100	
2,100 - 2,200	
2,200 - 2,300	
2,300 - 2,400	
2,400 - 2,500	
2,500 - 2,600	
2,600 - 2,700	
2,700 - 2,800	
2,800 - 2,900	
2,900 - 3,000	
3,000 - 3,100	
3,100 - 3,200	
3,200 - 3,300	
3,300 - 3,400	
3,400 - 3,500	
3,500 - 3,600	
3,600 - 3,700	
3,700 - 3,800	
3,800 - 3,900	
3,900 - 4,000	
4,000 - 4,100	
4,100 - 4,200	
4,200 - 4,300	
4,300 - 4,400	
4,400 - 4,500	
4,500 - 4,600	
4,600 - 4,700	
4,700 - 4,800	
4,800 - 4,900	
4,900 - 5,000	
5,000 - 5,100	
5,100 - 5,200	
5,200 - 5,300	
5,300 - 5,400	
5,400 - 5,500	
5,500 - 5,600	
5,600 - 5,700	
5,700 - 5,800	
5,800 - 5,900	

Name: Väggöverbyggnad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 40 °
Phi-B: 0 °
Piezometric Line: 1

Name: Fyllnadsmaterial
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 33 °
Phi-B: 0 °
Piezometric Line: 1

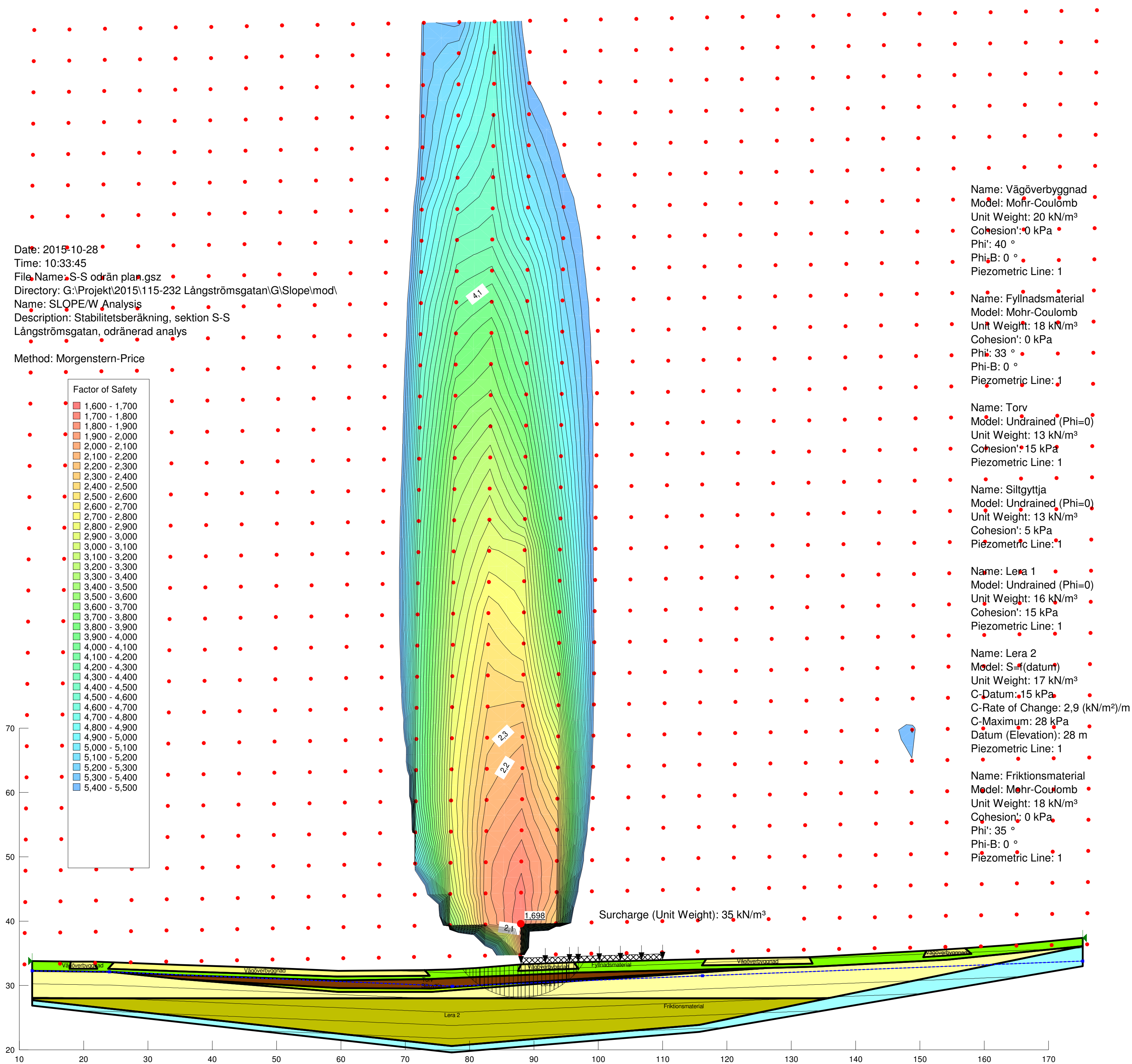
Name: Torv
Model: Undraiped (Phi=0)
Unit Weight: 13 kN/m³
Cohesion: 15 kPa
Piezometric Line: 1

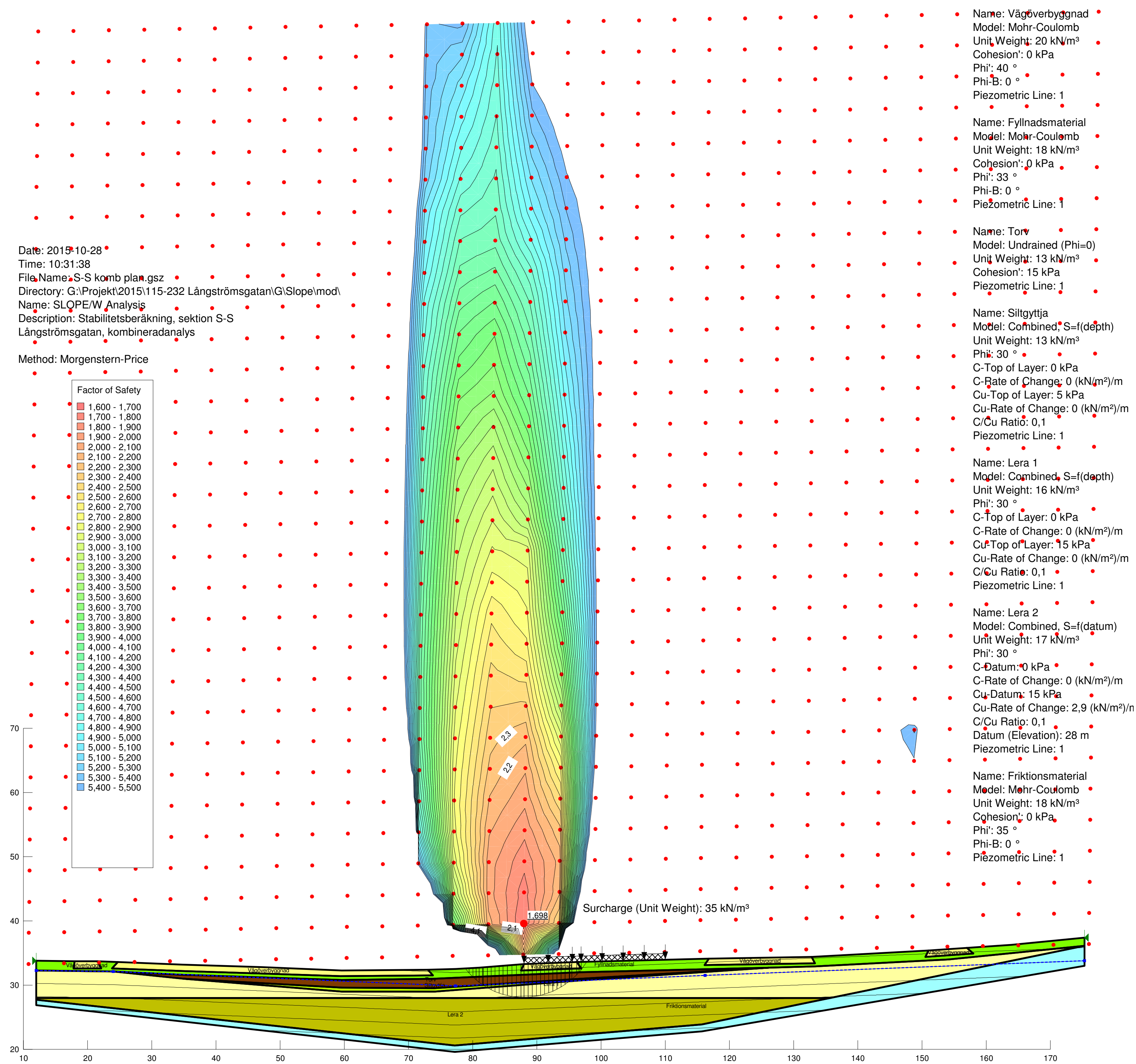
Name: Siltygttja
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 13 kN/m³
Phi: 30 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Piezometric Line: 1

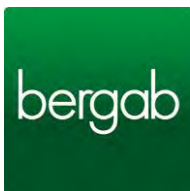
Name: Lera 1
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 30 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 15 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Piezometric Line: 1

Name: Lera 2
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 15 kPa
Cu-Rate of Change: 2,9 (kN/m²)/n
C/Cu Ratio: 0,4
Datum (Elevation): 28 m
Piezometric Line: 1

Name: Friktningsmaterial
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °
Phi-B: 0 °
Piezometric Line: 1







Beställare: Tellstedt i Göteborg AB

Detaljplan Långströmsgatan

Bergteknisk utredning och markradonundersökning



Bergab – Berggeologiska Undersökningar AB

Uppdragsansvarig

Joakim Karlsson

Handläggare

Helena Kiel

Uppdragsnummer
Datum
Revisionsnummer

UG15129
2015-10-08

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning.....	2
2	Syfte och orientering	2
3	Geologi	3
4	Bergtekniska observationer och åtgärdsförslag	5
4.1	Den södra bergknallen	5
4.2	Det södra bergspartiet öster om Långströmsgatan	6
4.3	Det norra bergspartiet öster om Långströmsgatan	11
5	Riskklassificering med avseende på markradon	13

Bilaga 1 Planritning

Referenser

Långströmsparken, geoteknisk och bergteknisk utredning, Ramböll 2011-10-24 Rev 2 2013-02-19

”Markradon, riktlinjer för markradonundersökningar”, BRF T20:1989

Radonboken, förebyggande åtgärder i nya byggnader, Clavensjö B & Åkerblom G, 2004

Boverket, Regelsamling för byggande BBR19, 2012

Hygieniska gränsvärden - Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd om hygieniska gränsvärden AFS 2011:18

Naturally occurring radioactivity in the Nordic countries – recommendations, The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 2000, med komplement 15.9.2009

Socialstyrelsens allmänna råd, tillsyn enligt miljöbalken – radon i inomhusluft SOSFS 1999:22

1 Sammanfattning

1. Fyra mindre partier med instabila block och skivor har identifierats. Rekommenderade åtgärder omfattar bergrensning och bultning.
2. Grundläggning på berg kan utföras utan restriktioner.
3. Utformning av bergschaktväggar bör utföras med anpassning till förekommande sprickplan med medelbrant-brant lutning mot väst.
4. Vid schaktarbeten i blockslänter rensas omkringliggande mark på kvarliggande block som eventuellt kan komma i rullning.
5. Området klassas som normalriskmark med avseende på markradon.

2 Syfte och orientering

På uppdrag av Tellstedt i Göteborg AB har Bergab – Berggeologiska Undersökningar AB utfört en bergteknisk utredning och markradonundersökning inom detaljplan för nybyggnation av bostäder vid Långströmsgatan i Göteborgs stad.

Uppdraget omfattar:

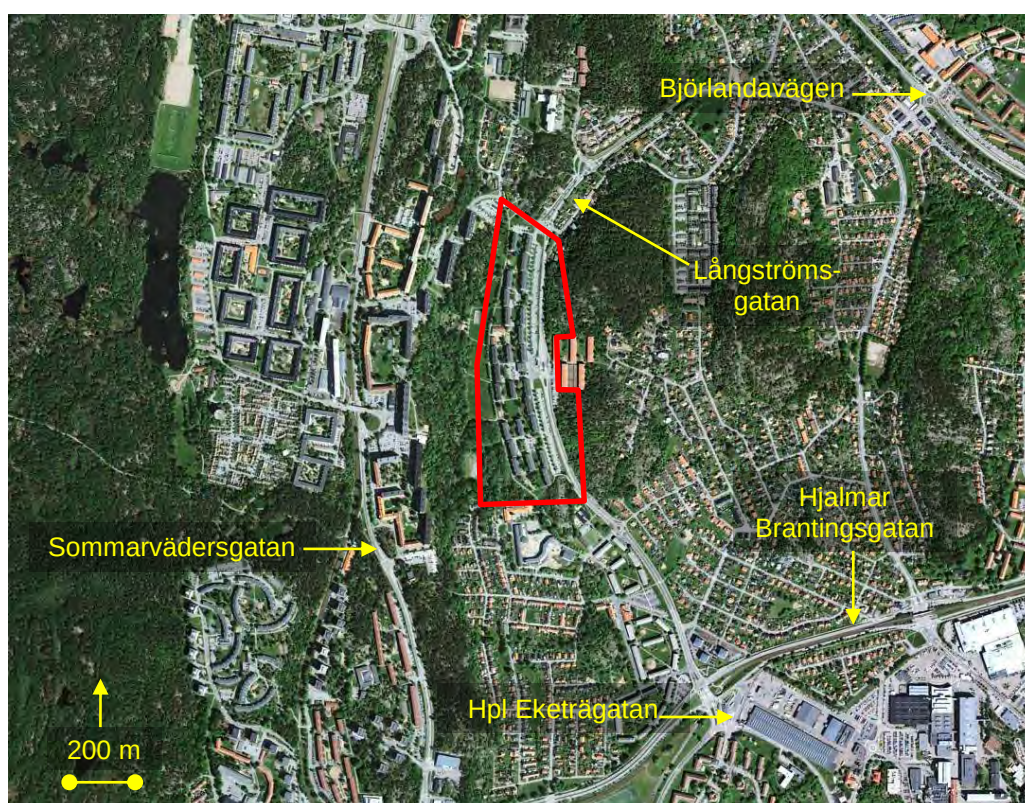
- Beskrivning och bedömning av bergstabilitet och risk för blocknedfall/bergras samt eventuellt förslag till stabiliserande åtgärder.
- Utredning av förutsättningar för bergschakt och byggnation på eller i anslutning till bergslänter.
- Riskklassificering med avseende på markradon.

Resultaten som redovisas i föreliggande rapport baseras på en fältkartering som utfördes 2015-10-05, samt på tidigare utförda undersökningar (Ramböll 2013-02-19). Fältkarteringen omfattar observerade bergarter, foliation, sprickor, sprickors egenskaper och lösliggande block i terrängen. Observerade befintliga bergslänter har fotograferats och redovisas i texten. Identifierade instabila partier redovisas på planritning i Bilaga 1.

Markradonundersökningen utfördes i samband med fältkarteringen, i form av mätning av total gammastrålning från blottat berg med hjälp av gamma-scintillometer. Resultaten redovisas i föreliggande rapport, avsnitt 5.

Det aktuella området är ca 200x700 m stort och utgörs idag huvudsakligen av kvartersmark, med naturmark (berg i dagen och jordtäckta slänter med skog) i öster och söder. Det bebyggda området ligger i en nord-sydlig dalgång på ca +33 m.

Undersökningsområdets östra sida utgörs av en nord-sydligt löpande bergsrygg med högsta partier på +65 m (i söder) och +80 m (i norr). Dalgångens västra sida utgörs av en nord-sydligt löpande bergsrygg som ligger utanför aktuellt undersökningsområde. I söder reser sig en bergknalle till ca +45 m. Mitt på den östra bergsryggen finns ytterligare ett område med kvartersmark på nivå ca +45 m. Se översiktsbild i Figur 2.1.



Figur 2.1. Flygbild över undersökt område (rött).
© Lantmäteriet Medgivande I2011/1549

3 Geologi

Berggrunden utgörs huvudsakligen av en rödgrå till gråröd medel- till grovkornig gnejsig granit. Glimmerhalten uppskattas okulärt till 10-20 %. Foliationen lutar huvudsakligen medelbrant mot nordväst (240°/40°).

I områdets södra delar är bergarten tydligt porfyrisk (ögongranit) med 1-2 cm stora kalifältspatkristaller i ett fint medelkornigt matrix; i den södra bergknallen är ögongraniten närmast massformig utan foliation medan den på andra sidan Långströmsgatan är tydligt mineralorienterad med utdragna ögon.

Längre norrut dominerar grovkornig massformig granit med ”fiskar” av fin-kornigare, mer glimmerfattig granit. Även enstaka gångar av pegmatit förekommer, från 5-10 cm upp till 0,6 m breda.



Figur 3.1. Förekommande bergarter: till vänster gnejsig ögongranit; till höger ”fisk” av finkornig granit i omgivande grovkornig granit.

Berggrunden är uppsprucken längs tre dominerande sprickriktningar: sprickor parallella med foliationen (medelbrant lutning mot nordväst), branta-vertikala i ca öst-väst och sprickor med medelbrant-brant lutning mot väst till sydväst.

Uppmätta sprickor redovisas i Tabell 3.1.

Tabell 3.1 Uppmätta sprickor

Sprickgrupp	Lutning	Strykning/stupning	Anmärkningar
1	Medelbrant mot nordväst	240°/40°	Parallella med foliationen. Sprickavstånd 0,6-2 m.
2	Brant-vertikal i ca öst-väst	90°/80-90°	Sprickavstånd 0,6-2 m.
3	Medelbrant-brant mot väst till sydväst	130-160°/50-80°	Bildar bergslänten. Sprickavstånd 0,6-2 m eller mer.
4	Medelbrant-brant mot öst till sydöst	0-40°/40-90°	Bildar överhäng längs GC-vägen. Sprickavstånd 0,6-2 m eller mer.
5	Subhorisontell	0-10° lutning	Ytnära bankningsplan i den norra delen. Sprickavstånd 0,6-2 m eller mindre.

Observerade sprickplan är vågformiga och råa och sprickvidden varierar från tät (< 0,5 mm) till vid (> 5 mm). Sprickytorna är vanligen vittrade med beläggning av järn- och manganoxid.

Där sprickgrupp 3 dominerar är berggrunden skivigt uppsprucken med ca 0,5 m tjocka skivor. I partier där övriga sprickgrupper samverkar med sprickgrupp 3 är berggrunden blockuppsprucken med blockkantlängd 0,6-2 m.

Lösiggande block förekommer allmänt i hela slänten längs Långströmsgatans östra sida. De utgörs både av kantiga block som fallit ut ur bergsryggen och av rundade block från istidens slut.

4 Bergtekniska observationer och åtgärdsförslag

Platta blottade hälltytor återfinns i gräsmattan framför det norra hörnet av byggnaden Långströmsgatan 11, samt väster om byggnaden Långströmsgatan 8. En naturlig bergslänt med rundade hällar återfinns utanför undersökningsområdets västra gräns. Samtliga dessa hällområden bedöms vara stabila.

Nedan beskrivs tre områden med mer omfattande hällmark och branter.

4.1 Den södra bergknallen

Detta parti har tidigare utretts av Ramböll.

Observationer

Bergknallen utgörs av ögongranit med svag mineralorientering i ca 120°/60°. Enstaka 5-10 cm breda gångar av pegmatit i ca 90°/90° förekommer. Hällarna är mjukt rundade med en låg framsprängd skärning mot Långströmsgatan.

Befintliga slänter bedöms idag vara stabila.

Restriktioner och åtgärder

Inga stabilitetshöjande åtgärder bedöms vara nödvändiga i befintliga slänter.

Vid eventuell bergschakt i denna knalle bedöms förekommande sprickriktningar inte ge anledning till restriktioner avseende grundläggning eller utformning av eventuella nya bergschaktväggar.

Bergknallen ligger dock nära befintliga byggnader (bostäder i norr och väster, skola i söder). Eventuell bergschakt i bergknallen ska utföras försiktigt med beaktande av restriktioner i den sprängtekniska riskanalys som måste tas fram.

Efter eventuell bergschakt rensas kvarstående schaktväggar på löst bergmaterial och bergsakkunnig tillkallas för att bedöma eventuellt behov av förstärkning såsom bultning.

4.2 Det södra bergspartiet öster om Långströmsgatan

Observationer

Slänten längs Långströmsgatan utgörs av en framsprängd bergskärning med en naturlig bergslänt ovanför. Berggrunden utgörs av ögongnejs med foliation i $240^{\circ}/40^{\circ}$ och sprickor ur sprickgrupp 1-4. Skärningen är 1-2 m hög och den naturliga slänten 20-25 m hög. Vid undersökningsområdets södra gräns, nära hållplats Jätttestenskolan, går skärningen och den naturliga slänten i ett och är som högst. Längre norrut viker den naturliga slänten av österut och en flack jord-/blockslänt med vegetation skiljer skärningen och den högre, naturliga slänten.



Figur 4.1. Den södra delen av den östra slänten med instabila block markerade.

Det högsta partiet vid undersökningsområdets södra gräns är storblockigt uppsprucket med lösliggande, upplagade block 10-15 m ovanför GC-vägen. Dessa block bedöms vara potentiellt instabila (Figur 4.1). Ett trasigt, funktionsodugligt staket skiljer det blockuppspruckna partiet från högre liggande delar som bedöms vara stabila (Figur 4.2).



Figur 4.2. Funktionsodugligt staket med bakomliggande högre delar av slänten.

I släntens nedre delar förekommer flera utglidande skivor ur sprickgrupp 3. Sprickorna är öppna och en del skivor har tydligt glidit ner en bit längs bergsidan. Sprickgrupp 1 och 2 bildar kilblock som ställvis bedöms vara instabila. Från byggnaden Långströmsgatan 4 och norrut är berggrunden stabilare.

Den framsprängda skärningen i höjd med Långströmsgatan 4:s norra ände är blockuppsprucken med tydliga överhäng. Blocken bedöms vara potentiellt instabila.

I den framsprängda skärningen vid parkeringsytan och teknikhuset, i anslutning till bostadsområdet på östra sidan av Långströmsgatan, noterades enstaka små lösa block.

Bergslänten avslutas mot det östra bostadsområdet av en 2-3 m hög skärning som bedöms vara stabil.

Restriktioner och åtgärder

Följande åtgärder utförs i partier där bergschakt ej planeras; åtgärderna är listade med ID-nummer som även markerats på planritningen i Bilaga 1:

1. Det höga, blockuppspruckna partiet i undersökningsområdets södra ände bedöms behöva åtgärdas inom 3 år, genom bergrensning och bultning. Uppskattade mängder är 10x10 m bergrensning och 5 bultar. Det kan dock

bli svårt att på ett säkert och kontrollerat sätt säkra de översta blocken. Ytterligare utredning om hur detta lämpligast utförs bör göras. Se Figur 4.3.



Figur 4.3. Åtgärd nr 1 med Långströmsgatan synlig i bildens högra sida.

2. Den nedre delen av slänten med utglidande skivor ur sprickgrupp 3 bedöms behöva bergrensas inom 3 år. Uppskattade mängder är 50x2 m. Endast de lägre partierna i anslutning till GC-vägen behöver åtgärdas. Se Figur 4.4.



Figur 4.4. Åtgärd nr 2 med pennan instucken under instabil skiva.

3. Den framsprängda skärningen med tydliga överhäng bedöms behöva bergrensas inom 6 år. Uppskattade mängder är 20x2 m. Se Figur 4.5.



Figur 4.5. Åtgärd nr 3 i framsprängd bergskärning med överhäng.

4. Enstaka små instabila block i den framsprängda skärningen vid parkeringsytan bedöms behöva bergrensas inom 6 år. Se Figur 4.6.



Figur 4.6. Åtgärd nr 4 i framsprängd skärning med instabilt block markerat.

Stabilitetshöjande åtgärder bedöms ej vara nödvändiga i övriga bergslanter, i skärningen mot bostadsområdet eller i jord-/blockslänten.

Följande restriktioner och åtgärder avser partier där eventuell bergschakt planeras:

- Om möjligt bör eventuella nya bergschaktväggar anpassas till sprickplan ur sprickgrupp 3, för att minska behovet av förstärkning och framtida underhållsåtgärder. Detta medför en lutning på 1:1 till 2:1.
- Om det vid eventuell bergschakt däremot är viktigt att utföra branta bergschaktväggar med intakt slänkrön rekommenderas att förförstärkning utförs. Efter avtäckning men innan sprängning tillkallas bergsakkunnig för att bedöma behov av förförstärkning och anvisa densamma.
- Om eventuell bergschakt planeras intill befintliga byggnader och teknikhus vid det östra bostadsområdet ska denna utföras försiktigt med beaktande av restriktioner i den sprängtekniska riskanalys som måste tas fram.

- Efter eventuell bergschakt rensas kvarstående schaktväggar på löst bergmaterial och bergsakkunnig tillkallas för att bedöma eventuellt behov av förstärkning såsom bultning.

Vid eventuella schaktarbeten i jord-/blockslänten kan vissa block få sitt bottenstöd bortgrävt och bli underminerade. Dessa block måste säkras, enklast genom en föreskriven utökad friläggningssyta på 2 m ovanför släntkrön.

4.3 Det norra bergspartiet öster om Långströmsgatan

Observationer

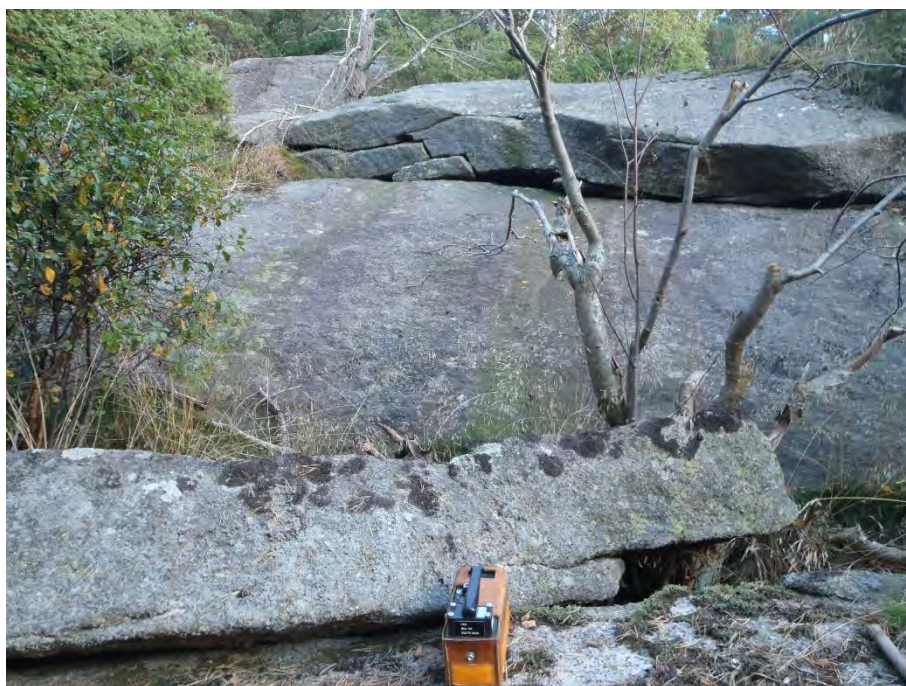
Längs den norra gaveln av Långströmsgatan 11 löper en 1-1,5 m hög bergskärning upp i slänten. Ovanför Långströmsgatan 11 övergår den i en jord-/blockslänt. Skärningen är uppsprucken och vittrad samt uppvisar tydliga sprängskador men bedöms vara stabil.

Slänten norrut längs Långströmsgatan utgörs närmast GC-vägen av en jordslänt med enstaka framstickande block eller mindre hållar. Bakom slänten vidtar ett flackare parti med lösliggande, jordtäckta block (se Figur 4.7) och därovanför en naturlig bergslänt som reser sig stegvis uppåt. Släntsidan bildas av 2-4 m höga medelbranta sprickplan ur sprickgrupp 3, med flacka jordtäckta partier däremellan. I den södra änden nära Långströmsgatan 11 finns även en sank svacka.



Figur 4.7. Jord-/blockslänt med vegetation, Långströmsgatan till höger bakom träden.

Den höga naturliga bergslänten är allmänt uppsprucken, antingen i 0,5-1 m tjocka skivor parallella med sprickgrupp 3 eller, där sprickgrupp 2 och 4 tättnar, i block med kantlängd 0,6-2 m. Även sprickor ur övriga sprickgrupper förekommer, framför allt ytnära horisontella bankningsplan. På sina ställen syns i de övre släntdelarna tydligt hur skivorna har lossnat och glidit ner en bit, för att fastna på de flacka mellanpartierna. Se Foto 4.8.



Figur 4.8. Nedfallen skiva i övre delen av bergslänten.

Aktiviteten i slänten bedöms ha varit störst vid istidens slut och inga större fortsatta rörelser förutses under eventuella nya byggnaders livstid (ca 100 år). Befintliga block och skivor bedöms idag vara stabila.

Restriktioner och åtgärder

Befintliga slänter bedöms vara stabila och inga stabilitetshöjande åtgärder bedöms vara nödvändiga.

- Vid eventuell bergschakt bör nya bergschaktväggar om möjligt anpassas till sprickplan ur sprickgrupp 3 (lutning 1:1 till 2:1). Alternativt utförs förförstärkning enligt avsnitt 4.2 ovan.

- Om eventuell bergschakt planeras intill befintliga byggnader vid det östra bostadsområdet ska denna utföras försiktigt med beaktande av restriktioner i den sprängtekniska riskanalys som måste tas fram.
- Efter eventuell bergschakt rensas kvarstående schaktväggar på löst bergmaterial och bergsakkunnig tillkallas för att bedöma behov av eventuell förstärkning såsom bultning.

Vid eventuella schaktarbeten i jord-/blockslänten kan vissa block få sitt bottenstöd bortgrävt och bli underminerade. Dessa block måste säkras, enklast genom en föreskriven utökad frilägningsyta på 2 m ovanför släntröner.

5 Riskklassificering med avseende på markradon

Radon är en radioaktiv gas vars sönderfallsprodukter, radondöttrarna, följer med inandningsluften och kan orsaka skada i luftvägarna. Radongas nybildas ständigt i jord och berg genom sönderfall av uran och radium. Radonavgång från hälltytor och krossmaterial ökar med kornstorlek, skiffrighet, sprickighet och vittring.

En byggnad har normalt ett svagt undertryck gentemot jordluften och kan därför suga in markradon. Med anpassad byggnadsteknik kan bostäder skyddas mot inläckande markradon.

I Tabell 5.1 nedan redovisas gällande gräns- och riktvärden för gammastrålning och radioaktivitet i inomhusluft. Refererade föreskrifter och råd listas under Referenser i Innehållsförteckningen.

Tabell 5.1 Gräns- och riktvärden för gammastrålning och radioaktivitet i inomhusluft

Avser	Gränsvärde (G) Riktvärde (R)	Föreskrift/råd
<i>Gammastrålning</i>		
i nya bostäder	0,30 µSv/h (G)	BBR19, avsnitt 6.12
på lekplatser och andra ofta använda uteplatser	1,0 µSv/h (G)	Rad. Prot. Aut. 2000, avsnitt 7.1.3
från befintlig bostadsfasad	0,30 µSv/h (R)	SOSFS 1999:22, sid 3
<i>Radonhalt i inomhusluft</i>		
i befintliga hus	200 Bq/m ³ (R)	SOSFS 2004:6, sid 1
i nybyggda hus	200 Bq/m ³ (G)	BBR19, avsnitt 6.23
arbetsplatser ovan jord	200 Bq/m ³ (G)	AFS 2011:18, sid 53 not 42
arbetsplatser under jord (i inredda berggrum etc)	400 Bq/m ³ (G)	AFS 2011:18, sid 53 not 41
arbetsplatser under jord (berggruvarbete etc)	1 300 Bq/m ³ (G)	AFS 2011:18, sid 53 not 41

För klassificering av berg och stenmaterial används gränsvärden för gammastrålning och radiumhalt i Tabell 5.2, enligt BRF T20:1989:

Tabell 5.2 Gränsvärden för gammastrålning och radiumhalt i bergmaterial

Gammastrålning ($\mu\text{Sv/h}$)	Halt radium-226 (Bq/kg)	Risk- klassificering	Byggnads- konstruktion
$\leq 0,20$ (hällyta) $\leq 0,15$ (sprängsten)	≤ 200 (hällyta) ≤ 125 (sprängsten)	normalriskmark m.a.p. radon	radonskyddande
$> 0,20$ (hällyta) $> 0,15$ (sprängsten)	> 200 (hällyta) > 125 (sprängsten)	högriskmark m.a.p. radon	radonsäker

Metod

Flygmätningar av uran-, kalium- och toriumhalter utförda av SGU ger en första indikation på om undersökningsområdet generellt består av normal- eller högradonmark. För det aktuella undersökningsområdet indikerar SGU:s flygmätningar normalradonmark.

I samband med fältkarteringen uppmättes berggrundens totala gammastrålning med hjälp av gammascintillometer hyrd av SGU i Göteborg. Mätningen utfördes kontinuerligt på blottat berg inom undersökningsområdet. Metod för scintillometermätning beskrivs i BRF T20:1989. Denna metod ger en indikation på uran- och radiuminnehållet i berggrunden och därmed även radonhalt i markluft. Vid uppmätta nivåer $< 0,15 \mu\text{Sv/h}$ är radiumhalterna väl under gränsvärdet 200 Bq/kg och ingen ytterligare mätning med gammaspektrometer behöver utföras.

Resultat

Uppmätt total gammastrålning inom undersökningsområdet ligger konsekvent på ca **$0,10 \mu\text{Sv/h}$** . I partier med finkornigare granit uppmättes $0,08 \mu\text{Sv/h}$. I en 0,6 m bred pegmatitgång mitt emot Långströmsgatan 4 uppmättes $0,14 \mu\text{Sv/h}$.

Mätresultaten visar på att berggrunden inom aktuellt undersökningsområde utgörs av **normalradonmark**.

Bergmaterialet bedöms ur strålsäkerhetssynpunkt kunna användas som byggnadsmaterial.

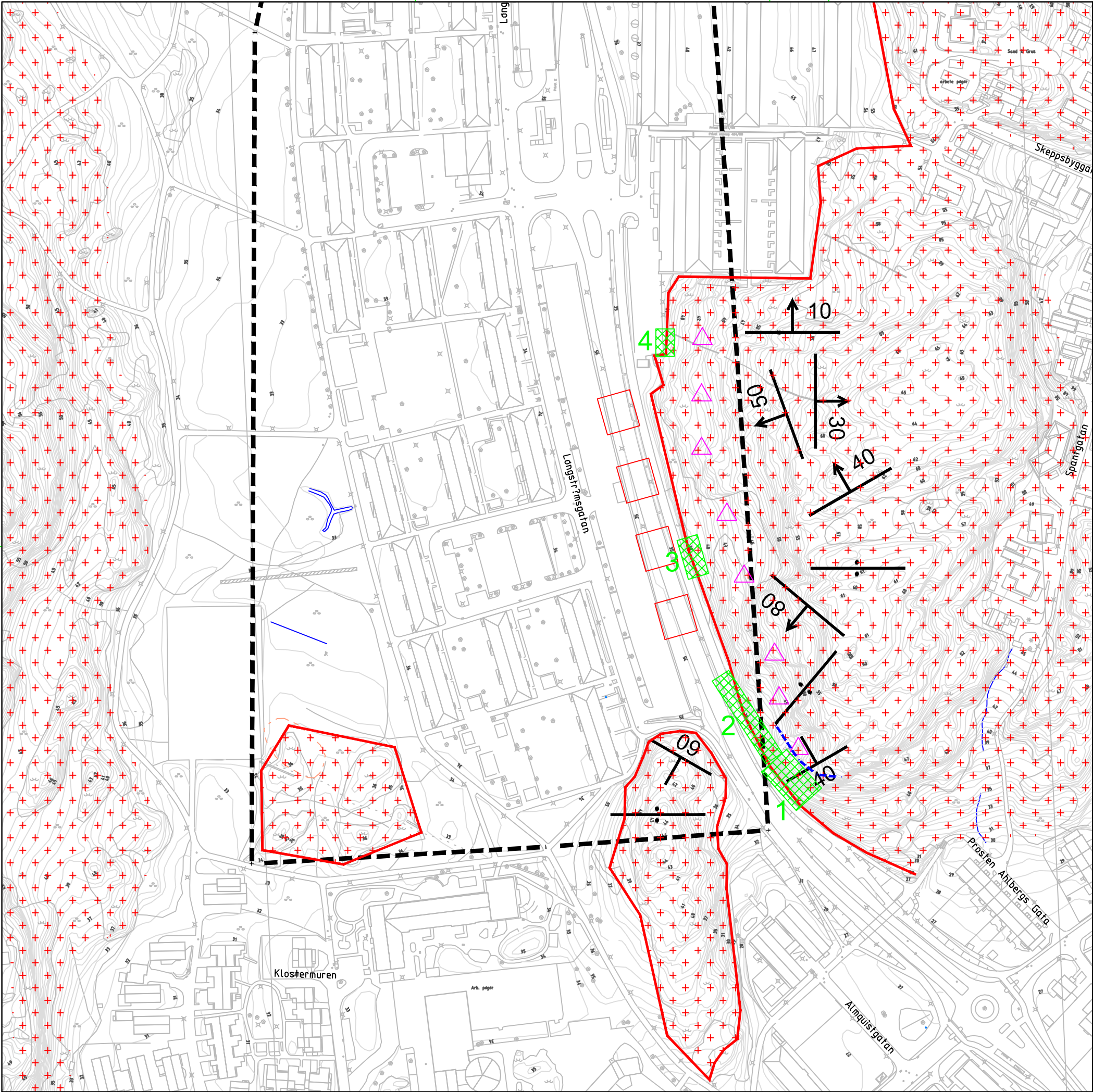
Rekommendationer

På **normalradonmark** ska nykonstruerade byggnader vara **radonskyddande**, d.v.s. med en grundkonstruktion som inte ger uppenbara otätheter mot markluft. Till exempel bör rörgenomföringar och kulvertintag i byggnadens bottenplatta och eventuella källarytterväggar tätas, eller åtgärder vidtagas som förhindrar att sprickor uppstår i golv och källarytterväggar på grund av sättningar eller andra rörelser. (Clavensjö B & Åkerblom G, 2004)

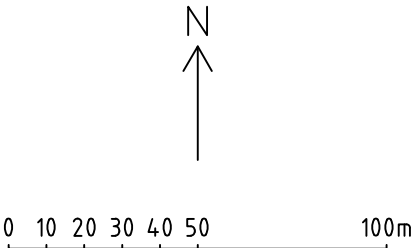
för
Bergab - Berggeologiska Undersökningar AB

Helena Kiel

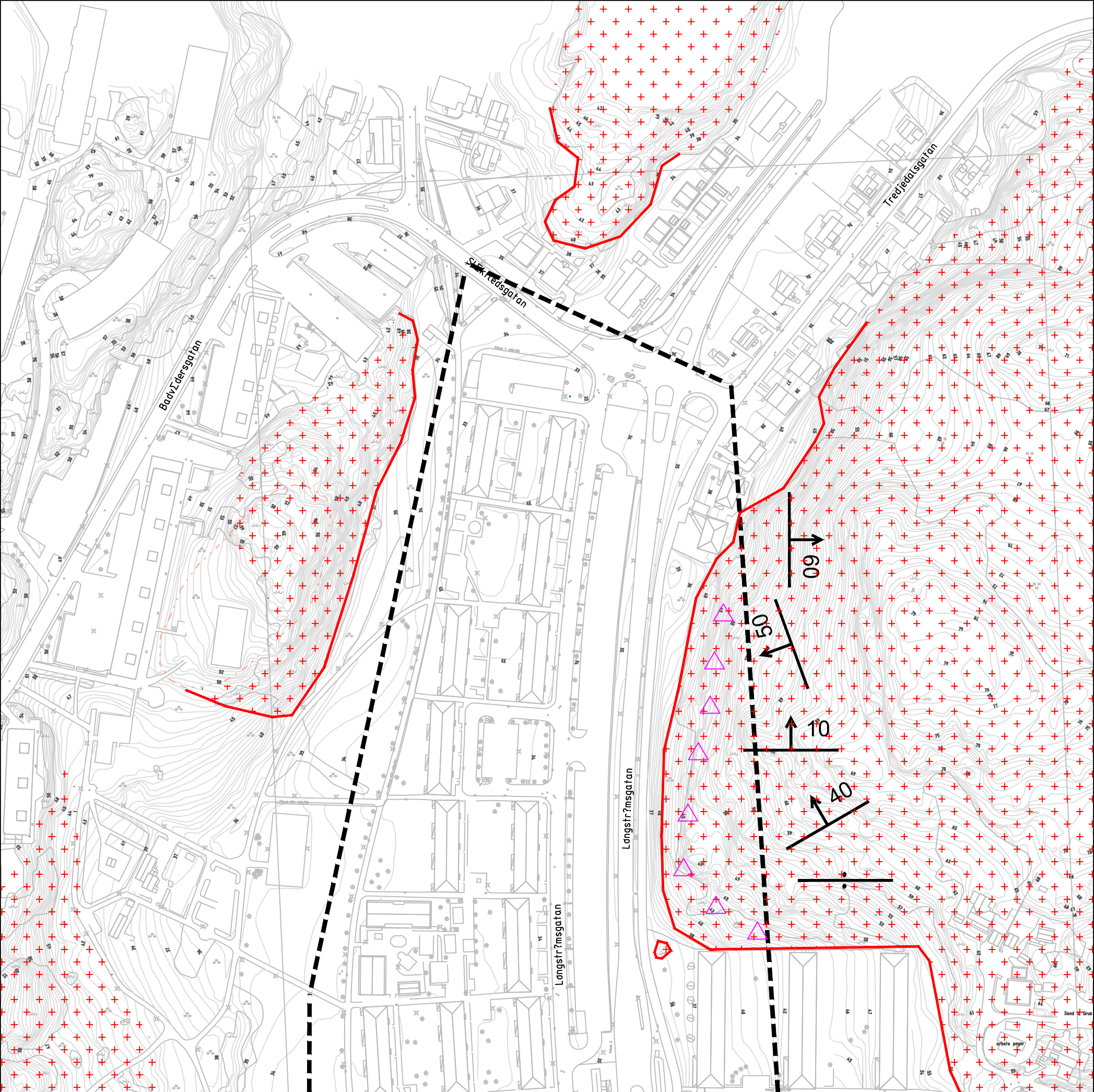
Bilaga 1 Planritning



- FÖRKLARINGAR**
- GRÄNS FÖR UNDERSÖKNINGSOMRÅDE
 - STAKET
 - OMRÅDE MED BLOTTAT BERG (GNEJSIG GRANIT) ELLER TUNT JORDTÄCKE (< 50 cm)
 - FOLIATION MED FOLIATIONSRIKTNING OCH LUTNING FRÅN HORIZONTALPLANET
 - SPRICKA MED SPRICKRIKTNING OCH LUTNING FRÅN HORIZONTALPLANET
 - SPRICKA MED VERTIKAL LUTNING
 - LÖSLIGGANDE BLOCK
 - BEDÖMT INSTABILT PARTI MED ID-NR ENLIGT RAPPORT
- ANMÄRKNINGAR**
GRÄNS FÖR BERG I DAGEN ÄR ENDAST OKULÄRT UPPSKATTAD. SPRICKSYMBOLER ÄR ENDAST ILLUSTRATIVA OCH ANGER EJ ABSOLUT LÅGE ELLER FREKVENNS.



		REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER		SIGN	DATUM
		DETALJPLAN LÅNGSTRÖMSGATAN					
 Stampgatan 15 416 64 GÖTEBORG Tel. 031-774 75 00 www.bergab.se Bergab-Berggeologiska Undersökningar AB		BILAGA 1 PLANRITNING, BERGTEKNISK UTREDNING					
KONSTR HK	GRANSK JK	PLAN			FORMAT A3	SKALA 1:2000	
GÖTEBORG	2015-10-08	LIT UG15129			RITNINGNUMMER BLAD 1		REV
J. KARLSSON							



- FÖRKLARINGAR**

GRÄNS FÖR UNDERSÖKNINGSOMRÅDE

STAKET

OMRÅDE MED BLOTTAT BERG (GNEJSIG GRANIT) ELLER TUNT JORDTÄCKE (< 50 cm)

FOLIATION MED FOLIATIONSRIKTNING OCH LUTNING FRÅN HORIZONTALPLANET

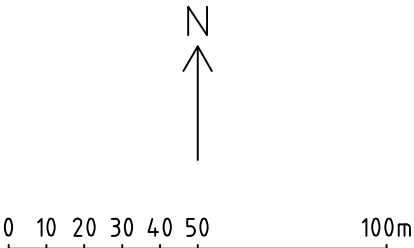
SPRICKA MED SPRICKRIKTNING OCH LUTNING FRÅN HORIZONTALPLANET

SPRICKA MED VERTIKAL LUTNING

LÖSLIGGANDE BLOCK

BEDÖMT INSTABILT PARTI MED ID-NR ENLIGT RAPPORT
- ANMÄRKNINGAR**

GRÄNS FÖR BERG I DAGEN ÄR ENDAST OKULÄRT UPPSKATTAD. SPRICKSYMBOLER ÄR ENDAST ILLUSTRATIVA OCH ANGER EJ ABSOLUT LÅGE ELLER FREKVEN.



REV		ANT	ÄNDRINGEN AVSER		SIGN	DATUM
			DETALJPLAN LÅNGSTRÖMSGATAN			
bergab Stampgatan 15 416 64 GÖTEBORG Tel. 031-774 75 00 www.bergab.se Bergab-Berggeologiska Undersökningar AB			BILAGA 1 PLANRITNING, BERGTEKNISK UTREDNING			
KONSTR HK		GRANSK JK		PLAN		
GÖTEBORG		2015-10-08		LIT UG15129		FORMAT A3 RITNINGNUMMER BLAD 2
J. KARLSSON				SKALA 1:2000 REV		



Teckenförklaring

- Slb- Slagsondring till fast botten
- Tf- Trycksondring till fast botten
- Skr- Skruvsondring (störda jordprover)
- Vb- Vingsondring
- Kv- Kalvprovning (störda jordprover)
- CPT- sondring (Cone Penetration Test)
- Gw- Grundvatten
- Portvskämning
- Miljöprovning, Radonmätning
- Miljöprovning, laboratorieanalys
- Belastningsrestriktion, 35 kPa

Punkterna 25 och 26 är inte mätta och har utgående läge.
Punkterna 5W1 och 5W2 är utförda av WSP 2016, uppgifts-
nummer 10205371.
Grundvatten GW 1758 och GW 1759 mätta i Göteborgs stads
grundvattenmättningsprogram

Koordinatsystem i plan
SweRef 99 12 00
Koordinatsystem i höjd
RH 2000

GÖTEBORGS STAD LÅNGSTRÖMSGATAN DETALJPLAN FÖR NYA BOSTÄDER

TELISTEDT

BYGGMONSTRUKTION GEOTEKNIK MÄTTENIK

Värdagsgatan 12A 412 65 Göteborg
Tel 031 723 73 00 Fax 031 335 81 09
www.teclist.se

UPPDRAG NR 115-232
DATORISERAD T. BORG/JJ THOMAS BORG
2015-11-06 T. ÖSTERGREN
GEOTEKNIK UNDERSÖKNING
SONDERINGSPLAN

SKALA A1 1:1000
NUMMER G-1
BET