



W:\Geoteknik-13955\produkter\Geobankar\GEOARK\14031 kv Tändsticken Göteborg detaljplan\GEOARK\14031 kv Tändsticken Göteborg detaljplan\PM\PM Geoteknik kv Tändsticken 140625.docx

Skanska Fastigheter Göteborg AB

Kv Tändsticken 2, Göteborg

Geoteknisk utredning för detaljplan

2014-05-08

2014-06-25 Rev A

ÅF-Infrastructure AB

Grafiska vägen 2, Box 1551 SE-401 51 Göteborg

Telefon +46 10 505 00 00. Fax +46 10 505 30 09. Säte i Stockholm. www.afconsult.com

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

Uppdragsnr: 595620
GNR: 14031
Datum: 2014-05-08
2014-06-25 Rev A

Kv Tändstickan 2
Geoteknisk utredning för detaljplan

2 (12)



DOKUMENTINFORMATION	
Uppdrag	Kv Tändstickan 2 Geoteknisk utredning
Uppdragsnummer	595620
GNR	14031
Datum	2014-05-08
Revidering	2014-06-25

Beställare	Skanska Fastigheter Göteborg AB
Beställarens referens	Niklas Grimslätt

Uppdragsledare	Virginia Bengtsson Tfn. 010-505 85 54 mail. virginia.bengtsson@afconsult.com	
Upprättad av	Virginia Bengtsson	2014-05-08 2014-06-25
Granskad av	Kine Meijer	2014-05-08



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

A

1	UPPDRAG	4
2	GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR	4
3	UNDERLAG	4
4	PLANERAD BEBYGGELSE	4
5	OMRÅDESBESKRIVNING	4
6	BEFINTLIGA KONSTRUKTIONER	4
7	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	5
8	GEOHYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	6
9	STABILITET	7
9.1	Förutsättningar	7
9.2	Stabilitetsanalyser	8
10	SÄTTNINGAR	11
11	EROSION	11
12	GEOTEKNISKA REKOMMENDATIONER	11
12.1	Grundläggning	11
12.2	Stabilitetsförhållanden	11
12.3	Omgivningspåverkan	12
BILAGOR		
	Befintliga förhållanden odränerad analys	1:1
	Befintliga förhållanden kombinerad analys	1:2
	Planerade förhållanden odränerad analys - lastrestriktion	1:3
	Planerade förhållanden kombinerad analys - lastrestriktion	1:4
	Planerade förhållanden odränerad analys - avlastning	1:5
	Planerade förhållanden kombinerad analys - avlastning	1:6



1 Uppdrag

På uppdrag av Skanska Fastigheter Göteborg AB har ÅF Infrastructure AB utfört en geoteknisk utredning för Kv. Tändstickan 2 i Göteborg. Syftet med utredningen är att utgöra underlag för detaljplanearbete.

I föreliggande PM ges en sammanfattning och beskrivning av de geotekniska förhållandena inom området.

2 Geotekniska undersökningar

Tidigare utförda geotekniska undersökningar finns sammanställda och redovisade i "Markteknisk undersöknings rapport/Geoteknik, ÅF-Huset, Kallebäck 2:5" uppdragsnummer 568124/11048, upprättad av ÅF Infrastructure på uppdrag av Skanska Fastigheter, daterad 2012-01-13.

3 Underlag

Underlaget utgörs av en situationsplan med planerade byggnaders (kontors- och bostadshus) placering inom fastigheten. Nybyggnadsförslaget är upprättat av Arkitektbyrån Design daterat 2014-03-12. Grundkarta har inhämtats från Göteborgs kommun.

4 Planerad bebyggelse

Planerade byggnader inom området består av två kontorsbyggnader och fyra bostadshus. Kontorsbyggnaderna planeras att uppföras i 7 respektive 10 plan. Bostadshusen planeras att uppföras i 9 till 16 våningar.

5 Områdesbeskrivning

Området utgörs av tomtmark där befintlig markyta ligger på nivån ca +13. Markytan sluttar flackt ner mot Mölndalsån där Grafiska vägen ligger på nivå +12,6 - +12,8.

Området avgränsas i norr av Almedalsvägen och i väst av Grafiska vägen. På fastighet Kallebäck 2:5 i öster finns ett kontorshus samt tillhörande garage. Till söder om fastigheten ligger ett industriområde, se Figur 1.

6 Befintliga konstruktioner

Kontorsbyggnaden samt garaget inom fastighet Kallebäck 2:5 är grundlagda på spetsburna pålar.

Vägområdet som utgörs av korsningen mellan Grafiska vägen och Almedalsvägen och vidare upp mot Strindbergsbron är grundförstärkt med lättfyllning.



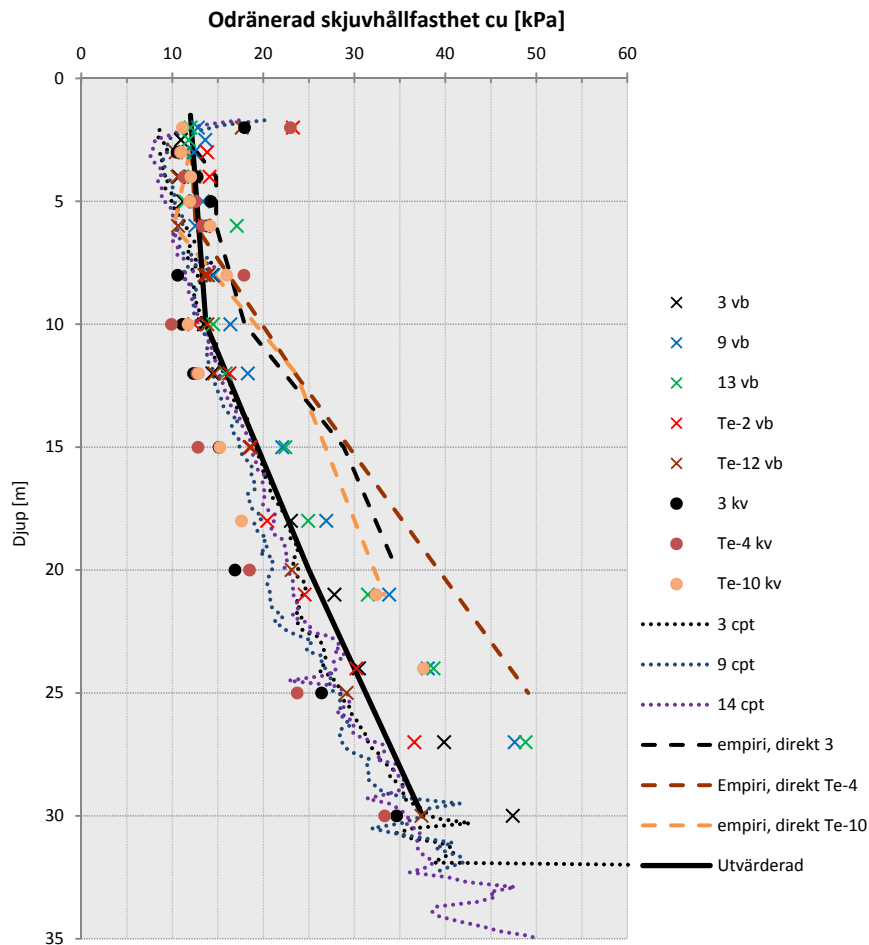
Figur 1. Översiktskarta med ungefärligt läge för planområdet utmärkt med rött.

7 Geotekniska förhållanden

Utförda undersökningar visar på att lera finns till stora djup inom fastigheten. Lerdjupen varierar mellan 26 och 41 m och underlagras av friktionsjord med varierande mäktighet.

De ytliga jordlagren utgörs överst av antingen ett fyllnadsmaterial bestående av grus, sand eller kross alternativt en grusig sand eller silt. På ca 0,5 m djup återfinns torrskorpelera ned till mellan 1-1,7 m djup. Strax under torrskorpan och ned till ca 5 m djup är leran gytjtig.

Lerans skjuvhållfasthet är i huvudsak mycket låg till låg, ökades mot djupet, se Figur 2. Sammanvägt härlett värde för odränerad skjuvhållfasthet redovisas i Tabell 1 nedan. Lerans densitet varierar mellan 1,4 och 1,7 t/m³ och den naturliga vattenkvoten mellan 50 och 110 %. Leran är mellan- till mycket högplastisk och mellansensitiv (till ca 10 m djup) till högsensitiv.



Figur 2. Odränerad skjuvhållfasthet som funktion av djup, samtliga undersökningsmetoder

Dränerad skjuvhållfasthet i lerjorden uppskattas empiriskt med kohesionsinterceptet $c' = 0,1c_u$.

Tabell 1. Sammanvägt härlett värde för odränerad skjuvhållfasthet.

Djup ök lager [m]	Odränerad skjuvhållfasthet [kPa]
0	12
1,5	$12 + 0,2 * z$
10	$13,5 + 1,2 * z$

$z = 0$ i lagrets överkant

8 Geohydrologiska förhållanden

Den fria grundvattenytan har observerats i provtagningshål och är belägen 0,3 m - 0,5 m under markytan. Mätningar av portrycket i leran visar en hydrostatisk fördelning ner till ca 5 m djup med ökande portrycksgradient mot djupet. I friktionsjorden under leran är portrycken artesiska. Trycknivån på 32 m djup uppgår till ca 350 kPa.



Karakteristiska vattennivåer för Mölndalsån regleras i en vattendom från 1955 (Dom A47/1955), se Tabell 2 nedan.

Tabell 2. Vattenståndsnivåer i Mölndalsån enligt vattendom från 1955 (Göteborgs lokala höjdsystem)

Vattenstånd	Nivå
HHV	+11,8
MV	+11,5
LLV	+11,2

Under 2007-2008 utfördes en rensning och upprustning i Mölndalsån där åsektionen återställdes till den sektion som utfördes 1955, där botten ligger på nivå +9,5, se Figur 3.

9 Stabilitet

9.1 Förutsättningar

Stabilitetsberäkningar har utförts med programmet Slope/W 7.14, Geostudio 2007, i både odränerad och kombinerad analys med Morgensterns-Price metod. Analys är utförd m.a.p. cirkulärcylindriska glidytor med karakteristiska värden enligt IEG rapport 4:2010 "Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar".

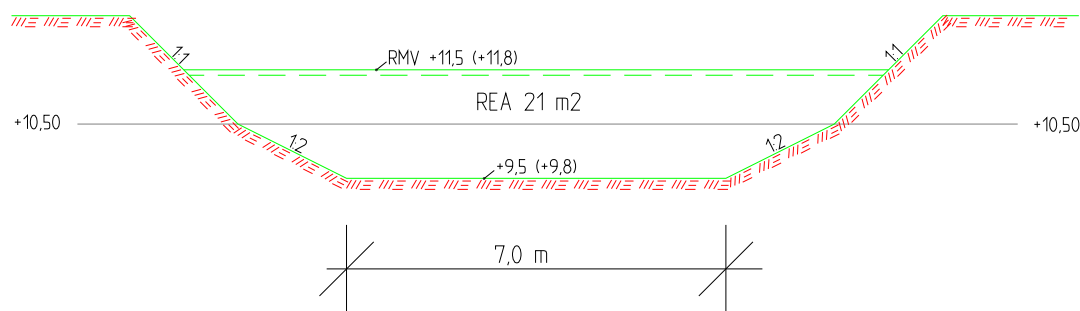
Trafiklasten har valts till 13 kPa för hela vägbredden (Grafiska vägen) och till 5 kPa för GC-banor samt befintlig oexploaterad tomtmark. Från planerade byggnader grundlagda på pålar har ej någon last medräknats.

Grundvattenytans läge har placerats i underkant torrskorpa. Portrycket har ansatts till hydrostatiskt ner till 5 m djup därefter svagt artesiskt enligt kapitel 8 ovan. Vattennivån i Mölndalsån har ansatts på nivån +11,2, dvs. lägsta lågvatten.

Mölndalsån rensades/justerades under 2007-2008 till den sektion som utfördes 1955. Vid Grafiska vägen utfördes enbart rensning av ån enligt en sammanställning av utförda åtgärder daterad 2009-12-10.



SEKTION ENLIG VATTENDOM 1955



Figur 3. Tvärsnitt enligt vattendom från 1955. För planområdet gäller bottenivå +9,5.

För att ett område ska klassas som stabilt för nyexploatering enligt IEG:s Rapport 4:2010 "Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar" erfordras att erhållen säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott ska uppnå $F_c = 1,7 - 1,5$ och $F_{komb} = 1,5 - 1,4$ för en detaljerad utredning. På grund av osäkerhet i Mölndalsåns geometri bedöms att F_c och F_{komb} bör ligga i mitten av det angivna spannet, således har lägst godtagbara säkerhetsfaktorer för beräkningarna valts till $F_c = 1,6$ och $F_{komb} = 1,45$.

9.2 Stabilitetsanalyser

Kontroll av stabiliteten har utförts i en sektion ner mot Mölndalsån. Kontrollen har utförts för befintlig situation samt där lasten öster om tomtgräns har ansatts till 20 kPa (motsvarar trafiklast alternativt 1 m fyllning). Trafiklasten har försumrats vid kombinerad analys enligt rekommendationer i TK Geo 11.

Då ingen lodning har utförts av åsektionens geometri i detta skede har kontroll utförts där bottenivå samt slänter har ansatts enligt sektionen i vattendomen.

Stabiliteten mot Mölndalsån lokalt vid Grafiska vägen är inte tillfredsställande för befintliga förhållanden.

Läget för glidytor med lägst godtagbara säkerhetsfaktorer $F_c = 1,6$ respektive $F_{komb} = 1,45$ har kontrollerats för befintliga förhållanden. Stabiliteten inom planområdet bedöms vara tillfredsställande utöver de 10 m närmast Grafiska vägen där glidytor med $F_c < 1,6$ slår upp ca 10 m inom tomtgräns.

I Tabell 3 nedan presenteras resultaten från de utförda beräkningarna. Beräkningarna redovisas i sin helhet i Bilaga 1.

Tabell 3. Resultat stabilitetsberäkningar

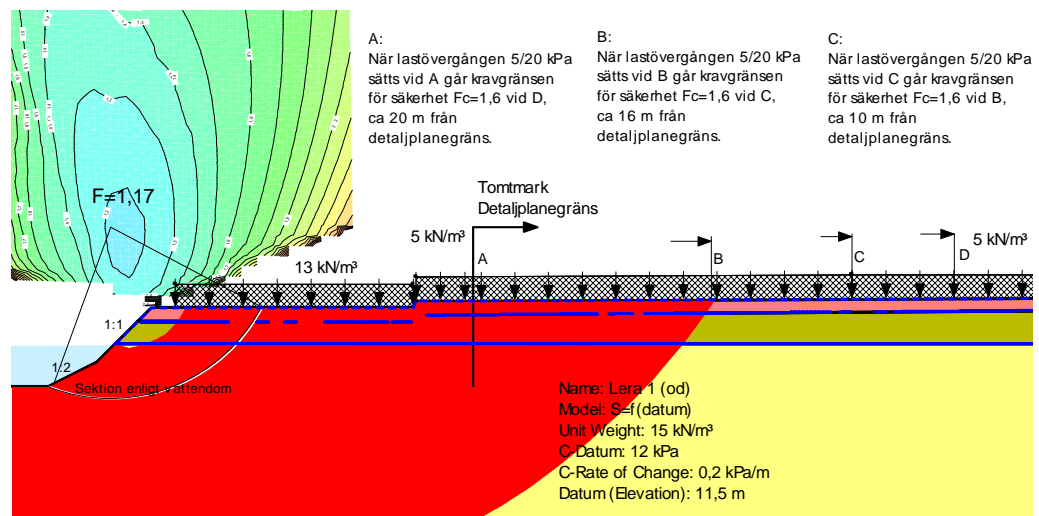
Beräkning	Säkerhetsfaktor	Bilaga
Befintlig situation	Odränerad analys $F_c = 1,2$	1:1
	Kombinerad analys $F_{komb} = 1,0$	1:2



Beräkning	Säkerhetsfaktor	Bilaga
Planerad situation 20 kPa last på tomtmark med utbredning 16 m från tomt- /detaljplanegräns och österut	Odränerad analys $F_c = 1,2$	1:3
	Kombinerad analys $F_{komb} = 1,0$	1:4
Planerad situation Avschaktning till +12,1 i läge för planerad huskropp, i övrigt 20 kPa last på tomtmark	Odränerad analys $F_c = 1,2$	1:5
	Kombinerad analys $F_{komb} = 1,0$	1:6

I Figur 4 ses resultat från tre belastningssituationer som simulerats där punkt A, B och C representerar tillskottsbelastningens (20 kPa) olika utbredning västerut för att lokalisera var säkerhetsgränsen uppskattas i området. Marknivåer valda enligt grundkarta.

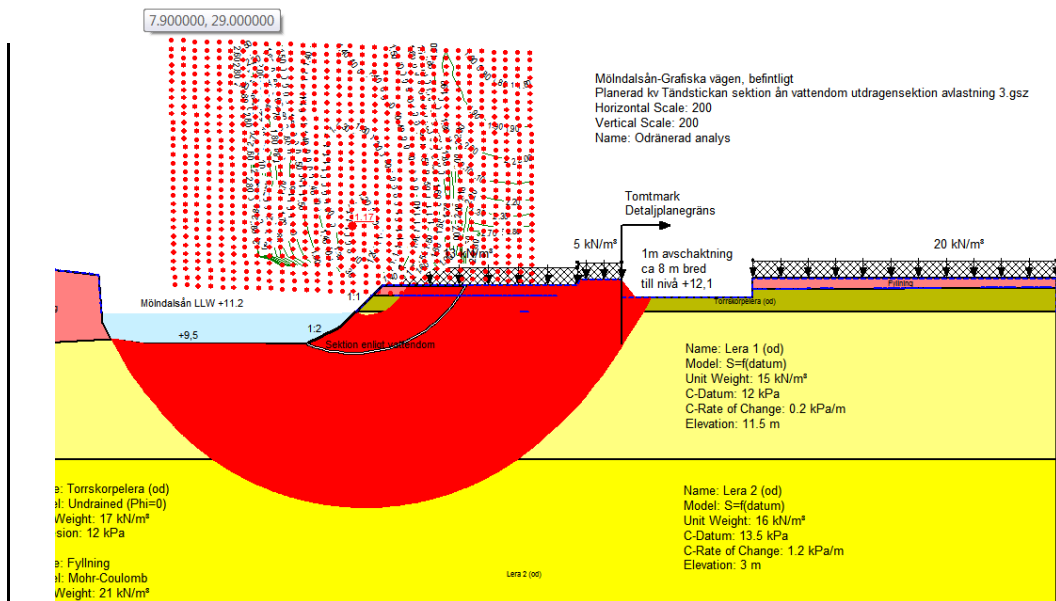
Vid lastsituation C bidrar inte tillskottsbelastningen till en försämring av den befintliga situationen, dvs läget för glidytor med $F_c < 1,6$ förändras inte jämfört med befintlig situation. Punkt C är beläget 16 m öster om tomt-/detaljplanegräns, varför rekommendationen ges om ett 16 m brett område i anslutning till detaljplanegräns där ingen tillskottsbelastning ska ske.



Figur 4 Belastningssituation för $F_c = 1,6$.

Planerade huskroppar kommer att grundläggas på spetsbärande pålar. Med anledning av att ca 1 m jord kommer att avschaktas inför grundläggning har en stabilitetskontroll utförts, se Figur 5, där markytan i läget för planerade byggnader har satts till +12,1 (1 m avschaktning jämfört med befintlig markyta).

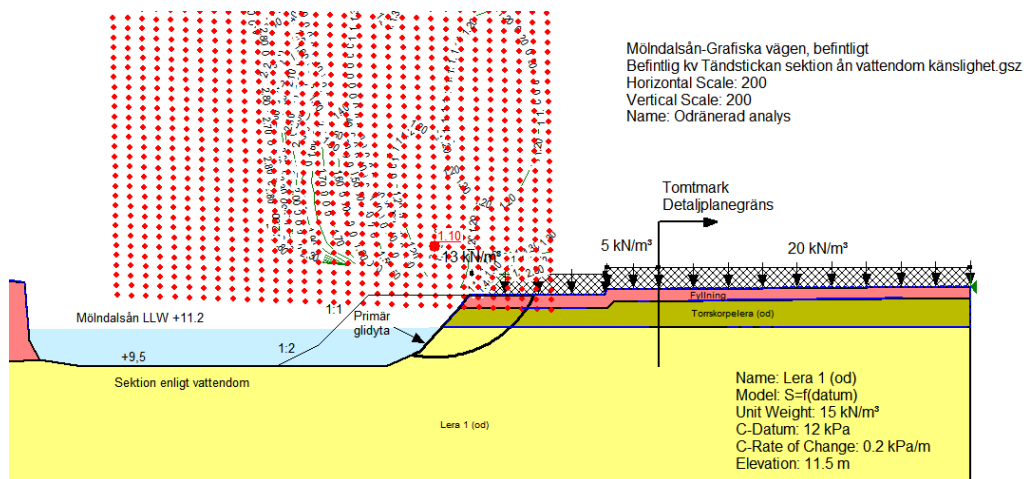
En avschaktning i läget för huskropparna medför att läget för glidytor med $F_c < 1,6$ flyttas till västerut till tomtgräns. Avschaktningen bredd, dvs huskroppens bredd, måste vara minst 8 m.



Figur 5. 1 m avschaktning i läge för planerade huskroppar. Glidytor $F_c < 1,6$ visas i rött.

Med anledning av att stabiliteten mot Mölnålsån lokalt vid Gråfska vägen inte är tillfredsställande har en kontroll utförts genom att simulera konsekvensen av ett bakåtgripande skred.

Leran inom området är låg- till mellansensitiv ner till ca 10 m djup vilket innebär att vid ett initialskred skulle ett bakåtgripande följdscred inte verka särskilt långt. En beräkning där massorna från ett initialskred har antagits flutit iväg och lämnat släntens bakkant utan stöd visar att ett eventuellt sekundärt skred vid Gråfska vägen påverkar ca 3 m bakom den primära glidytnas bakkant och påverkar därmed troligen inte planområdet, se Figur 6.



Figur 6. Simulering av bakåtgripande skred.

Risk för bakåtskridande skred som påverkar planområdet bedöms inte föreligga då glidyterna med säkerhetsfaktor ca $F_c < 1,5$ inte går i högsensitiv/kvick lera.



10 Sättningar

Undersökningar som utförts i området visar att leran är överkonsoliderad med OCR på ca 2 ner till ca 4 m djup och därunder normalt eller svagt överkonsoliderad. Detta innebär att långtidsbundna krypsättningar sättningar kan förväntas inom de delar av området där uppfyllnader eller andra belastningar utförs.

11 Erosion

Erosion bedöms inte pågå i dagsläget.

12 Geotekniska rekommendationer

För att lösa grundläggningsfrågorna vid detaljprojektering bör kompletterande geotekniska undersökningar utföras. Vid detaljprojektering ska bedömning av stabilitet och sättningar göras.

Höjdsättning av vägar och marknivåer utformas så att befintliga marknivåer följs och att eventuell utfyllnadshöjd minimeras ur sättningsynpunkt. Där uppfyllnader krävs bör man räkna med att sättningar sker.

12.1 Grundläggning

De planerade byggnaderna föreslås grundläggas med spetsburna pålar nedförda till friktionsjord eller berg med hänsyn till risk för skadliga sättningar på byggnaderna. Vid grundläggningsnivåer som ligger under torrskorpans underkant, ca 1,7 m djup, bör grundläggningen utföras som vattentät konstruktion för att inte påverka grundvattnet genom utdränering.

12.2 Stabilitetsförhållanden

Utförda beräkningar visar att stabiliteten för Grafiska vägen mot väster (Mölnaldalsån) inte är tillfredsställande för befintliga förhållanden. Den låga säkerhetsfaktorn vid Grafiska vägen medför att säkerhetsfaktorn F_c inom ett område av 10 m bredd närmast planområdesgräns, är under 1,6.

För att nå upp till kraven enligt IEG:s Rapport 4:2010 "Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar" och uppnå säkerhetsfaktor $F_c \geq 1,6$ och $F_{komb} \geq 1,45$ erfordras stabilitetshöjande åtgärder.

För att uppnå erforderlig säkerhetsfaktor inom planområdet måste antingen marknivåerna sänkas eller andra stabilitetshöjande åtgärder utföras.

Genom den planerade avschaktningen (1 m fyllning/torrskorpelera) inom tomten uppnås erforderlig säkerhetsfaktor inom planområdet.



En stabilitetshöjande åtgärd vid Grafiska vägen löser även stabilitetsfrågan inom planområdet. Två möjliga lösningar är lättfyllning eller kc-pelare i gatan. Åtgärdernas utformning är beroende av ledningar läge i Grafiska vägen.

För övrig del av tomtmark ska det visas att stabiliteten är tillfredsställande vid belastning överstigande 20 kPa.

Risk för följdskred som påverkar planområdet, initierat av ett lokalt skred vid Grafiska vägen ned mot Mölndalsån, bedöms inte föreligga.

12.3 Omgivningspåverkan

En utförande och kontrollplan upprättas för schakt-, fyllnings, pålnings- och packningsarbeten.

Vid vibrationsalstrande verksamhet så som pålnings- och schaktningsarbeten etc. utförs en riskanalys där närliggande bebyggelses känslighet för markvibrationer utreds.