

W:\Geoteknik-13955\produkter\Geobankar\GEOARKIV\14031 kv Tändstickan Göteborg detaljplan\Detailplan\Göteborg detaljplan\Göteborg detaljplan\PM\PM Geoteknik kv Tändstickan 150519.docx

Skanska Fastigheter Göteborg AB

Kv Tändstickan 2, Göteborg

Geoteknisk utredning för detaljplan

2014-05-08

2014-06-25 Rev A

2015-05-19 Rev B

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
2015-05-19 Rev B

Kv Tändstickan 2
Geoteknisk utredning för detaljplan

2 (13)



DOKUMENTINFORMATION	
Uppdrag	Kv Tändstickan 2 Geoteknisk utredning
Uppdragsnummer	595620
GNR	14031
Datum	2014-05-08
Revidering	2015-05-19

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 Lena Ekmark	2014-05-08 2014-06-25 2015-05-19
Granskad av	Kine Meijer Virginia Bengtsson	2014-05-08 2015-05-20



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

A

1	UPPDRAG	5
2	GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR	5
3	UNDERLAG	5
4	PLANERAD BEBYGGELSE	5
5	OMRÅDESBESKRIVNING	5
6	BEFINTLIGA KONSTRUKTIONER	6
7	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	6
8	GEOHYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	8
9	STABILITET	8
9.1	Förutsättningar	8
9.2	Stabilitetsanalyser	10
9.2.1	Sekundära skred	11
10	SÄTTNINGAR	11
11	EROSIONSFÖRHÅLLANDEN	11
12	GEOTEKNISKA REKOMMENDATIONER	12
12.1	Grundläggning	12
12.2	Stabilitetsförhållanden	12
12.3	Omgivningspåverkan	12
	Krav/restriktioner	13
12.4	13	
12.5	Bemötande samrådssynpunkter	13

BILAGOR

<i>Lokalstabilitet för Grafiska vägen, befintliga förhållanden</i>	
Odränerad analys	1:1
Kombinerad analys	1:2
<i>Totalstabilitet för detaljplaneområdet</i>	
Odränerad analys	1:3

Uppdragsnr: 595620
GNR: 14031
Datum: 2014-05-08
2014-06-25 Rev A
2015-05-19 Rev B

Kv Tändstickan 2
Geoteknisk utredning för detaljplan

4 (13)



Kombinerad analys	1:4
<i>Totalstabilitet för detaljplaneområdet, planerad bebyggelse</i>	
Odränerad e analys	1:5
Kombinerad analys	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.

Denna PM har reviderats efter inkomna samrådssynpunkter från SGI. I samband med revideringen har även parametrar och beräkningar uppdaterats då ytterligare undersökningar utförts för detaljplaneområdet.

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.

Antagen grundläggningsnivå i denna PM är +12,1.

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

Mölnålsåns dalgång breder ut sig i nord-sydlig riktning och karaktäriseras av låglänta områden med mäktiga sedimentavlagringar av lera ovan friktionsjord på berg. Mot höjderna kan friktionsjorden komma upp i ytan. Omgivande höjder utgörs av berg. Mölnålsån sträcker sig i dalgångens riktning och botten ligger ca 2,5 m – 3,0 m under ursprunglig markyta.

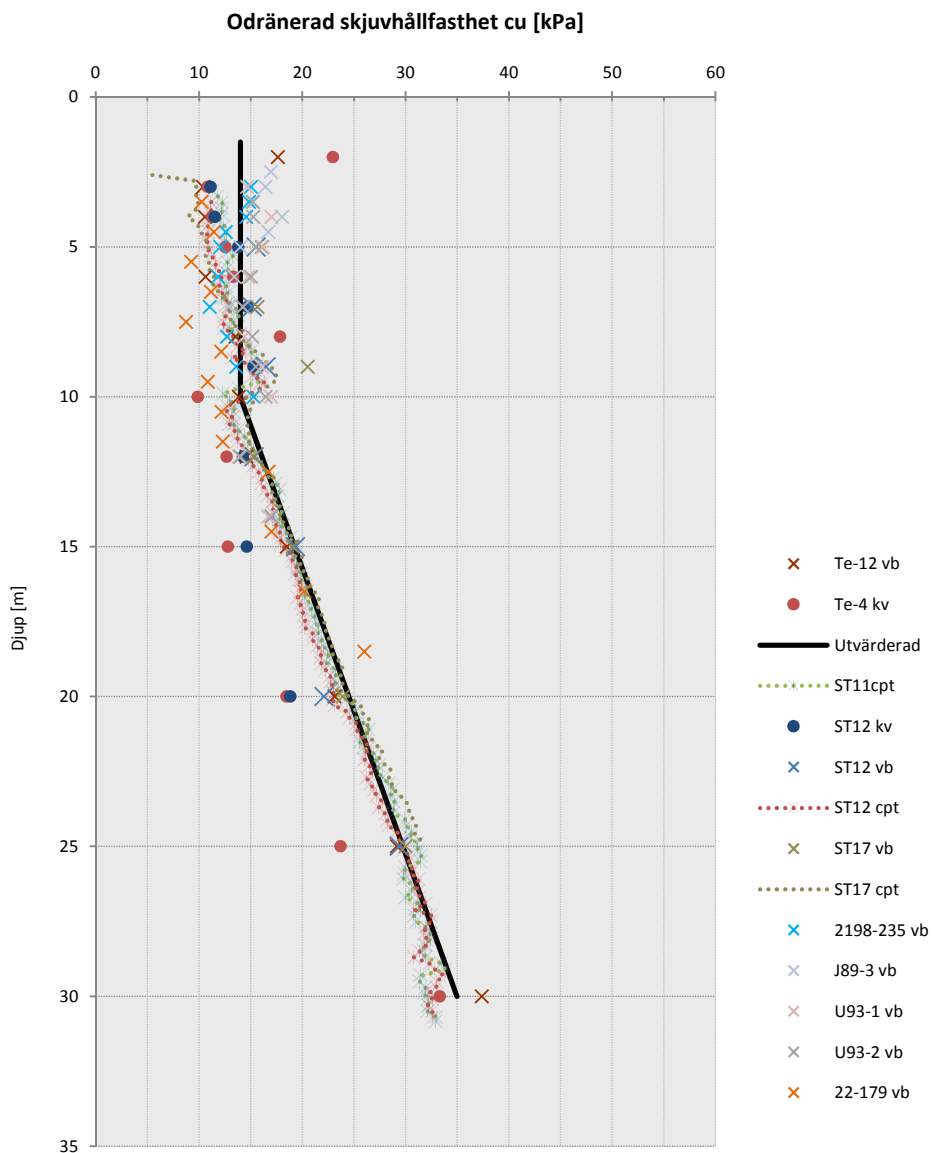
Utförda undersökningar visar på att lera finns till stora djup inom fastigheten. Lerdjupen varierar mellan 26 och 41 m och underlagras av friktionsjord med varierande mäktighet.

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 gyttjig.

Lerans skjuvhållfasthet är i huvudsak mycket låg till låg, ökandes 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	20 (Let)
1,5	14 + 0 *z
10	14 + 1,05 *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. Mot Mölndalsån ligger grundvattenytan något djupare ca 0,6 m - 0,8 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. I och med att flödet är reglerat är de jämnt med små vattenståndsvariationer.

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.

Mölndalsån har en lång historia av översvämningar. Under 2006 och 2007 drabbades många fastigheter och vägar av besvärliga översvämningar efter kraftigt regn. Längst Mölndalsån finns fem dämmen som styr hur mycket vatten som släpps på. Situationen försvårades av att regleringen mellan åns dämmen inte var samordnad. Göteborgs stad, Mölndals kommun samt Härryda kommun inledda därefter ett samarbete för att skapa förutsättningar för att samordna regleringen (www.molndalsan.se). Målet var att hitta samarbetsformer och tekniska lösningar för att på ett långsiktigt och ekonomiskt hållbart sätt kunna styra vattenmängderna i ån så att det varken blir översvämning eller vattenbrist.

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



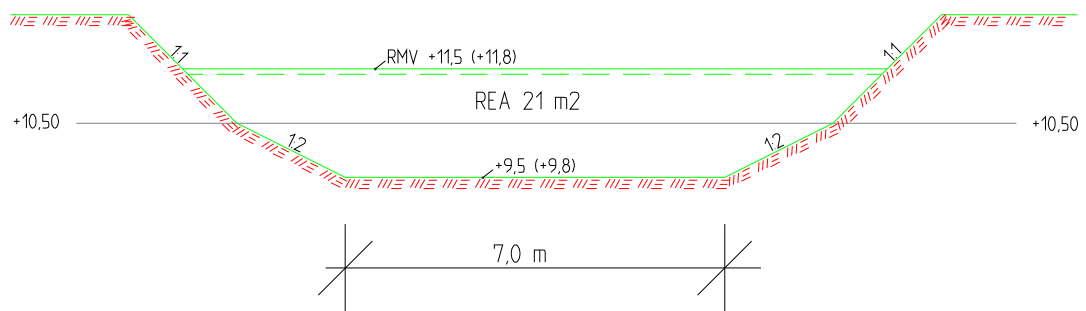
4:2010 "Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar".

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 ca 0,5 m under markytan. Grundvattenytan inom området följer troligen vattenståndet i Mölndalsån. 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. Tvärsektion enligt vattendom från 1955. För planområdet gäller bottennivå +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.

Val av erforderlig säkerhetsfaktor bedöms utifrån ett antal gynnsamma respektive ogynnsamma faktorer som beror på undersökningens omfattning och osäkerheter i beräkningsantagandena.

Gynnsamma faktorer

- Ingen kvicklera intill Mölndalsån
- Begränsad utbredning av ev skred
- Intakt gräs-, busk-, och trädvegetation i slänten mot Mölndalsån
- Inga tecken på rörelser i slänten/gatan mot Mölndalsån
- Trafiken inte konstant, trafiklasten på säkra sidan
- Enligt SGU:s kartvisare, jordskred och raviner, finns inga spår av jordskred längs Mölndalsån.
- Mölndalsåns vatten regleras vilket ger jämnt flöde och små variationer i vattenstånd



- Karaktäristiska vattenstånd kända
- Homogena jordar, liten spridning i hållfasthetsegenskaper
- Tvådimensionell analys (som regel något på säker sida)
- Många undersökningspunkter med varierade och tillförlitliga metoder.
- Inga tecken på erosion

Ogynnsamma faktorer

- Risk för omgivningspåverkan vid skred vid Mölndalsån
- Stabiliteten närmast Mölndalsån är låg vilket är känt sedan tidigare

Säkerhetsfaktor för totalstabiliteten inom detaljplaneområdet väljs till mitten av spannet $F_c = 1,6$ och $F_{komb} = 1,45$.

Säkerhetsfaktorer för lokalstabiliteten mot Mölndalsån, vilken ligger utanför detaljplaneområdet, väljs i mitten av spannet, $F_c = 1,6$ och $F_{komb} = 1,45$.

9.2 Stabilitetsanalyser

Beräkning av lokalstabiliteten har utförts i en sektion ner mot Mölndalsån för befintliga förhållanden. Vid beräkningar tenderar glidytor att bildas mycket nära åkanten och innefattar inte detaljplaneområdet. Beräkningar för detaljplaneområdet har därför utförts med "entry och exit" där glidytor börja inom detaljplaneområdet och slå upp i ån. Beräkningarna för detaljplaneområdet har utförts både för befintliga förhållanden samt för planerad bebyggelse. 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.

Totalstabiliteten mot Mölndalsån inom planområdet bedöms vara tillfredsställande.

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
Lokalstabilitet för Grafiska vägen, befintliga förhållanden	Odränerad analys $F_c = 1,38$	1:1
	Kombinerad analys $F_{komb} = 1,06$	1:2
Totalstabilitet för detaljplaneområdet	Odränerad analys $F_c = 1,50$	1:3
	Kombinerad analys $F_{komb} = 1,68$	1:4



Beräkning	Säkerhetsfaktor	Bilaga
Totalstabilitet för detaljplaneområdet, planerad bebyggelse	Odränerad analys $F_c = 1,59$	1:5
	Kombinerad analys $F_{komb} = 1,79$	1:6

9.2.1 Sekundära skred

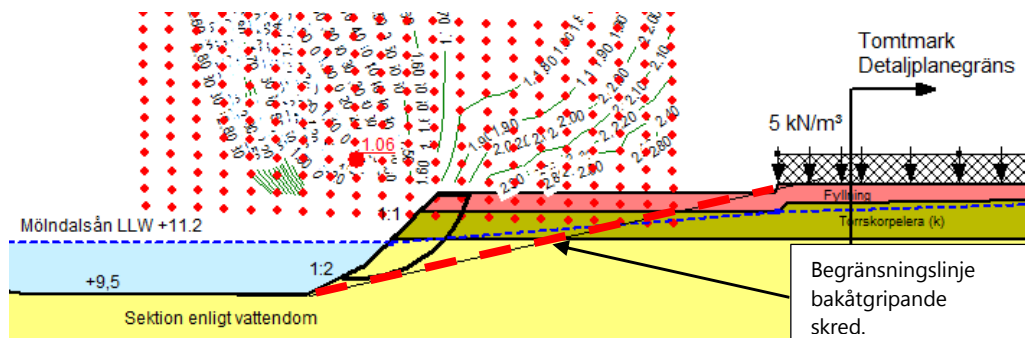
Med anledning av att stabiliteten mot Mölndalsån lokalt vid Grafiska vägen inte är tillfredsställande har sekundära skred, eller bakåtgripande skred, beaktats.

Med sekundära skred menas skred som efterföljer ett primärt skred orsakat av eventuell erosion i Mölndalsån. Lerans sensitivitet är avgörande för hur långt bak från släntfot ett sådant skred skulle kunna fortplanta sig.

Bedömningen bygger på en rapport utgiven av SGI "Hantering av kvicklereförekomst vid stabilitetsbedömningar för Göta älv-riktlinjer, GÄU-delrapport 32, SGI 2011".

Skredets utbredning bakåt beräknas som en faktor n som varierar med lerans sensitivitet multiplicerat med höjden på slänten H .

Leran inom området närmast Mölndalsån har en sensitivitet, $st < 20$, ner till ca 10 m djup, vilket ger en faktor $n=5$ samt släntens höjd, $H=3,2$ m. Detta ger att ett eventuellt bakåtgripande skred påverkar området 16 meter bakom slänttån. se Figur 4.



Figur 4. Beräkning av bakåtgripande skred.

Risk för bakåtskridande skred som påverkar planområdet bedöms inte föreligga.

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 Erosionsförhållanden

Erosionsaktiviteten i Mölndalsån bedöms som inte föreligga. Bedömningen baseras på att ån är reglerad i vattendom som ger ett jämnt vattenflöde samt små



vattenståndsvariationer. Ytterligare en gynnsamma faktor är geologin i området som i huvudsak består av lera och att omkringliggande markyta är flack.

Vid okulär besiktning av sträckan har inga erosionsskydd observerats.

12 Geotekniska rekommendationer

I samband med detaljprojektering av grundläggningen för byggnaderna bör kompletterande geotekniska undersökningar utföras.

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

För planerad bebyggelse bedöms stabiliteten som tillfredställande. Att byggnaderna grundläggs med källarplan bedöms som positivt ur stabilitetsynpunkt. Planerad byggnation med grundläggningsnivåer under befintlig markyta samt avschaktning är gynnsamt.

För obebyggd del av tomtmark ska det visas att stabiliteten är tillfredsställande vid belastning överstigande 5 kPa.

Detaljplaneområdet ska inte belastas med ytterligare last vid framtida byggnationer.

Utförda beräkningar visar att lokalstabiliteten för Grafiska vägen mot väster, Mölndalsån, inte är tillfredsställande för befintliga förhållanden. Stabilitetshöjande åtgärder behöver vidtas, dock ligger påverkansområdet utanför planområdet.

Även längre glidytor, för befintliga förhållanden, visar på en beräkningsmässigt för låg säkerhetsfaktor, $F_c < 1,5$. Glidytona griper in i drygt 5 m i planområdets västra del.

Risk för bakåtgripande skred initierat av ett lokalt skred ned mot Mölndalsån bedöms inte föreligga.

12.3 Omgivningspåverkan

En utförande och kontrollplan bör 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.

12.4 Krav/restriktioner

Tillåten markbelastning inom obebyggd del av detaljplaneområdet är 5 kPa om inte förstärkningsåtgärder utförs. Befintliga marknivåer bör följas och uppfyllnadshöjd minimeras.

Grundläggningsnivån för byggnader samt avschaktningsnivå för obebyggd del är +12,1 eller djupare på en bredd om minst 8 m från fastighetsgräns.

Byggnader grundläggs på spetsburna pålar nedförda till friktionsjord eller fast botten.

12.5 Bemötande samrådssynpunkter

Stabiliteten för planerad bebyggelse inom planområdet är tillfredställande.

Lokalstabiliteten för Grafiska vägen ner mot Mölndalsån är ej tillfredställande, ligger dock utanför påverkansområdet.

Utbredning av eventuella sekundära skred påverkar inte planområdet.

Översvämningsrisken hanteras i separat. Översvämningsförebyggande åtgärder kommer att hanteras genom tekniska lösningar ej med vallar el dyl. som kan ge geotekniska konsekvenser.

Grundvattennivåerna är justerade i beräkningarna vilket endast ger en mindre påverkan på säkerhetsfaktorn.

På aktuell sträcka saknas erosionsskydd i Mölndalsån.

PM kompletterat med avsnitt gällande krav/restriktioner som bör föras in på plankartan.