

Gårda 1:15 & 2:12, Göteborg

Geoteknisk PM avseende detaljplan

2015-10-08

Reviderad 2016-05-25

Gårda 1:15 & 2:12, Göteborg

Geoteknisk PM avseende detaljplan

2015-10-08

Beställare: Peab Sverige AB
Anders Personsgatan 2
401 80 Göteborg

Beställarens representant: Johan Larsen

Konsult: Norconsult AB
Box 8774
402 76 Göteborg

Uppdragsledare/
geoteknikansvarig Bengt Askmar

Handläggare David Rudebeck

Uppdragsnr: 104 07 53

Filnamn och sökväg: N:\104\07\1040753\5 Arbetsmaterial\01
Dokument\G\PM\PM Detaljplan\Geotekniskt PM_Gårda
115_212_Detaljplan_Rev20160525.docx

Kvalitetsgranskad av: Bengt Askmar

Tryck: Norconsult AB

Innehållsförteckning

1	Förutsättningar	4
2	Syfte	4
3	Styrande dokument	5
4	Underlag	6
5	Befintliga förhållanden	6
5.1	Topografi och markbeskaffenhet	6
5.2	Jordlagerbeskrivning	6
5.3	Geohydrologiska förhållanden	10
5.4	Befintliga byggnationer	10
6	Stabilitet	11
6.1	Allmänt	11
6.2	Antaganden	11
6.3	Modellering	12
6.4	Resultat	13
7	Erosion	13
8	Sättningar	13
9	Bergras och blocknedfall	13
10	Rekommendationer	14
10.1	Allmänt	14
10.2	Stabilitet	14
10.3	Erosion	14
10.4	Grundläggning	14
10.5	Markarbeten	15
11	Kontroll vid schakt- och grundläggningsarbeten	15

Bilagor

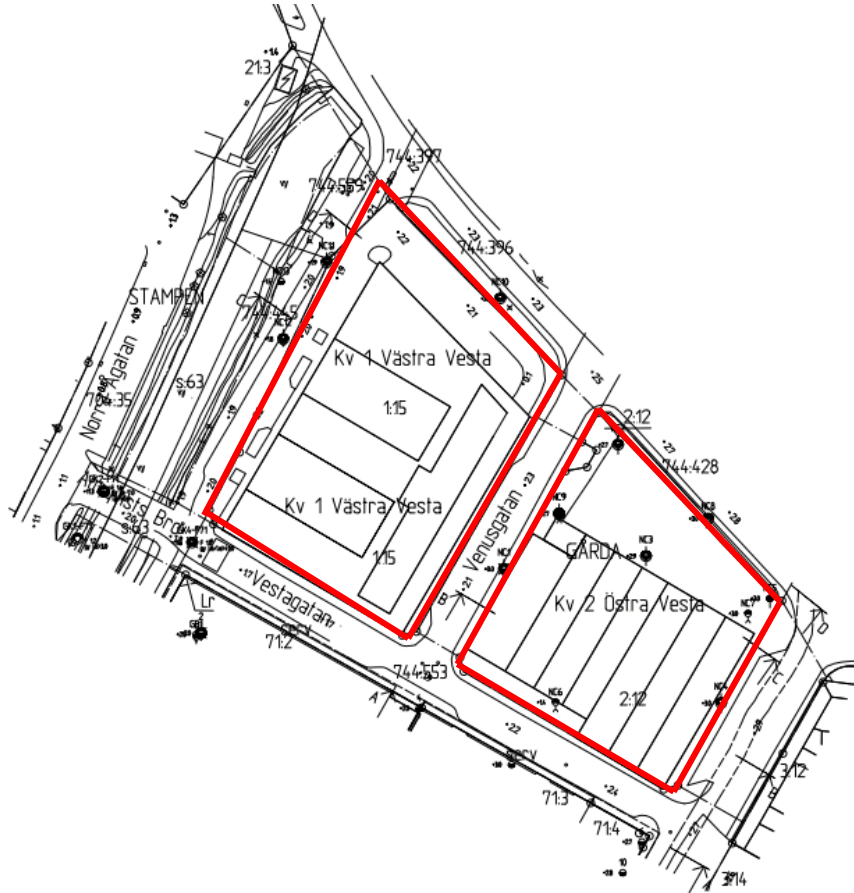
Skjuvhållfasthet KC-pelarförstärkning	Bilaga 1
Stabilitetsberäkningar	Bilaga 2
Sammanställning kompressionsmodul, M_L	Bilaga 3
Stabilitetskontroll för schakt nära E6/E20	Bilaga 4
Stabilitetsförbättrande åtgärder, plan	Bilaga G401

Kompletterande handling

Gårda 1:15 & 2:12, Göteborg – Markteknisk undersökningsrapport MUR/Geo, daterad 2015-10-08.

1 Förutsättningar

Norconsult AB har på uppdrag av Peab Sverige AB utfört geoteknisk undersökning inom fastigheterna Gårda 1:15 och 2:12 i östra delen av Göteborg. Se figur 1.1 nedan för översiktsbild av området.



Figur 1.1 Översiktsbild av Gårda, Göteborg. Fastigheterna 1:15 (vänster) och 2:12 (höger) inom röd markering.

2 Syfte

Undersökningarna har utförts med syfte att utreda de geotekniska förutsättningarna avseende Gårda 1:15 och 2:12. En ny detaljplan ska tas fram som tillåter uppförande av kontorsbyggnader inom respektive fastighet.

Kontorsbyggnaden inom 1:15 planeras att bli uppförd i 16 plan ovan mark.

Inom 2:12 planeras en kontorsbyggnad att bli uppförd med två torn som vardera består av ca 14 respektive 25 plan ovan mark. De 5 lägsta planen ovan mark är gemensamma. Se figur 1.3.



Figur 1.2. Situationsplan, planerad kontorsbyggnad i Gårda 1:15 inom röstreckat område.



Figur 1.3. Arkitektskiss, planerat kontorshus i Gårda 2:12.

3 Styrande dokument

Denna PM ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga. Utförda stabilitetsberäkningar följer anvisningar i tillämpningsdokumenten nedan:

- IEG:s tillämpningsdokument Rapport 4:2010, ”Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar”.
- TK Geo11.

4 Underlag

Geotekniska fält- och laboratorieundersökningar har utförts i aktuellt område och redovisas separat i ”Markteknisk undersökningsrapport, geoteknik (MUR/Geo)” med samma datum och uppdragsnummer. Rapporten har utförts av Norconsult.

5 Befintliga förhållanden

5.1 Topografi och markbeskaffenhet

För detaljer avseende topografi, se ritning G101 *Situations- och borrhplan*. Samtliga nivåer i denna handling är givna i höjdsystemet RH2000.

Aktuellt område utgörs i dagsläget av byggnader och hårdgjorda ytor. Markytan är plan med en svag lutning från öst till väst. Nivåerna varierar mellan ca +1,5 till +3,0.

Gullbergsåns botten topografi har lodats vid Almqvists bro strax sydväst om Gårda 1:15. Största vattendjupet uppmättes där till ca 1,8 m.

5.2 Jordlagerbeskrivning

5.2.1 Gårda 1:15

Generellt består jordlagren från markytan i huvudsak av:

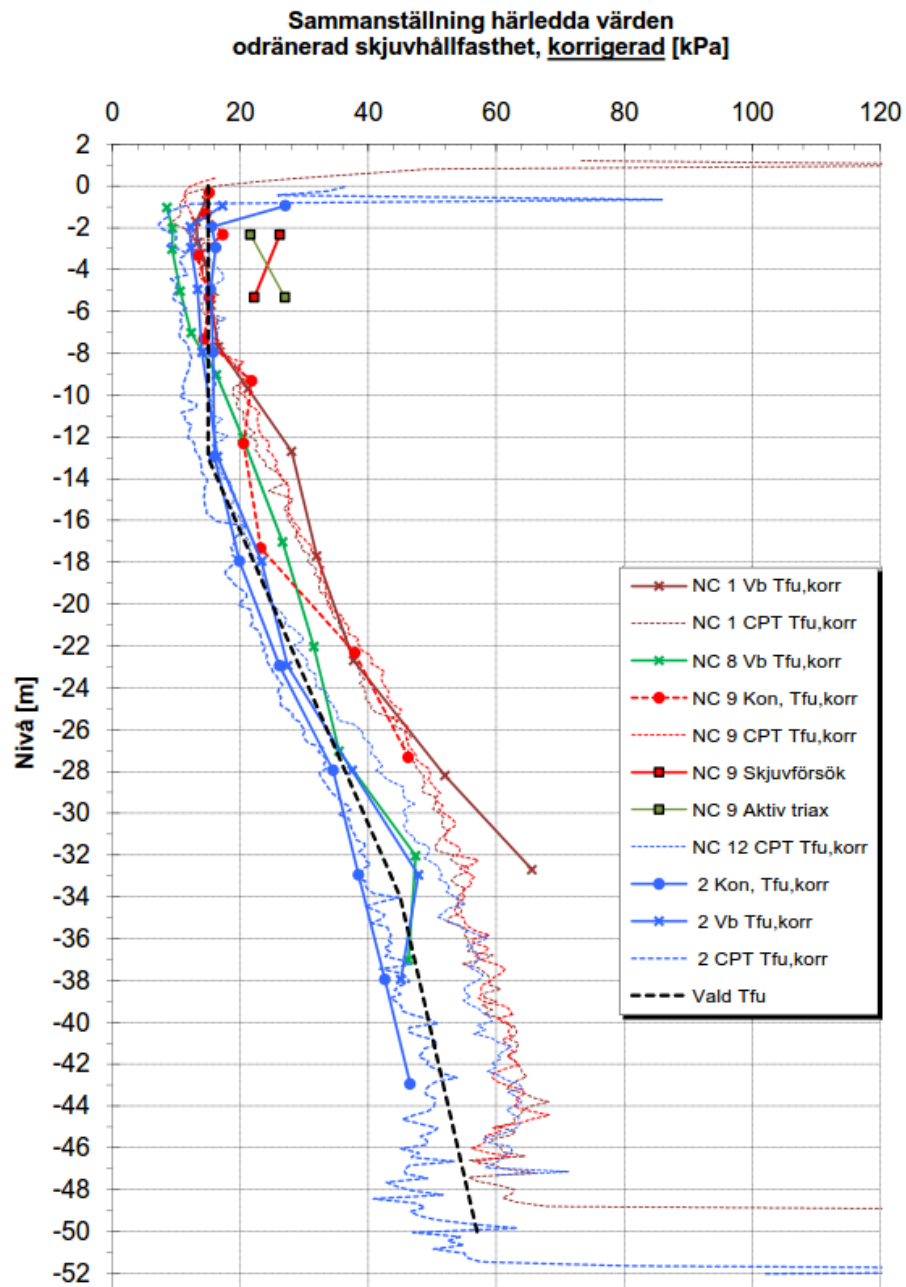
- **Fyllning** till ca 1,5-2,5 m djup.
- **Lera** till stora djup.
- **Friktingsjord**
- **Berg**

Djupet till berg har inte verifierats. Sonderingar har utförts i väster nära Gullbergsån till 50 m djup utan att stopp har erhållits. Ca 15 m öster om den aktuella fastigheten har berget påträffats på djupet ca 77 m under markytan.

Fyllningen utgörs av sten, grus, sand, silt, torrskorpelera och sulfidfläckig lera. Uppmätt vattenkvot varierar mellan ca 15-35 %.

Leran har inslag av skalrester och växtdelar samt silt- och sandskikt. Från djupet ca 8 m är den sulfidfläckig. Vattenkvot och konflytgräns är i lerlagret ca 50-85%. Densiteten varierar mellan ca 1,55-1,85 ton/m³. Leran bedöms vara huvudsakligen mellansensitiv med uppmätta S_T -kvoter mellan 7-23 och är därmed relativt känslig för störning från t.ex. pålning.

Lerans odränerade korrigerade skjuvhållfasthet utifrån vingsonderingar, CPT-sonderingar, fallkonförsök, direkta skjuvförsök och aktivt triaxialförsök är från lagrets överkant ca 15 kPa ned till nivå -13. Därunder ökar skjuvhållfastheten med ca 1,4 kPa/m till 45 kPa vid nivå -34. Därunder ökar skjuvhållfastheten med ca 0,7 kPa/m. Se Figur 2 och Tabell 1 för redovisning av valda värden.



Figur2. Sammanställning av fält- och laborieförsök för lerans odränerade skjuvhållfasthet (korrigerad).

Tabell 1 – Gårda 1:15. Korrigerad skjuvhållfasthet, valda värden.

Nivå	Korrigerad skjuvhållfasthet [kPa]
+0	15
-13	15
-34	45
-50	57

5.2.2 Gårda 2:12

Generellt består jordlagren från markytan i huvudsak av:

- **Fyllning** till ca 0,5-1,5 m djup.
- **Torrskorpelera** till ca 1-2 m djup.
- **Lera** till ca 52-78 m djup.
- **Friktingsjord**
- **Berg**

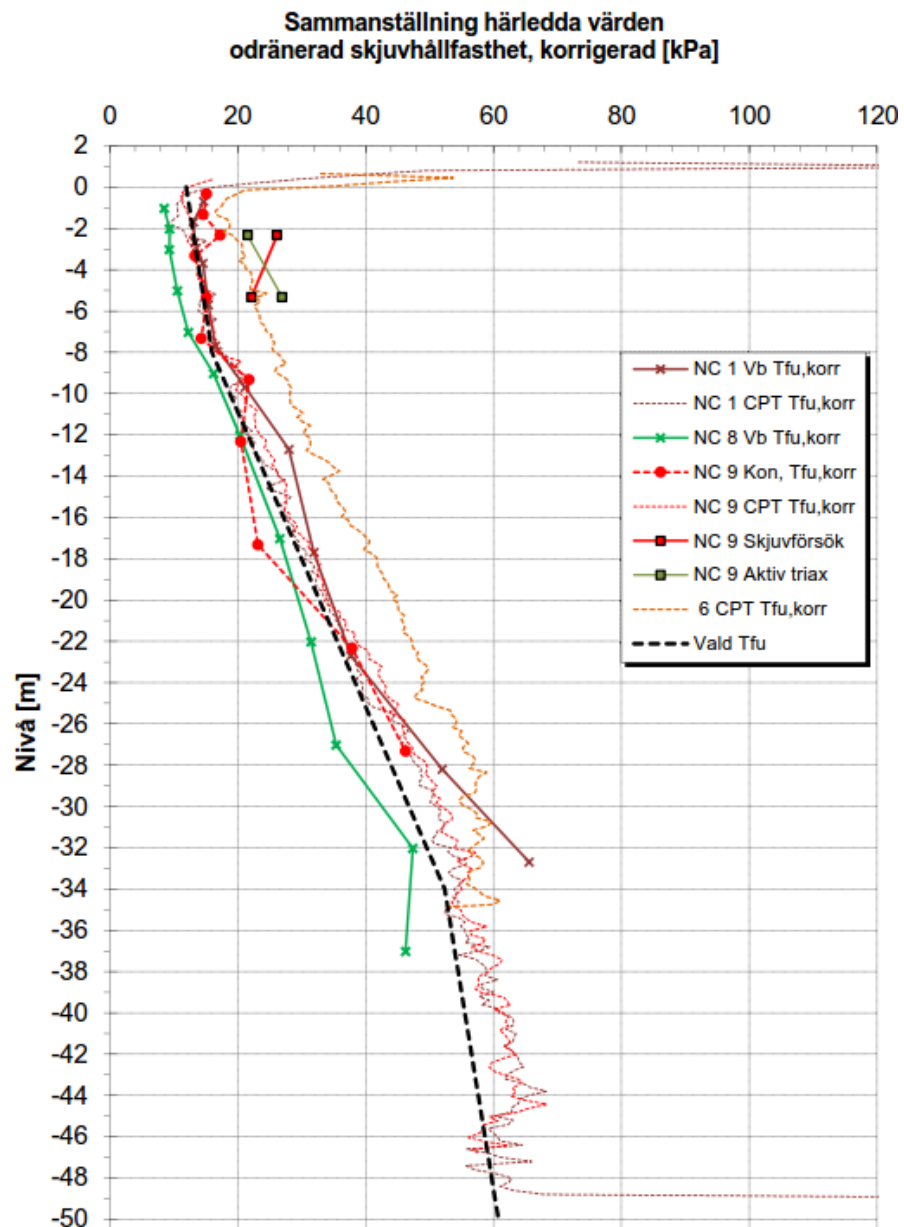
Djupet till berg har sonderats till mellan ca 52-78 m där de mindre djupen påträffats i norra och östra delen av Gårda 2:12 och de stora djupen påträffats i den södra och västra delen.

Fyllningen utgörs av sten, grus, sand, silt, lera och växtdelar samt byggnadsrester som tegel- och asfaltsrester. Uppmätt vattenkvot varierar mellan ca 20-30 %.

Torrskorpeleran innehåller etappvis silt, sand och växtdelar. Uppmätt vattenkvot varierar mellan ca 20-40 %.

Leran har inslag av skalrester och växtdelar samt silt- och sandskikt. Från djupet ca 8 m är den sulfidfläckig. Vattenkvot och konflytgräns är ca 40-70% i lerlagrets övre del och stiger något mot djupet till ca 65-85 %. Densiteten varierar mellan ca 1,55-1,65 ton/m³. Leran bedöms vara mellansensitiv med uppmätta S_T -kvoter mellan 11-23 och är därmed relativt känslig för störning från t.ex. pålning.

Lerans odränerade korrigerade skjuvhållfasthet utifrån vingsonderingar, CPT-sonderingar, fallkonförsök, direkta skjuvförsök och aktivt triaxialförsök är strax under torrskorpan ca 12 kPa och ökar mot djupet med ca 0,5 kPa/m till 16 kPa vid nivå -8. Därunder ökar skjuvhållfastheten med ca 1,4 kPa/m till 52 kPa vid nivå -34. Därunder ökar skjuvhållfastheten med ca 0,5 kPa/m. Se Figur 3 och Tabell 2 för redovisning av valda värden.



Figur 3. Sammanställning av fält- och laborieförsök för lerans odränerade skjuvhållfasthet (korrigerad).

Tabell 2 – Korrigerad skjuvhållfasthet, valda värden.

Nivå	Korrigerad skjuvhållfasthet [kPa]
+0	12
-8	16
-34	52,4
-50	60,8

5.3 Geohydrologiska förhållanden

Vid undersökningstillfället observerades den övre grundvattenytan i borrhålen på djupet ca 1,0-2,1 m under markytan vilket motsvarar nivåerna ca +0,2 till +1,7.

Gullbergsåns vattennivåer bedöms vara styrande för grundvattennivån i området. Åns sträckning redovisas i figur 4 nedan.



Figur 4. Gullbergsåns sträckning markerad med cyan. (Källa: VISS, 2015-09-28)

Vattennivåerna i Gullbergsån bedöms styras av vattennivåerna i Göta älv. Olika vattennivåer för Göta älv redovisas nedan.

Högsta högvattenstånd:	HHW (50 år)	+1,6
Normalt högvattenstånd:	MHW	+1,0
Normalt medelvattenstånd:	MW	+0,1
Normalt lågvattenstånd:	MLW	-0,6
Lägsta lågvattenstånd:	LLW (50 år)	-1,1

5.4 Befintliga byggnationer

Inom aktuella fastigheter finns byggnader om 1-5 plan ovan mark med eller utan källare. Övriga delar utgörs av huvudsakligen av hårdgjorda ytor.

6 Stabilitet

6.1 Allmänt

Stabiliteten har kontrollerats mot Gullbergsån i två sektioner (E-E och F-F) längs fastighetens västra sida. För läge i plan se ritning G101. Då detaljplanegränsen går på västra sidan av Gullbergsån har stabiliteten även kontrollerats från den västra sidan. Här sker dock ingen byggnation.

Beräkningarna har utförts med odränerad/kombinerad analys med totalsäkerhetsfaktorer enligt IEG:s dokument 4:2010. Beräkningar har gjorts för cirkulärcylindriska glidytor med Morgenstern-Price's lamellmetod i Geostudio, Slope/W, version 7.16.

Topografiskt underlag är inhämtat från grundkartan. Grundkartans nivåer har verifierats mot de inmätta nivåerna på borrpunkterna. Gullbergsåns botten-topografi har modellerats enligt resultaten från lodningarna vid Almqvists bro.

Vid beräkningar har portrycket i leran ansatts till hydrostatiskt från lerlagrets överkant. Lägsta lågvatten (LLW_{50}) har ansatts i Gullbergsån.

För detaljerad utredning erfordras en beräknad totalsäkerhetsfaktor i odränerad analys om minst $F_c \geq 1,7$ - $1,5$ samt i kombinerad analys $F_{komb} \geq 1,5$ - $1,4$. Leran inom området är mellansensitiv och geotekniska förutsättningarna inom området, exempelvis topografi, jordparametrar etc., är välkända. Hydrologiska förutsättningar är konservativt valda i beräkningarna. Vald vattennivå i Gullbergsån är densamma som LLW_{50} i Göta älv i kombination med en grundvattenyta i nivå med överkanten av det uppfyllda kohesionslagret. Därför har de lägre värdena $F_c \geq 1,5$ samt $F_{komb} \geq 1,4$ valts som gällande för denna detaljplan.

6.2 Antaganden

Befintlig kontorsbyggnad har på norra sidan en ramp för biltrafik ner till ett källarplan under byggnaden. Enligt uppgift från fastighetsägaren sträcker sig källarplanet ca 5 m utanför fasadliv, vilket har antagits i beräkningarna. Källarens djup antas vara 3 m.

Byggnaden bedöms vara kohesionspålad och utgör därför inte någon last på de övre jordlagren.

Jordlagerföljden har i beräkningarna antagits vara densamma på västra sidan som på östra sidan. Fyllnadslagrens över- och underkant har i beräkningarna modellerats på samma nivåer på båda sidorna om Gullbergsån.

6.3 Modellering

I tabell 6.3 redovisas valda karakteristiska materialparametrar för beräkningarna.

Tabell 6.3 Valda karakteristiska parametrar.

Jordlager	Materialegenskap	Karakteristiskt värde
Vägbank (Grus)	Tunghet	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
	Effektiv tunghet under gvy	$\gamma' = 12 \text{ kN/m}^3$
	Friktionsvinkel	$\phi' = 34^\circ$
Fyllning (friktionsjord)	Tunghet	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
	Effektiv tunghet under gvy	$\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
	Friktionsvinkel	$\phi' = 32^\circ$
Fyllning (kohesionsjord)	Tunghet	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$
	Effektiv tunghet under gvy	$\gamma' = 7 \text{ kN/m}^3$
	Odränerad skjuvhållfasthet	$c_u = 20 \text{ kPa}$
Lera Mellan nivåerna ca ± 0 till -13	Tunghet	$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$
	Effektiv tunghet under gvy	$\gamma' = 6 \text{ kN/m}^3$
	Odränerad skjuvhållfasthet	$c_u = 15 \text{ kPa}$
Cellplast	Tunghet	$\gamma = 0,5 \text{ kN/m}^3$
	Effektiv tunghet under gvy	$\gamma' = -10 \text{ kN/m}^3$
	Odränerad skjuvhållfasthet	0,1 kPa
KC-pelare	Tunghet	$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$
	Effektiv tunghet under gvy	$\gamma' = 6 \text{ kN/m}^3$
	Odränerad skjuvhållfasthet	Se bilaga 1

Aktuell sektion har modellerats med tillförda karakteristiska trafiklaster enligt anvisningar i Tk Geo11.

GC-trafik: 5 kPa
 Fordonstrafik: 13 kPa (långa brottytor)

6.4 Resultat

Tabell 6.4 redovisar resultat från utförda beräkningar i odränerad och kombinerad analys.

Tabell 6.4 Resultat stabilitetsberäkningar.

Sektion	Befintliga förhållanden	Förstärkt sektion	Bilaga	Erfordrad säkerhet
E-E Öster sida	$F_c = 1,16$ $F_{komb} = 1,21$	$F_c = 1,57$ $F_{komb} = 1,40$ (ytlig)* $F_{komb} = 1,55$ (djup)	2:1-2:4	$F_c \geq 1,5$ $F_{komb} \geq 1,4$
E-E Väster sida	$F_c = 1,61$ $F_{komb} = 1,45$	$F_c = 1,63$ $F_{komb} = 1,40$ (ytlig)* $F_{komb} = 1,46$ (djup)	2:5-2:8	
F-F Öster sida	$F_c = 1,21$ $F_{komb} = 1,36$ (ytlig) $F_{komb} = 1,41$ (djup)	$F_c = 1,53$ $F_{komb} = 1,49$ (ytlig) $F_{komb} = 1,71$ (djup)	2:9-2:12	
F-F Väster sida	$F_c = 1,40$ $F_{komb} = 1,42$ (ytlig) $F_{komb} = 1,50$ (djup)	$F_c = 1,59$ $F_{komb} = 1,59$ (ytlig) $F_{komb} = 1,57$ (djup)	2:13-2:16	

* Ytliga glidytor förekommer med lägre säkerhet som ej påverkar stabiliteten i området.

7 Erosion

Slänten mot Gullbergsån utgörs av erosionskänsligt material. Slänten saknar erosionsskydd norr om Almqvists bro.

8 Sättningar

Baserat på utförda belastningsförsök (CRS-försök) bedöms leran vara normalkonsoliderad till svagt överkonsoliderad. Det innebär att ytterligare påförd last på jordlagret riskerar att resultera i sättningar. Marken i området har pågående krypsättningar.

9 Bergras och blocknedfall

Risk för bergras eller blocknedfall föreligger ej. Berg i dagen förekommer inte i närområdet. Jorddjupen överstiger 50 m.

10 Rekommendationer

10.1 Allmänt

Detaljplanens intentioner bedöms kunna fullföljas ur ett geotekniskt perspektiv.

10.2 Stabilitet

Utförda beräkningar visar att befintlig stabilitet mot Gullbergsån är låg. Vid utbyggnad inom Gårda 1:15 erfordras förstärkningsåtgärder för att uppnå tillfredställande stabilitet.

Beräkningar har utförts med KC-pelarinstallation, cellplastfyllning samt avschaktning av Gullbergsåns slänter som förstärkningsåtgärder. Resultaten visar att det är genomförbart att uppnå tillfredställande stabilitet. Bilaga G401 redovisar ett område där stabiliteten är låg för befintliga förhållanden och där förstärkningsåtgärder erfordras. I detaljplanen skall detta område markeras med en bestämmelse om stabilitetsförbättrande åtgärder.

Om avschaktningen av Gullbergsåns östra slänt i någon mån inkräktar på GC-vägens område kan denna del av avschaktningen ersättas med stödmur.

Vilken/vilka förstärkningsåtgärder som är bäst lämpade för området mht. utförande, kostnad etc. bestäms i ett senare projekteringsskede.

Vid Gårda 2:12 måste stabiliteten för väg E6/E20 beaktas vid schakt för källare, se bilaga 4.

10.3 Erosion

För att förhindra risk för stabilitetsförsämring på grund av framtida erosion föreslås att ett erosionsskydd blir utfört längs Gullbergsåns östra slänt norr om Almqvists bro.

10.4 Grundläggning

Grundläggning av den planerade kontorsbyggnaden inom Gårda 2:12 föreslås bli utförd med spetsbärande pålar till berg för att undvika risken för skadliga differens- och totalsättningar. För att minska antalet pålar och därmed omgivningspåverkan kan grövre betongpålar vara att föredra.

Inom Gårda 1:15 kan grundläggning med kohesionspålar bli aktuellt.

Med hänsyn till att källarplan kommer byggas under grundvattennivån rekommenderas vattentäta konstruktioner. Dräneringsnivån bör inte sättas lägre än lerlagrets överkant alternativt lägre än nivå +0,2 m (MW i Gullbergsån).

Risken för påhängslaster skall beaktas för de yttre pålraderna vid byggnation med källare.

10.5 Markarbeten

För schakt av källare skall spont installeras för att skydda befintliga gator och ledningar.

Byggnadstekniska åtgärder som medför en permanent grundvattensänkning bör ej utföras. Detta är viktigt inte enbart för planerade byggnader utan även för närliggande mark som kan utsättas för sättningar vid sänkning av grundvattenytan.

11 Kontroll vid schakt- och grundläggningsarbeten

Entreprenören skall installera mätpunkter för rörelser på sponter samt närliggande befintliga byggnader, brunnar, och ledningar. I god tid innan markarbeten påbörjas skall ett kontrollprogram upprättas.

Vid schaktning och pålning skall rörelser, till en början, mätas dagligen. Mätintervallen kan senare justeras beroende på rörelseutveckling.

Utöver kontrollprogram m.a.p. markrörelser ska även en riskanalys tas fram m.a.p. vibrationer till följd av pålningsarbeten mm. Riskanalysen bör även omfatta sprickbesiktning för närliggande byggnader.

Norconsult AB
Väg och Bana
Geoteknik

Bengt Askmar
bengt.askmar@norconsult.com

David Rudebeck
david.rudebeck@norconsult.com



Norconsult AB

Theres Svensson gata 11

Box 8774, 402 76 Göteborg

031 – 50 70 00, fax 031-50 70 10

www.norconsult.se