

Åby, Västerhaninge
Åby Entré, Kv. A och B
Planerade bostäder
PM Geoteknik nr 1
Projekteringsunderlag

Nacka 2018-11-27 (rev. 2019-02-07)
Handläggare: Jakob Vall

Granskad av: Lars Henricsson, WSP

Konsult

Geoteknologi Sverige AB
Finnboda Varvsväg 12B
131 72 Nacka
Tel: 070 290 74 40
Org.nr: 559080-8084
Styrelsens säte: Stockholm

Kund

Serneke Bygg AB, Erik Carmestedt på uppdrag av Gotska Fastighets AB

Kontaktperson

Jakob Vall 070 290 74 40
E-post: jakob.vall@geoteknologi.se

Innehåll

1	Uppdrag och syfte	3
2	Planerade anläggningar	3
3	Utförda undersökningar	4
4	Underlag	4
5	Befintliga byggnader och anläggningar	4
5.1	Befintliga ledningar	4
6	Mark- och jordlagerförhållanden	5
6.1	Topografi.....	5
6.2	Geologi	5
6.3	Jordlagerförhållanden	7
6.4	Miljötekniska förhållanden.....	8
7	Hydrogeologiska förhållanden	8
8	Geotekniska förutsättningar	9
8.1	Grundläggning.....	9
8.2	Grundvatten och LOD.....	10
8.3	Schakt.....	10
8.4	Markmiljö och radon	12
9	Dimensionering	12
9.1	Geoteknisk kategori och säkerhetsklass	13
9.2	Geokonstruktionens dimensionerande värde	13
10	Uppföljning och kontroll	14
10.1	Grundläggning.....	14
10.2	Grundvatten	15
10.3	Riskanalys avseende vibrationsalstrande markarbeten	15
11	Kompletterande undersökningar	15
12	Ritningar	16

1 Uppdrag och syfte

Inom del av fastigheten Åby 1:27 i Västerhaninge planerar Gotska Fastighets AB uppföra cirka 270 lägenheter, en förskola samt ett gym. Planerad bebyggelse består av två 2 – 6 våningar höga byggnader samt garage under delar av kvarteretsmarken.

På uppdrag av Serneke Bygg AB har Geoteknologi Sverige AB utfört geoteknisk utredning för planerad bebyggelse. Syftet med utredningen är att klarlägga geotekniska förhållanden som underlag för projektering av planerade schakt- och grundläggningsarbeten.

Denna handling är avsedd att utgöra geotekniskt underlag för projektering.

Dokumentation av utförda och sammanställda undersökningar redovisas i Markteknisk undersökningsrapport (MUR) – Geoteknik, daterad 2018-11-27 (reviderad 2019-02-07).

2 Planerade anläggningar

Området ligger invid Åbyplan i norra Västerhaninge och gränsar till Ringvägen i norr, Åbyvägen i väster, Gamla Nynäsvägen i söder samt befintlig skogsmark i öster.

Inom det aktuella området planeras två nya, 2 – 6 våningar höga byggnadsvolymer, vilka uppförs inom två nya fastigheter, se figur 1. Under huskropparna och delar av gårdsmarken planeras underbyggda gårdar för garage och förrådsutrymmen m.m. Lägsta golvnivåer varierar mellan ca +33,9 och +35,5, motsvarande ca 0 – 6,2 m djup under befintlig markyta.



Figur 1. Planerad bebyggelse med planerad källarvåning markerad. I öster ligger golvnivån på +35,5. Kv. A ligger till vänster och Kv. B till höger i figuren.

Parkvägen mellan de två fastigheterna utformas som gång- och cykelväg. Denna ska vara tillgänglig för nylagda, markförlagda ledningar. Ledningsomläggning planeras utföras av Haninge kommun under 2019. Gångvägen färdigställs i samband med projektets

slutförande i samråd med Haninge kommun.

3 Utförda undersökningar

Geoteknologi har utfört nya geotekniska fältundersökningar i oktober 2018. Dokumentation av utförda undersökningar redovisas i Markteknisk undersökningsrapport (MUR) Geoteknik, daterad 2018-11-27 (reviderad 2019-02-07). Undersökningsresultat redovisas på planritning G-10-1-01 och sektionsritningarna G-10-2-01 – G-10-2-06 tillhörande MUR-Geoteknik.

Denna PM med tillhörande ritningar redovisas i koordinatsystem SWEREF 99 18.00 i plan och RH 2000 i höjd.

4 Underlag

Underlag för utredningen har varit:

- SGU:s jordartskarta (skala 1:50 000)
- Beskrivning till geologiska kartbladet Stockholm SO. Serie Ae nr 3. SGU 1969.
- A-handlingar upprättade Kirsh + Dereka Arkitekter av hämtade från Byggnet 2018-09-25.
- Rev2017_PM_dagvattenutredning_Åby entré. Upprättad av ÅF, daterad 2016-02-19, reviderad 2017-06-26.
- PM. DP för Åby entré avseende nybyggnad av bostäder m.m. Geotekniska förhållanden inom planområde Åby Entré. Upprättad av Ramböll, daterad 2017-04-20.
- Detaljplan. Västerhaninge. Del av Åby 1:27, Åby Entré. Samråd 2016-06-20 – 2016-09-05.
- PM Radon, Åby Entré. Upprättad av Miljöanalys, daterad 2018-10-09.
- PM översiktlig miljöteknisk markundersökning Del av Åby 1:27. Upprättad av Miljöanalys, daterad 2018-11-05.
- Åby Entré Spont. Upprättad av Nyblad Konsult, daterad 2018-12-19.
- Övriga underlag som är sammanställda i Markteknisk undersökningsrapport (MUR) – Geoteknik.

5 Befintliga byggnader och anläggningar

5.1 Befintliga ledningar

Enligt inventerade ledningsunderlag förekommer inom fastigheten ett flertal ledningar (VA, huvudvatten) samt kablar (el, tele, opto, belysning, tv) som direkt eller indirekt kommer att beröras av de planerade arbetena. Ett flertal av ledningarna och kablar planeras dock att läggas om i nytt läge innan arbetena utförs. En sammanfattning av befintliga ledningar redovisas i tabell 1 nedan.

Tabell 1. Befintliga ledningar.

Typ	Ledningsägare	Läge/sträckning	Risk/åtgärd
-----	---------------	-----------------	-------------

Vatten	Stockholm Vatten	Söder om området utmed GC-väg	Risk vid stagsättning för spont, vibrationer, se avsnitt. 8.3
El	Vattenfall	Genom området samt utmed Ringvägen	Flyttas/hanteras inom LSO
Tele	Skanova	Genom området samt utmed Ringvägen	Flyttas/hanteras inom LSO
Opto	Stokab	Genom området samt utmed Ringvägen	Flyttas/hanteras inom LSO
VA	Haninge kommun	Genom området samt utmed Ringvägen	Flyttas/hanteras inom LSO
TV	Comhem	I västra delen av området	Flyttas/hanteras inom LSO
Belysning	Haninge kommun	Vid parkering + intill bef. gator/GC	Flyttas/hanteras inom LSO

6 Mark- och jordlagerförhållanden

6.1 Topografi

Området består idag av ett skogsparti som i väster gränsar till en parkeringsplats och öppna gräsytor, se figur 2. Marknivån faller i utförda undersökningspunkter från ca +41 i väster till ca +33 i öster. Området gränsar i öster till en naturlig bäckravin, där Åbyån rinner söderut. Marknivån i bäckravinens botten ligger på ca +27.



Figur 2. Vy över området från söder. I övre delen av bilden ligger Ringvägen.

6.2 Geologi

Det aktuella området ligger i södra utkanten av den rullstensås, som sträcker sig i nord-sydligt stråk från Västerhaninge till Kolarängen i norra Älta, se figur 3.

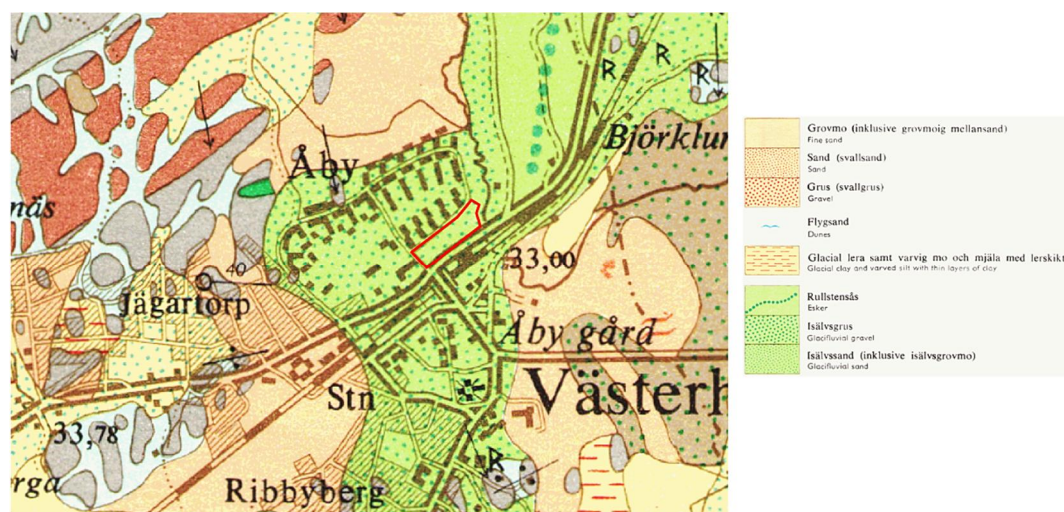
I SGU:s jordartskarta över området förekommer isälvsgrus, vilket innebär att de ytliga delarna består av i huvudsak grusigt material. Vid tidigare undersökningar inom samma åsformation har man träffat på glaciala lerlager, täckta av svallsediment. Mellan isälvsavslaringarna och de glaciala finkorniga sedimenten har gränserna varit oskarp.

I beskrivningen till det geologiska kartbladet Stockholm SO beskrivs en komplex geologi. Exempelvis har man i samband med tidigare täktverksamhet strax nordost om det nu aktuella området, på ca 10 m djup, påträffat 0,3 – 1,0 m mäktigt moränlager, som omges

av stenigt isälvsgrus. Ungefärligt område, där noteringarna gjordes, ligger i rullstensåsavschnittets sydligaste del, ca 27 m.ö.h. (se figur 4).

”Moränlagret var där ca 1 m mäktigt och överlagrades närmast av stenigt isälvsgrus (ca 7 m), isälvs sand (ca 3 m) och överst svallgrus (ca 1 m). Moränlagret utmärktes av att det var mycket hårt packat, särskilt i den övre delen. Stenhalten var i hela lagret relativt hög. I moränlagrets undre hälft utgjordes stenmaterialet i påfallande hög grad av rundade stenar av samma typ som i det underliggande steniga isälvsgruset. I den övre hälften av lagret dominerades stenmaterialet nästan helt av skarpkantiga stenar av sedimentgnejs.”

Moränlagrets förekomst kan bero på att åsavsnittet har avsatts i två etapper. ”Sedan ett första mindre åsparti avsatts har detta delvis överskridits av isen. Därvid har isälvs materialet delvis tagits upp och kommit att ingå i den av isen avlastade moränen. Vid isframstöten har även närbelägna, ehuru icke överskridna delar av det första avsatta åspartiet påverkats av tryck från isen, varvid den ursprungliga lagringen rubbats. Sedan isen slutligen dragit sig tillbaka, har den resterade större delen av åsavsnittet uppbyggts, delvis ovanpå det från den framryckande isen härrörande moränlagret.”



Figur 3. SGU:s jordartskarta från 1968.



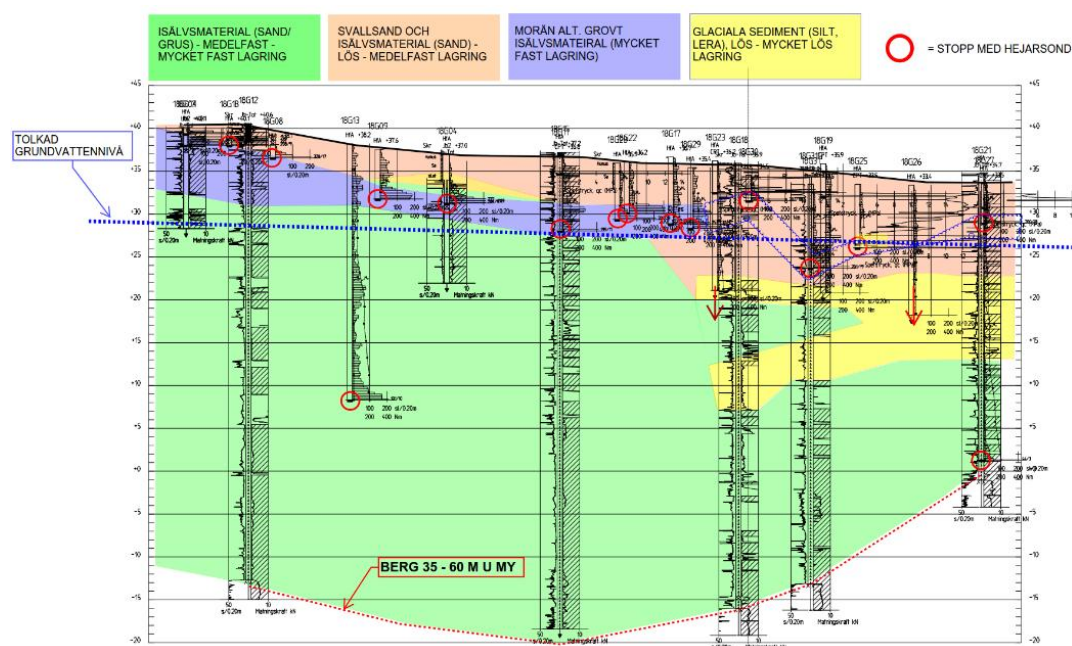
Figur 4. Bilden till vänster; flygfoto från slutet på 1950 eller början på 1960-talet innan området exploaterades. Bilden till höger redovisar skärning (ungefär i läget för den röda rutan i bilden till vänster) i tidigare, närliggande grustäkt, där moränlagrets övre och undre gräns är markerat.

Moränen under- och överlagrades av mäktiga lager av stenigt isälvsgrus, vilket kan överensstämma med gjorda observationer i samband med nu utförda undersökningar.

6.3 Jordlagerförhållanden

Som framgår av den geologiska beskrivningen, vilket också utförda undersökningar indikerar, ligger området inom en mycket komplex isälvsavlagring, bestående av morän samt sten, grus, sand, silt och lera, som i omgångar har avlagrats i oregelbundna former och mäktigheter. Baserat på utförda undersökningar kan jordförhållandena förenklat delas upp i två kategorier (se figur 5);

- Isälvsmaterial bestående av friktionsjord (isälvsgrus, isälvsand och/eller svallsediment) ovan fast – mycket fast lagrad morän som underlagras av mäktiga isälvsavlagringar (sand/grus) ovan berg.
- Isälvsmaterial bestående av friktionsjord (isälvsgrus, isälvsand och/eller svallsediment) ovan fast – mycket fast lagrad morän som underlagras av finkorniga isälvsediment bestående av silt och/eller lera. Under de finkorniga sedimenten förekommer mäktiga isälvsavlagringar (sand/grus) ovan berg.



Figur 5. Tolkad jordlagerförhållanden. Röda pilar visar där sonderingen har avbrutits innan stopp har erhållits.

Fyllningens tjocklek har inte särskilt undersökts, men kan under hårdgjorda ytor antas variera från ca 0,5 – 1,0 m. Större fyllnadsmäktigheter kan dock lokalt förekomma i anslutning till befintliga ledningar. Fyllningens sammansättning har inte undersökts, men bedöms främst bestå av fast lagrad sand och grus, delvis krossat material.

Den övre delen av jorden bedöms bestå av omlagrade isälvsavlagringar bestående av löst – medelfast lagrade svallsediment (svallgrus och svallsand). Isälvsavlagringarna vilar på ett mycket fast lager bestående av antingen stenig morän och/eller grovkorniga (steniga) isälvsavlagringar. Utförda hejarsonderingar har generellt stoppat ca 5 – 7 m djup (nivån ca +25- +32), vilket sammanfaller relativt väl med det moränlager man tidigare observerat i grustakten (nordost om området, se figur 4).

I öster förekommer under svallsedimenten/moränen ett ca 5 - 10 m tjockt lager av finkorniga glaciala sediment bestående av silt eller lera. Då CPT-sonderingar har stoppat i de ovanliggande friktionsjordslagrena har de lösa sedimenten inte närmare undersökts. Baserat på utförd CPT (18G25) kan dock lerans lägsta odränerade skjuvhållfasthet antas till minst ca 25 kPa. Leran har sannolikt stor spridning i hållfasthet beroende på de heterogena förhållandena, men även på tidigare belastningar i området.

Under det fasta moränlagret eller den lösa leran förekommer mäktiga isälvsavlagringar, som troligen främst består av växelvisa lager av medelfast – fast lagrad sand och grus. Isälvsavlagringarnas tjocklek varierar inom ett brett spann från ca 15 till över 50 m.

Bergets nivå varierar i utförda sonderingar mellan ca -1 och -18, motsvarande från ca 35 till mer än 56 m djup under markytan vid undersökningspunkterna. *Bergets* kvalitet har inte närmare undersökts.

6.4 Miljötekniska förhållanden

I samband med arbetena har en översiktlig miljöteknisk undersökning utförts. Resultaten av undersökningarna redovisas i PM översiktlig miljöteknisk markundersökning, Del av Åby 1:27, daterad 2018-11-05.

7 Hydrogeologiska förhållanden

Det aktuella området ligger hydrogeologiskt strax öster om en naturlig grundvattendelare. Med tanke på friktionsjordens höga genomsläpplighet förekommer inom området ingen ytavrinning - vilket innebär att all avrinningen sker i form av ett grundvattenflöde bort från området. Grundvattnets strömning sker i det vattenförande isälvs materialet i den riktning som marken och berggrunden lutar, d.v.s. i huvudsak mot öster.

Grundvattenmätning har i anslutning till området utförts genom mätning i ett nyinstallerat rör, med spetsen nedförd i permeabelt friktionsjordlager.

I rör 18G31G har grundvattnets trycknivå uppmätts, vid två mättillfällen i oktober 2018 respektive februari 2019, på nivån +25,8, motsvarande ca 7,7 m under markytan vid röret. Grundvattnets nivå ska förutsättas variera med årstid och nederbörd.

8 Geotekniska förutsättningar

8.1 Grundläggning

Kv. A (västra kvarteret)

Kvarter A föreslås grundläggas med sulor/plattor på ett ca 0,15 m dränerande och kapillärbrytande lager av makadam eller motsvarande. På schaktbottennivån rekommenderas att ett materialskiljande lager av geotextil (typ N2) utläggs, mellan den naturligt lagrade jorden (moränen/isälvs materialet) och makadammen.

Då skikt av finkornigare jord (lera) har påträffats utmed Ringvägen, i norr, rekommenderas utökade schaktbottenkontroller samt eventuell utskiftning av finkornig eller lös jord. Sulornas dimension beror på rådande laster, överlagringstryck på grundläggningsnivån samt tillåtna sättningar. Utnyttjandegraden rekommenderas dock med nuvarande information hållas nere (dimensioneras med försiktighet) med beaktan av den komplicerade geologin och för att minimera risken för oacceptabla sättningar om lokala svaghetszoner/lerlinser förekommer.

Kv. B (östra kvarteret)

Till följd av den svårtolkade geologin och att lösa jordlager (silt/lera) påträffats under fastare skikt av morän/stenigt isälvs material finns utmaningar och risker oavsett val av grundläggnings sätt (pålar/plattor). Vid plattor är risken främst att de momentana sättningarna riskerar att bli större än förväntat, med risk för sprickbildningar som följd. Vid pålning finns (förutom att de kan bli mycket långa) utmaningar vid neddrivning samt att kostnaderna kan öka väsentligt vid problem i produktionen om pålarna stoppar ytligt.

Den del av byggnaden som har källarvåning föreslås grundläggas med hel bottenplatta på ett 0,15 m dränerande och kapillärbrytande lager av makadam eller motsvarande. På schaktbottennivån rekommenderas att ett materialskiljande lager av geotextil (typ N2) utläggs, mellan den naturligt lagrade jorden och makadammen. Vid grundläggning med hel bottenplatta är det viktigt att förväntade momentansättningar studeras noga i samråd med konstruktör.

Den östra delen av byggnaden, som utförs med FG +35,5, föreslås med hänsyn till de lösa jordlagren grundläggas med spets- eller mantelburna pålar.

I övergången mellan grundläggning med pålar respektive platta på mark rekommenderas att dilatationsfog utförs som kan ta upp vissa differensrörelser.

8.1.1 Val av påltyp

Beroende på val av påle finns olika risker och problemställningar att beakta.

Vid val av slagna betongpålar finns stor risk att pålarna kommer att stoppa i det ytliga, mycket fasta morän/isälvs materiallagret (på motsvarande nivå som hejarsonderingarna). För att komma igenom detta lager och föra ner lasterna under de lösare sedimenten kan därför prylning/förborring erfordras med foderrör e.d.

Om förhållandena är sådana att betongpålar stoppar mot skiktet är det möjligt att slagna stålrörspålar (som normalt penetrerar fasta skikt lättare) fungerar bättre. Om inte heller slagna stålrörspålar fungerar kan borrade spetsburna pålar (som nedborras i berg) behöva

utföras. Både slagna och borrade stålörspålar kan förväntas nå berg. Då endast två bergbestämningar har utförts inom den aktuella delen råder osäkerhet om förväntade pållängder, men för en kalkyl kan berget antas ligga på mellan 35 och 50 m djup (medelpållängd på ca 45 m relativt befintlig marknivå).

För att säkert klarlägga pålbarheten för slagna betong- eller stålörspålar krävs att provpålning utförs.

Ett annat alternativ är att grundlägga med borrade, injekterade, pålar. Pålen installeras genom samtidig borrning och injektering där injekteringsbruket går genom stålörret och ut i borrkronan genom ett eller flera öppningar. Exempel på påltyper på den svenska marknaden är Ischebeck TITAN, MAI och IBO. Vid val av denna påltyp bör kompletterande undersökningar/provtagningar utföras för att klarlägga lerans egenskaper m.m.

8.2 Grundvatten och LOD

För att inte åstadkomma en permanent grundvattensänkning ska dräneringsnivåerna för nya byggnader inte ligga lägre än tidigare uppmätta grundvattennivåer. Den hittills uppmätta grundvattennivån uppgår till ca +25,8, vilket är ca 8 m under lägsta golvnivå +33,9.

Baserat på detta bedöms hela grundläggningen kunna utföras på en dränerad terrass. En viss osäkerhet för högre nivåer i väster kan dock finnas då röret ligger i utkanten och kan i värsta fall vara påverkad (eller ligga lägre) p.g.a. den närliggande bäckravinen. För att helt utesluta att grundvattenytan inte ligger över aktuella schaktbottennivåer krävs även att ett rör installeras i den västra delen av området.

Befintligt grundvattenrör behöver mätas under en längre tidsperiod för att kunna göra bedömning av vattenytans fluktuation under året.

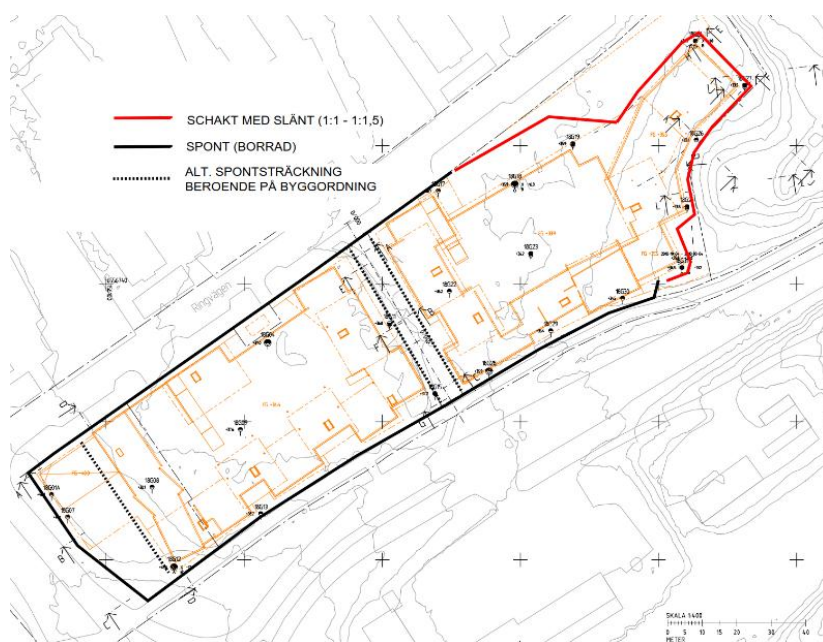
Förutsättningarna för LOD bedöms som mycket goda till följd av den låga grundvattennivån samt markens höga vattengenomsläpplighet.

8.3 Schakt

8.3.1 Jordschakt

Med en lägsta schaktbottennivå på ca +34,6 och +33,9 uppgår schaktdjupet för grundläggningsarbetena till mellan 0,5 och 7 m. Jordschakt i friktionsjorden bedöms kunna utföras till max ca 2,5 m djup med medelslantschaktlutning 1:1, under förutsättning att marken är obelastad inom 1,0 m från släntrönet och med max 15 kPa belastning inom 1 – 3 m från släntrönet. För djupare schakt eller obebakade jordslänter, som ska stå öppna under en längre period krävs i regel flackare slänlutningar (ca 1:1,5). Då tillgängligt schaktutrymme är begränsat till befintliga ledningar bedöms stora delar av schakten behöva utföras inom spont.

Bedömda schaktförutsättningar redovisas i figur 6 nedan.



Figur 6. Bedömda schaktförutsättningar.

8.3.2 Spont

Med ovan förutsättningar bedöms ca 380 längdmeter spont erfordras. I västra delen av området kan man eventuellt komma undan med mindre spont genom att först utföra ca 2-3 m hög grovterrassering, varifrån sponten slås.

Med beaktan av de ytliga, mycket fasta jordlagren bedöms sponten behöva utföras som borrard rörspont, som bakåtförankras med jordförankrade stag. Stagen för sponten har av Nyblad Konsult beräknats bli ca 20 - 30 m långa. Risker med sättningar, vibrationer etc. samt ev. stagkonflikter med SVOA:s huvudvattenledning behöver studeras.

Då sponten bedöms få mycket stora kostnadskonsekvenser rekommenderas att alternativ till dessa studeras, t.ex.:

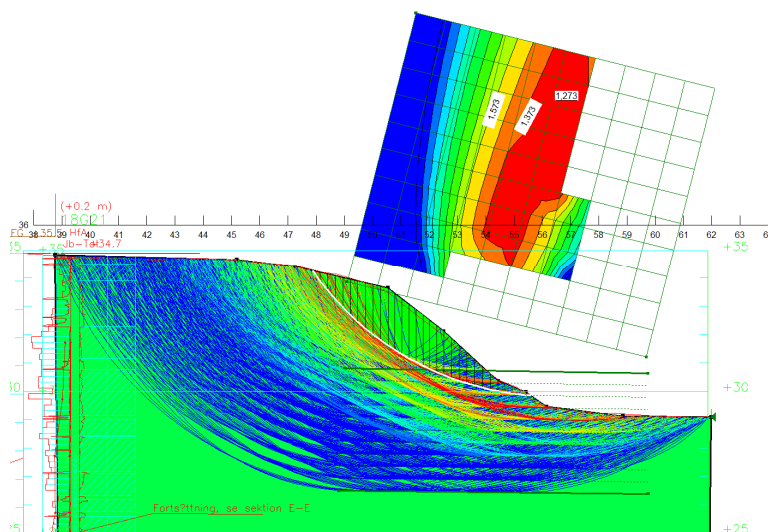
- Anpassa källarvåningarnas utbredning så att den kommer in från fastighetsgränsen, som möjliggör schakt med slänt. Källare i den östra delen lämpar sig bättre m h t topografin.
- Ändra byggordning och utföra källarväggarna innan vissa av ledningsarbetena har utförts. Kräver temporära ledningsomläggningar samt samordning med kommunen.
- Jobba med btg-sprutade slänter i kombination av terrasseringar av släntkrönet istället för spont där schaktdjupet är begränsat. Detaljstudera schaktförutsättningarna mot befintliga ledningar.
- Ta allmän mark i anspråk (utöka arbetsområdet) och återställa omgivande mark efteråt.

8.3.3 Stabilitet Bäckravin

En översiktlig stabilitetsberäkning har utförts av slänten mot befintlig bäckravin.

Enligt IEG Rapport 4:2010 "Tillståndsbedömning /klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar" skall säkerhetsfaktorn för slänter vid planläggning (vid dränerad analys) minst uppgå till $F_c \geq 1,3$.

Vid en översiktlig beräkning ($\phi = 35^\circ$) i stabilitetsprogrammet GeoStudio 2016 (SLOPE/W), med analysmetod Morgenstern – Price, erhålls en säkerhetsfaktor på $F_f = 1,27$. Baserat på ovan resultaten föreslås att Haninge kommun utreder och säkerställer att släntstabiliteten är tillfredställande över längre tid. Man bör även överväga att utföra ett erosionsskydd som tillser att slänten är skyddad mot erosion vid kraftig nederbörd.



Figur 7. Utförd stabilitetsberäkning i sektion H-H.

8.4 Markmiljö och radon

Hur hanteringen av befintliga jordmassor skall göras, med hänsyn till markmiljötekniska förhållanden, redovisas i handling *PM översiktlig miljöteknisk markundersökning Del av Åby 1:27*, daterad 2018-11-05.

Enligt utförd radonundersökning klassificeras området som normalradonmark, se *PM Radon, Åby Entré*, daterad 2018-10-09.

9 Dimensionering

Dimensionering utförs enligt gällande föreskrifter EKS 10 (BFS 2015:6), Boverkets föreskrifter om tillämpning av Europeiska konstruktionsstandarder. Vid dimensionering skall geokonstruktionens dimensionerande värde för respektive materialegenskap beräknas utifrån medelvärdet. Då ett lågt värde är dimensionerande används formel:

$$X_d = (1/g_n) * \eta * \bar{X}_{valt}$$

där

X_d Geokonstruktionens dimensionerande värde.

g_n Fast partialkoefficient enligt nationellt annex och är beroende av "Design approach", DA. Värdet erhålls från BFS 2015:6.

η Omräkningsfaktor som tar hänsyn till osäkerheter relaterade till jordens

\bar{X}_{valt} egenskaper och aktuell geokonstruktion.
Värderat medelvärde baserat på härledda värden.

Dimensionering av pålars geotekniska bärförmåga sker enligt DA2, medan plattor samt pålars konstruktiva bärförmåga dimensioneras enligt DA3. För DA2 är $g_{n,cu}=1,0$ och $g_{n,tan\emptyset}=1,0$. Partialkoefficienter för DA3 är enligt Tabell 3.

9.1 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

Geokonstruktionen bedöms, enligt EN 1997-1:2005, tillhöra geoteknisk kategori 2 (GK2). För GK2 krävs verifiering av bärförmågan genom beräkningar och/eller provbelastning. Säkerhetsklassen bedöms enligt BFS 2015:6 tillhöra säkerhetsklass 2 (SK2). Partialkoefficient (SK2), $g_f=0,91$.

9.2 Geokonstruktionens dimensionerande värde

9.2.1 Medelvärden, \bar{X}

Tabell 2. Karakteristisk tunghet nedan anges som tunghet över grundvattenyta (g) och effektiv tunghet under grundvattenyta (g').

Jordart	Djup/ Nivå	c_u [kPa]	\emptyset'	E_k [MPa]	Tunghet, $g(g')$
Fyllning (F)	Se ritn. och figur 5	-	35°	20,0	20,0
Isälvs sediment/Morän (Fr)		-	Se MUR, bilaga 1.1 och 1.2.	Se MUR, bilaga 1.3 och 1.4.	18 (10) – 19 (12)
Lera (Le)		25,0	30°	-	17 (7)

9.2.2 Val av partialkoefficienter, g_n

För DA2 är $g_{n,cu}=1,0$ och $g_{n,tan\emptyset}=1,0$. Partialkoefficienter för DA3 anges i Tabell 3.

Tabell 3. Partialkoefficienter (g_n) för materialparametrar i DA3 enligt BFS 2015:6.

Jordparameter	Symbol	Värde
Friktionsvinkel ($\tan\emptyset'$)	$g_{\emptyset'}$	1,3
Effektiv kohesion	g_c	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet	g_{cu}	1,5
Tunghet	g_g	1,0

9.2.3 Omräkningsfaktorn, η för beräkningar i DA3 (pålar)

Omräkningsfaktorn, η beräknas som produkten av flera delfaktorer. $\eta = \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \eta_4 * \eta_5 * \eta_6 * \eta_7 * \eta_8$.

Tabell 4. Valda delfaktorer för aktuell konstruktion vid pålning.

$\eta_1 \cdot \eta_2$		η_3	η_4	η_5	η_6^*		η_7	η_8
c_u	0,95	1,0	1,0	1,0	a)	1,1	1,0	1,0
$\tan\phi'$	0,95				b)	1,05		
g	1,0				c)	1,0		

* η_6 väljs av konstruktör.

- För påle som ingår i en pålgrupp med styvt fundament eller pålar där stora delar av lasten (>50%) kan överföras till närliggande pålar via överliggande konstruktion vid eventuell defekt påle eller pålbrott.
- För påle där endast en mindre del av lasten kan överföras till andra pålar.
- För pålar som enskilt ska bära all tilldelad last

Förslag på delfaktorer för plattor redovisas i Tabell 5 nedan.

Tabell 5. Utvärderade delfaktorer för plattor vid dränerade förhållanden.

$\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4$		$\eta_5 \cdot \eta_6$		η_7	η_8
a)	0,9	c)	1,0	1,0	1,1
b)	1,0	d)	0,9		

* $\eta_5 \cdot \eta_6$ väljs av konstruktör.

- För befintliga jord- och fyllnadsmaterial.
- För tillförda fyllningsmaterial som är packade enligt AMA Anläggning 13.
- För långsträckta plattor där en stor jordvolym medverkar vid brott och/eller där plattan är styv, d v s har förmåga att överföra laster från vecka till fasta delar i marken. En kantförstyvad platta kan i normalfallet betraktas som en långsträckt platta.
- För kvadratiska/rektangulära plattor där ett lokalt sämre område kan orsaka brott i konstruktionen och/eller plattor som har begränsad förmåga att omfördela laster.

10 Uppföljning och kontroll

10.1 Grundläggning

I samband med mark- och grundläggningsarbetena rekommenderas att kontroller / besiktningar utförs av geotekniskt sakkunnig person samt att verkliga förhållanden i undergrunden dokumenteras.

Kontrollen bör, där grundläggning med plattor utförs, i första hand inriktas på att säkerställa att ingen lös, lerig jord förekommer. Beroende på laster och slutgiltig utformning kan de geotekniska förutsättningarna behöva kompletteras, förtydligas och revideras under projekteringsskedet.

Vid pålning med slagna pålar kan risk finnas för falska pålstopp, dvs. att pålen vid stoppslagning har ett större drivningsmotstånd. Det först uppmätta drivningsmotståndet motsvarar alltså inte den statiska bärförmågan. Om man misstänker att ett falskt stopp erhållits bör efterslagning alternativt fördröjd kontrollslagning utföras. Normalt brukar falska pålstopp ske i fast lagrad siltig jord.

10.2 Grundvatten

De nyinstallerade rören behöver mätas under en längre tidsperiod för att kunna göra bedömning av vattenytans fluktuation under året. Förslagsvis mäts grundvattennivån i rören ungefär fyra gånger per år fram till byggstart.

Ytterligare ett rör rekommenderas att installeras i östra delen av området för att kontrollera eventuell gradient inom det planerade bebyggelseområdet.

10.3 Riskanalys avseende vibrationsalstrande markarbeten

Riskanalys rekommenderas upprättas och skall innehålla bl.a.

- Inventering av vibrationskänsliga byggnader, anläggningar samt vibrationskänslig utrustning eller verksamhet.
- Högsta tillåten svängningshastighet vid markarbeten samt placering av
- vibrationsmätare.
- Omfattning av för- och efterbesiktningar.

11 Kompletterande undersökningar

Med tanke på de stora jorddjupen och förekomsten av skikt med mycket fasta jordlager, varvat med lösare skikt, har kapaciteten vid hittills utförda undersökningar varit lägre än beräknat. Det - tillsammans med att ledningar med osäkert läge förekom -, har inneburit att det finns luckor i underlaget, vilket kan innebära risker som har betydelse för grundläggningens utformning. Det gäller särskilt om lerlager eller linser av lera förekommer i åsmaterialet. Ytliga lerlager kan noteras genom kontroller i schaktskedet, men på större djup kan lokala lerlager endast upptäckas genom tillräckligt tät borrhning.

Oavsett om kompletterande undersökningar utförs kommer vissa osäkerheter att kvarstå – vilket innebär att man redan i systemhandlingsskedet bör projektera grundläggningen med viss försiktighet, exempelvis genom att begränsa grundtrycken genom ökade plattstorlekar m.m. Då vissa lokala avvikelser kan förekomma, samt att lera, påträffats utmed Ringvägen, rekommenderas att kompletterande undersökningar utförts.

Undersökningarna föreslås innefatta provtagning samt komplettering med ytterligare hejarsonderingar för att säkerställa att inga skikt/linser av lös eller finkornig jord förekommer. För att ta prover, bedöma schaktbarheten samt klarlägga sten- och blockhalten kan även utförande av provgröpar vara ett alternativ. I västra delen av området rekommenderas att ett grundvattenrör installeras.

12 Ritningar

Resultat av utförda undersökningar redovisas på planritning
G-10-1-01 samt sektionsritningarna G-10-2-01 – G-10-2-06, tillhörande MUR-Geoteknik.

Geoteknologi Sverige AB

Jakob Vall

Jakob Vall