

STENA FASTIGHETER

PENNYGÅNGEN, HÖGSBOHÖJD

PM/GEOTEKNIK



2016-05-13

Uppdragsnr: 720429  
GNR: 16022  
Datum: 2016-05-13

Pennygången, Högsbohöjd  
PM/Geoteknik

2 (12)



## DOKUMENTINFORMATION

Uppdrag	Pennygången, Högsbohöjd	
Uppdragsnummer	720429	
GNR	16022	
Datum	2016-05-20	
Revidering		
Beställare	Stena Fastigheter	
Beställarens referens	Johan Burell	
Uppdragsledare	Anna Maria Janson Tfn. 0722 26 89 12 mail. <a href="mailto:Annamaria.janson@afconsult.com">Annamaria.janson@afconsult.com</a>	
Upprättad av	Anna Maria Janson	2016-05-13
Granskad av	Mikael Isaksson	2016-05-16



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 Objekt.....	5
2 Syfte.....	5
3 Styrande dokument.....	5
4 Underlag för projektering .....	5
4.1 Planerad konstruktion.....	5
4.2 Befintliga ledningar .....	5
4.3 Geotekniska undersökningar.....	5
4.3.1 Utförda undersökningar .....	5
4.3.2 Tidigare utförda undersökningar .....	5
5 Befintliga förhållanden .....	6
5.1 Befintliga byggnader och anläggningar.....	6
5.2 Topografiska förhållanden .....	6
5.3 Geotekniska förhållanden.....	7
5.3.1 Jorddjup och jordlagerföljd.....	7
5.3.2 Jordegenskaper .....	7
5.4 Hydrogeologiska förhållanden .....	7
5.5 Geofysiska förhållanden.....	8
5.5.1 Markradarmätning .....	8
5.6 Bergmodell .....	8
6 Radon .....	8
6.1 Radon i berggrund .....	9
7 Sammanställning härledda värden.....	10
7.1 Hållfasthet- och deformationsegenskaper .....	10
7.1.1 Naturligt lagrad jord.....	10
7.1.2 Fyllning .....	11
8 Släntstabilitet .....	11
9 Sättningar .....	11
10 Rekommendationer och restriktioner.....	11
10.1 Schakt.....	11
10.2 Grundläggning .....	11
10.3 Omgivningspåverkan .....	12
10.4 Radon .....	12

Uppdragsnr: 720429  
GNR: 16022  
Datum: 2016-05-13

Pennygången, Högsbohöjd  
PM/Geoteknik

4 (12)



## Ritningar

<i>Ritningsnummer</i>	<i>Ritning</i>	<i>Skala</i>	<i>Format</i>
16022-G41	Bergschakt, Plan	1:500	A1



# 1 Objekt

På uppdrag av Stena Fastigheter har ÅF Infrastructure AB utfört en geoteknisk utredning inom Pennygången, Högsbohöjd i Göteborgs kommun. Projektet avser förtätning av befintligt bostadsområde.

# 2 Syfte

De geotekniska undersökningarna syftar till att utgöra underlag för en beskrivning av de geotekniska förhållandena inom det aktuella området för nyexploatering.

# 3 Styrande dokument

Styrande dokument är:

SS-EN 1997-1:2005 Dimensionering av geokonstruktioner

# 4 Underlag för projektering

## 4.1 Planerad konstruktion

Ungefärligt läge för blivande byggnader har tillhandahållits av beställaren.

## 4.2 Befintliga ledningar

Läget av befintliga ledningar har tillhandahållits av beställaren samt ledningskollen.

## 4.3 Geotekniska undersökningar

### 4.3.1 Utförda undersökningar

Information om, samt resultat, från de utförda fält- och laboratorieundersökningarna redovisas i Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik, MUR/Geoteknik, daterad 2016-05-13

Fältundersökningarna har utförts av ÅF Infrastructure AB i april 2016. Totalt omfattar fältarbetet 23 st. undersökningspunkter. Jordprover har analyserats på WSP Sverige AB geotekniska laboratorium i Göteborg.

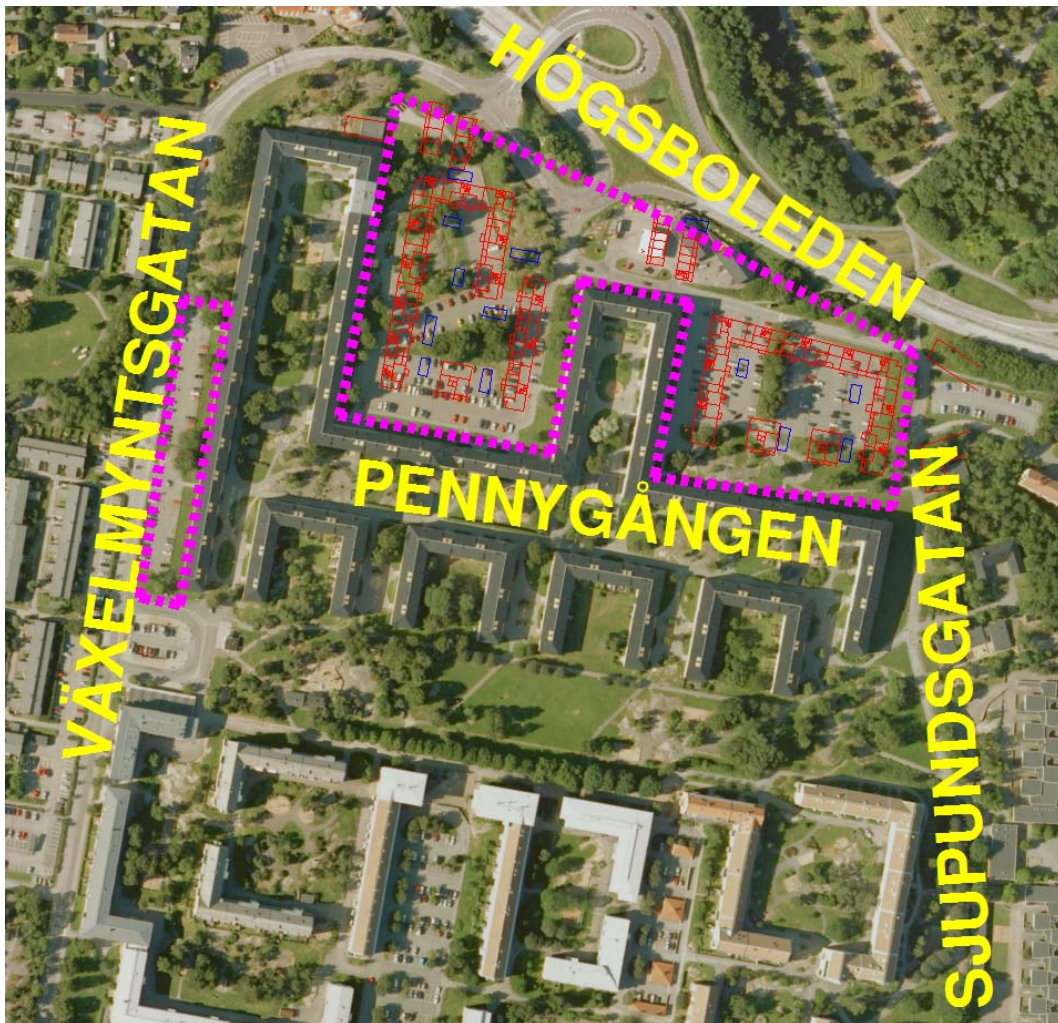
Undersökningspunkterna har mätts in med GPS av ÅF Infrastructure AB. Inmätning har utförts enligt geoteknisk mätningssklass B.

### 4.3.2 Tidigare utförda undersökningar

Jordartskarta, jorddjupskarta samt berggrund- och radonmätningsskarta har hämtats från SGU:s hemsida.



## 5 Befintliga förhållanden



Figur 1. Översikt över utredningsområdet (cerise streckad linje)

### 5.1 Befintliga byggnader och anläggningar

Befintlig bebyggelse består av flerfamiljshus med 3-4 våningar uppförda mellan åren 1954-1962. Inom området finns befintliga el-, opto-, fjärrvärme-, tele- samt VA-ledningar. Norr om området finns en befintlig gasledning.

### 5.2 Topografiska förhållanden

Bostadsområdet Pennygången är beläget på en höjdplatå med Högsboleden i norr och Växelmyntsgatan i väster och söder samt Sjupundsgatan i öster. Österut sluttar terrängen ned mot stadsdelen Högsbo.

Markytan inom området består av omväxlande grönytor och asfalterade kör- samt parkeringsytor. På flera ställen går berget i dagen.

Marken inom utredningsområdet sluttar generellt från nivån +65,5 i västra delen av området till ca +50,5 i östra delen av området.





## 5.3 Geotekniska förhållanden

### 5.3.1 Jorddjup och jordlagerföljd

Jorddjupet inom utredningsområdet är generellt ringa och uppgår till som högst ca 4,5 meter i områdets sydöstra del.

Området är utfyllt med en fyllnadsmäktighet på ca 0,5 – 2,5 meter. De naturliga jordlagren består överst av ett lager grusig sand som underlagras av sandig silt alternativt siltig lera med sand- och siltskikt. Ställvis har silten respektive leran utbildats som torrskorpa på den översta metern. Silten respektive leran vilar på ett lager friktionsjord på berg.

Enligt SGU:s jordartskarta består området av berg i dagen bitvis täckt av postglacial sand och glacial lera/finlera.



**Figur 2.** Jordartskarta från SGU. Grön markering visar områdets lokalisering.  
© Sveriges geologiska undersökning (SGU)

### 5.3.2 Jordegenskaper

Fyllningen i området består av grusig sand alternativt stenigt grus. Block har påträffats i fyllningen.

Vattenkvoten i sanden är i ett prov bestämd till 16 %, i torrskorpesilten till 22 %, i torrskorpeleran till 25 % och i den sandiga silten varierar vattenkvoten mellan ca 14 och 22 %.

Skjuvhållfastheten i den siltiga leran är bestämd i en punkt och den varierar mellan ca 78 kPa på djupet tre meter under markytan till ca 26 kPa på djupet fyra meter under markytan.

Sanden är enligt utvärdering i CONRAD lös lagrad och friktionsvinkeln varierar mellan ca 34 och 38 grader.

## 5.4 Hydrogeologiska förhållanden

Vatten förekommer dels i hålrum och spricksystem i de ytliga jordlagren som ytvatten och dels i friktionsjorden under leran som grundvatten. Både ytvatten och grundvatten bedöms variera beroende på årstid och nederbörd.

Fri grundvattenyta i den övre öppna akviferen har sökts i samband med samtliga skruvprovtagningar vid undersökningstillfället. Grundvattentrycket i friktionsjorden



under leran är uppmätt via tryckutjämningsförsök i samband med CPT-sondering i 2 punkter.

Vattenytan i den övre akvifären låg vid undersökningstillfället mellan ca 1,2 och 2,1 meter under markytan. Grundvattenytan i friktionsjordslagret under leran visade på en trycknivå motsvarande ca 0,4 till 1,0 meter under markytan.

## 5.5 Geofysiska förhållanden

### 5.5.1 Markradarmätning

Radarmätningarna överensstämmer generellt med de geotekniska undersökningarna. Resultatet från radarmätningarna ligger till grund för beskrivning av jorddjup och jordlagerföljd, se 5.3.1

## 5.6 Bergmodell

Geoteknisk sonderingsdata har tillsammans med inmätta höjder från berg-i-dagenområden och markradarresultat använts för att konstruera en 3d-modell över bergets överyta.

Positioner för radardata har transformerats ifrån WGS84 till SWEREF 99 12 00 mha Arcmap 10.

Information från alla datakällor har kombinerats i Autodesk Civil 3D till en bergmodell. Bergmodellen har levererats i dwg-format.

Generellt förväntas att modellen i en del fall, särskilt långt ifrån där berget finns i dagen, underskattar djup till berg. Detta beror på modelleringstekniska brister i programvaran.

Utifrån bergmodellen och nivån för planerade byggnader har mängden bergschakt uppskattats. Mängden redovisas i plan på ritning 16022-G41.

## 6 Radon

Uppmätt radongashalt i porluft i friktionsjorden/fyllningen redovisas i Tabell 10.1 i Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik, MUR/Geoteknik, daterad 2016-05-13. Mätvärdena motsvarar normalradonmark m h t rekommendationer avseende klassificering av mark ur radonsynpunkt. Gränsvärden för klassificering av radonmark redovisas i Tabell 6.1

Tabell 6.1 Gränsvärden för klassificering av radonmark (Radon i bostäder R85:1988).

Klassificering	Gränsvärde radongashalt [kBq/m <sup>3</sup> ]
Lågradonmark	< 10 kBq/m <sup>3</sup>
Normalradonmark	10 - 50 kBq/m <sup>3</sup>
Högradonmark	> 50 kBq/m <sup>3</sup>





## 6.1 Radon i berggrund

Samtliga mätningar (Tabell 6.2) påvisar lågradonmark (jmf gränsvärden i Tabell 6.3). Materialet har gammaindex betydligt under 1 vilket enligt rekommendationer från de nordiska strålsäkerhetsmyndigheterna innebär att materialet kan användas utan restriktioner. Resultaten är samstämmiga med SGUs flyggeofysiska mätningar.

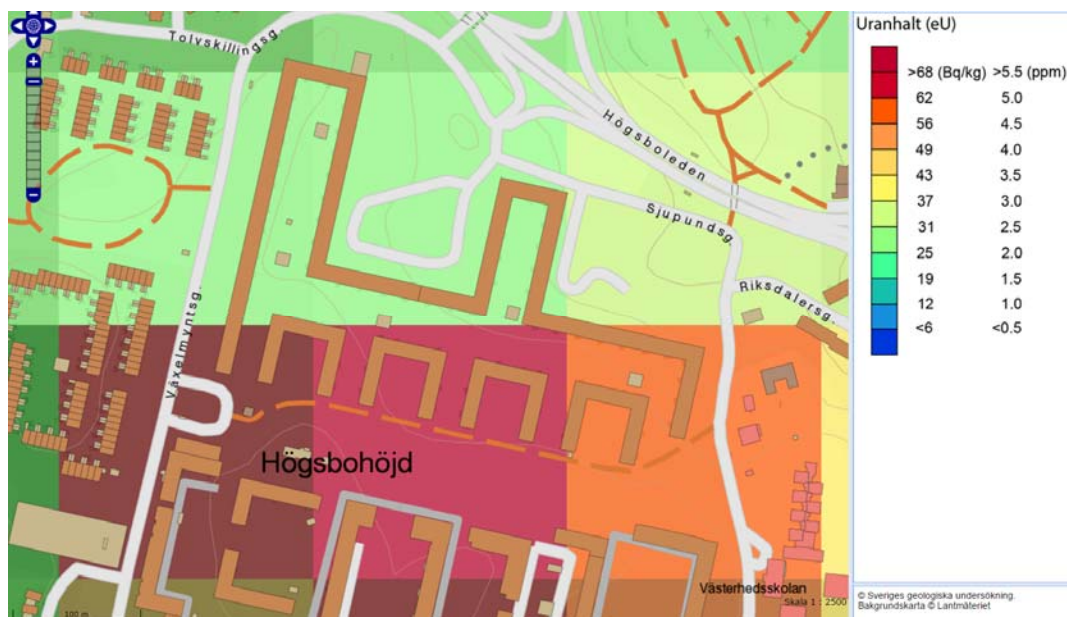
Tabell 6.2. Värden beräknade från uppmätta värden (se MUR: Tabell 4) där Ra = Radium.

Undersökningpunkt	Ra-226 (Bq/kg)	Radiumindex, MRa	Gamma-index, mγ	Klassificering
100	30,7	0,154	0,161	Lågradonmark
101	33,2	0,166	0,166	Lågradonmark
102	29,5	0,148	0,160	Lågradonmark
103	39,4	0,197	0,164	Lågradonmark

Tabell 6.3 Gränsvärden för klassificering av radonmark (Clavensjö och Åkerblom, 2004).

Klassificering	Radiumhalt [Bq/kg]
Lågradonmark	< 60 Bq/kg
Normalradonmark	60-200 Bq/kg
Högradonmark	> 200 Bq/kg

Inga pegmatitgångar som lokalt skulle kunna höja radongashalterna har påträffats. Ett område med hög uranhalt finns direkt söder om Pennygången, se Figur 3. Dessa bergarter, som kan ge hög radonhalt, kan påträffas på djupet även vid platsen för planerade byggnader.



Figur 3. Gammastålning, uran från SGU Karvisaren. © Sveriges geologiska undersökning (SGU)



## 7 Sammanställning härledda värden

### 7.1 Hållfasthet- och deformationsegenskaper

#### 7.1.1 Naturligt lagrad jord

Nedan redovisas valda värden för skjuvhållfasthet, friktionsvinkel och E-modul i den naturligt lagrade sandjorden samt leran. Värdena har utvärderats utgående från utförda CPT-sonderingar i området. Friktionsvinkeln är reducerad pga den stora andelen silt.

Tabell 7.1 Vald friktionsvinkel samt E-modul för den naturligt lagrade sandjorden och leran

Material	Djup (m)	Friktionsvinkel $\phi_k$ (°)	E-modul $E_k$ (MPa)	Skjuvhållfasthet (kPa)
Sand	0-5	33	10	
Lera	0-3,5	30		60
	3,5-4	30		25

Jordens tunghet har valts utgående från tabellerade empiriska värden i TK Geo 13 tabell 5.2-1.

Tabell 7.2 Valda tungheter

Jordmaterial	Tunghet $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Effektiv tunghet $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Lera	17	7
Silt	17	9
Naturligt lagrad sandjord	18	10

Siltens hållfasthetsegenskaper har valts utgående från tabellerade empiriska värden i TK Geo 13 tabell 5.2-2 och 5.2-3.

Tabell 7.3 Vald friktionsvinkel samt E-modul för den naturligt lagrade silten

Djup (m)	Friktionsvinkel $\phi_k$ (°)	E-modul $E_k$ (MPa)
0-4	30	10

Torrskoprelerans respektive torrskorpesiltens hållfasthetsegenskaper har väljs enligt tabell nedan

Tabell 7.4 Vald friktionsvinkel samt E-modul för den naturligt torrskorpan

Djup (m)	Friktionsvinkel $\phi_k$ (°)	E-modul $E_k$ (MPa)
0-2	30	10



## 7.1.2 Fyllning

Nedan redovisas valda värden för packad fyllning. Värdena har valts utgående från tabellerade empiriska värden för fast lagrat material i TK Geo 13 tabell 5.2-2 och 5.2-3.

Tabell 7.5 Sammanställning materialegenskaper för fyllnadsmassor av friktionsjord

Jordmaterial	Tunghet $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Effektiv tunghet $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Friktionsvinkel $\phi_k$ (°)	E-modul $E_k$ (MPa)
Packad fyllning med grovkrossad sprängsten	20	13	45	50
Packad fyllning av grus	19	12	37	40
Packad fyllning av sand	18	10	35	20

## 8 Släntstabilitet

Planområdet utgörs av fastmark. Stabilitetsförhållandena gynnsamma. Totalstabiliteten bedöms vara tillfredställande med hänsyn till marklutningar, djup till fast botten samt jordlagerföljd.

## 9 Sättningar

Inom området har enbart mindre minder områden med sättningkänslig jord påträffats. Måktigheten på jordlagren med sättningkänslig lera bedöms ringa. Inga sättningar förväntas uppkomma då planerad bebyggelse kommer att grundläggas på fast botten och befintlig fyllning bortschaktas.

## 10 Rekommendationer och restriktioner

### 10.1 Schakt

Vid obelastat släntkrön bedöms släntlutning, 1:2 kunna användas. Kontroll mot uppträckning/bottenuppluckring i arbetsskedet ska utföras för ett grundvattentryck som antas ligga en meter under markytan.

### 10.2 Grundläggning

Grundläggningen kan ske på packad fyllnad av krossmaterial på fast botten. Den exakta utformningen av grundläggningen bestäms i samband med detaljprojekteringen.



### 10.3 Omgivningspåverkan

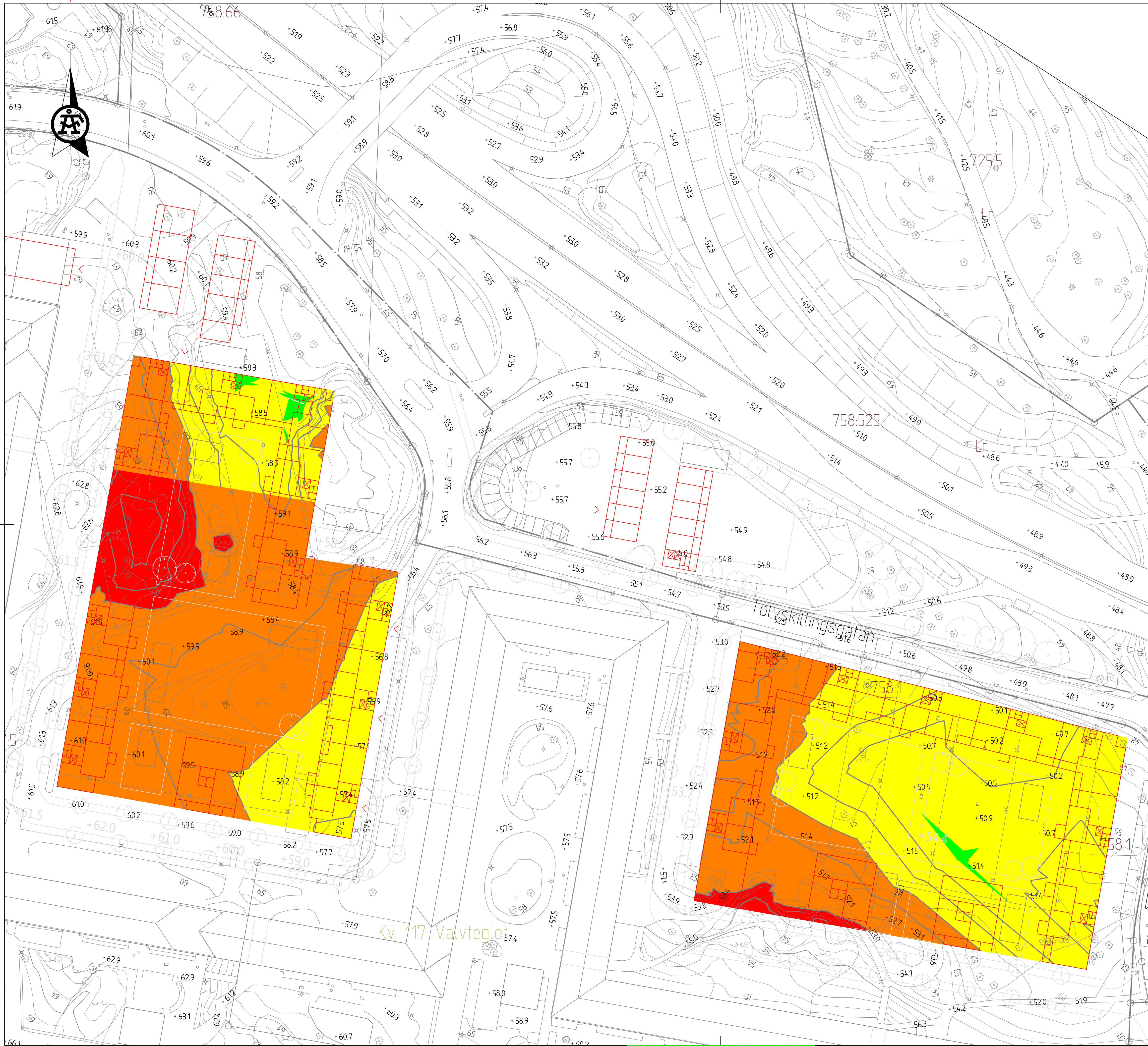
M.h.t. risken för skadliga vibrationer i samband med schaktarbetena föreslås att syn utförs av närliggande byggnader.

Vidare föreslås att vibrationsövervakning utförs inom närliggande byggnader i samband med schaktarbetena.

### 10.4 Radon

Eftersom markens halter av markradon kan ändras i och med stora schakt- och fyllnadsarbeten rekommenderas att mätningarna upprepas när dessa arbeten påbörjat. I detta skede kan man också undersöka om riskbergarterna söder om Pennygången påträffas även vid nu planerade byggnader.





## Färgindelning

Nummer	Djup	Bergshakt	Färg
1	9.00	6.00	<span style="color: red;">■</span>
2	6.00	3.00	<span style="color: orange;">■</span>
3	3.00	0.00	<span style="color: yellow;">■</span>

Hus	Shaktnivå	Mängd
Västra huset	+57,4	3400 m <sup>3</sup>
Västra huset	+54,4	28000 m <sup>3</sup>
Östra huset	+46,8	15800 m <sup>3</sup>

BET	ANT	ANDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

### PENNYGÅNGEN



ÅF INFRASTRUCTURE  
Grafiska vägen 2  
Box 1551, 401 51 Göteborg  
Tel: 010-505 00 00  
www.afconsult.com

UPPDRAG NR 7204.29	RITAD AV B.EDMAN	HANDLAGGARE A-M.JANSON
DATUM 2016-05-13	ANSVARIG ANNA MARIA JANSON	

### GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR BERGSCHAKT

PLAN	SKALA	RITNINGNUMMER	BET
	A1 1:500	16022-G41	

HANDLAGGARE  
JOHAN BURELL

DIARIENUMMER

SKALA

RITNINGNUMMER

BET