



Huddinge, Flemingsberg

Campus Flemingsberg

PM Geoteknik nr 1

Planeringsunderlag

PROGRAMHANDLING

Stockholm 2021-04-07

Handläggare: Jakob Vall

Granskad av: Lars Henricsson

Konsult

Geoteknologi Sverige AB
Hammarby Kajgata 12
SE-120 67 Stockholm
Tel: 070 290 74 40
Org.nr: 559080-8084
Styrelsens säte: Stockholm

Kund

Byggvesta Development AB, Jenny Pettersson

Kontaktperson

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

Innehåll

1	Inledning	4
1.1	Bakgrund.....	4
1.2	Uppdrag och syfte	4
1.3	Planerad bebyggelse	5
2	Underlag	5
2.1	Utförda undersökningar	6
3	Befintliga ledningar och anläggningar	6
3.1	Befintliga byggnader och anläggningar	6
3.2	Befintliga ledningar	7
4	Mark- och jordlagerförhållanden	8
4.1	Topografi och ytlager	8
4.2	Geologi	8
4.3	Jordlagerförhållanden	9
4.4	Bergtekniska förhållanden	11
4.5	Lerans sättningsegenskaper	11
5	Hydrogeologiska förhållanden	12
6	Skredrisker och klimateffekter.....	13
6.1	Förväntad påverkan vid klimatförändringar	14
7	Markbyggnadstekniska förutsättningar	14
7.1	Grundläggning av byggnader och markförstärkningsåtgärder.....	14
7.2	Grundläggning av murar	17
7.3	Grundläggning av VA-ledningar	19
7.4	Schakt.....	19
7.5	Allmänt	19
7.6	Schakt för byggnader	19
7.7	Jordschakt för VA-ledningar.....	20
7.8	Spont	20
8	Grundvatten, LOD, erosion	21
8.1	Lägsta nivå för dränerande ingrepp	21
8.2	Lokalt omhändertagande av dagvatten, LOD	21
8.3	Erosion.....	21
9	Markmiljö och radon.....	21
9.1	Markmiljö.....	21
9.2	Radon	22
10	Fortsatt arbete	22
10.1	Utredningsbehov och genomförande	22
10.2	Utförande och arbetsordning	23
11	Ritningar	23

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Huddinge kommun avser att upprätta en ny detaljplan för Grantorp 2:32 m.fl. Planområdet, som idag till största del består av obebyggd, kuperad skogsmark, omfattar ca 1,9 hektar och ligger mellan Alfred Nobels Allé i norr och den nya Trafikplatsen Högskolan i söder.

Planen syftar till att möjliggöra ny bostadsbebyggelse för att utveckla Campus Flemingsberg. Detaljplanen ger byggrätter för ca 600 student- och forskarbostäder, en förskola med fem avdelningar samt utbyggnaden av befintligt rulltrappshus. Bostadsbebyggelsen delas upp i tre olika ”kvarter”; A, B och C, se figur 1.



Figur 1. Campus Flemingsberg, illustrationsplan daterad 2021-01-20.

1.2 Uppdrag och syfte

På uppdrag av Byggvesta har Geoteknologi Sverige AB utfört geoteknisk utredning inför upprättande av detaljplan. Syftet med utredningen har varit att klarlägga geotekniska förutsättningar för detaljplanearbetet samt systemhandlingsprojektering för planerade schakt- och grundläggningsarbeten.

Arbetet har omfattat inventering och sammanställning av tidigare utförda undersökningar, utförande av nya geotekniska undersökningar samt geoteknisk utvärdering med avseende på planerad bebyggelse.

Denna handling är avsedd att utgöra geotekniskt underlag inför upprättande av detaljplan. Handlingen är inte avsedd att ingå i förfrågningsunderlag.

1.3 Planerad bebyggelse

Inom planområdet planeras sex nya bostadskvarter med tillhörande infrastruktur i form av en lokalgata och ledningar. Inom området planeras även en torgyta samt förskolegård m.m.. Planerade byggnader planeras utföras enligt nedan:

- Hus A.1. (FG +47,50) med 6 våningsplan. Markplanet utförs med suterräng.
- Hus A.2. (FG +45,50) med 5 – 9 våningsplan. Innergården planeras utföras underbyggd med garage under mark.
- Hus A.3. (FG +46,20) med 5 – 8 våningsplan. Innergården planeras utföras underbyggd med garage under mark.
- Hus B (FG +44,0) med 7 – 8 våningsplan. De två nedersta planen utförs med suterräng
- Hus C.1 (FG +49,5, +51,19, +51,20, +51,45, +52,61) med 5 – 10 våningsplan. De två nedersta planen utförs med suterräng mot lokalgatan i söder.
- Hus C.2 (FG +46,63 med 6 – 10 våningsplan), varav det nedersta planen utförs med suterräng mot lokalgatan i söder.

Generellt kommer marken i området att höjas från några decimeter till som mest ca 10 m i den norra delen av området. I lokalgatan planeras nya va-ledningar anläggas på en ca 310 + 55 (serviser) m lång sträcka. Även en ca 125 m lång dagvattenledning samt andra nya ledningar såsom fjärrvärme och kablar (el, fiber o.s.v.) planeras anläggas. Lägsta vattengångsnivå för va-ledningarna varierar mellan ca +44 och +54, vilket motsvarar ca 1,1 – 5,2 m djup under den blivande gatunivån

Öster om kvarter C.1. och C.2 kommer en ca 130 m lång mur att uppföras för att ta upp höjdskillnaderna i området. Även inom andra delar av området kommer stödmurar, trappor att anläggas.

2 Underlag

Underlag för denna utredning har varit:

- SGU jordartskarta (skala 1:50 000).
- Laserskanningsdata erhållen via Metria.se.
- Digital grundkarta i koordinatsystem Sweref 99 18 00 och höjdsystem RH 2000.
- Campus Flemingsberg, Illustrationsplan, daterad 2021-01-20.
- Campus Flemingsberg, Beslutsunderlag för detaljplan, massberäkning. Upprättad av Projektengagemang, granskningshandling daterad 2020-09-17.
- Inspektion av berggrund Campus Flemingsberg. Upprättad av Scandinavian Tunneling, daterad 2020-07-27.
- Campus Flemingsberg, Rapport Översiktlig miljöteknisk markundersökning, upprättad av WSP Enviromental, granskningshandling daterad 2021-01-22.

Modellfiler/utformning

- Arkitekt- Modellfilerna 4202-A-40-P-08-KV-A-Sweref99 PLAN 08.dwg, 4202-A40-P08-KV-BC-Sweref99.dwg, 4202-A40-P09-KV-BC-Sweref99.dwg, daterade 2020-12-16.

- Mark Kvarter C_ Gabion.dwg, M-01-M4-001_Sektioner.dwg, M-30-M4-001_Plan.dwg, Placering typsektioner.dwg, erhållna 2020-12-23, 2021-01-20 och 2021-03-25.
- Landskap. Modellfil 4202-L-01-P-1.dwg, daterad 2021-02-24.
- VA. Modellfil R-51-001, daterad 2021-03-19.
- LSO. Ritningarna W-90-1-01 och W-90-1-02, förhandskopia daterad 2020-12-17.

2.1 Utförda undersökningar

Geoteknologi har inventerat och sammanställt tidigare utförda undersökningar samt utfört kompletterande geotekniska fältundersökningar i juni 2020. De tidigare utförda undersökningarna har utförts av ÅF 2019, Sweco 2019 och Cowi 2014. Dokumentation av sammanställda och utförda undersökningar redovisas i Markteknisk undersökningsrapport (MUR) Geoteknik, daterad 2021-03-19.

Tolkade markförhållanden, jorddjup och bergnivåer redovisas på planritningarna G-11.1-01 och G-11.1-02 tillhörande denna PM samt tolkade jordlager och bergnivåer på sektionsritningarna G-10.2-01 – G-10.2-11 tillhörande MUR-Geoteknik. I december 2020 har en översiktlig miljöteknisk markundersökning utförts genom provtagning i 12 stycken provgropar. Resultat från undersökningen samt miljötekniska förutsättningar redovisas i handling ”Campus Flemingsberg, Rapport Översiktlig miljöteknisk markundersökning”, upprättad av WSP Environmental, daterad 2021-03-05.

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

3 Befintliga ledningar och anläggningar

3.1 Befintliga byggnader och anläggningar

Inom planområdet ligger finns en befintlig nätstation. Väster om planområdet ligger fastigheten Embryot 3, bebyggd med bl.a. student- och forskarbostäder. Inom Embryot 1 i norr finns en universitetsbyggnad, se figur 2.



Figur 2 Befintlig bebyggelse med aktuellt område markerad med ljusblått streck (Ortofoto 2020 Huddinge kommun)

3.2 Befintliga ledningar

Befintliga ledningar redovisas på ledningssamordningsritning W-90-1-01 och W-90-1-02.

Inom området förekommer, enligt erhållna underlag från Ledningskollen, ett antal befintliga ledningar (vatten, avlopp, dagvatten) och kablar (tele, opto, el, belysning) som direkt eller indirekt kommer att beröras av de planerade arbetena. I tabell 1 nedan redovisas befintliga eller slojade ledningar som direkt berörs av de planerade arbetena.

Tabell 1. Befintliga ledningar enligt ledningssamordningsritning W-90-1-01 – 02.

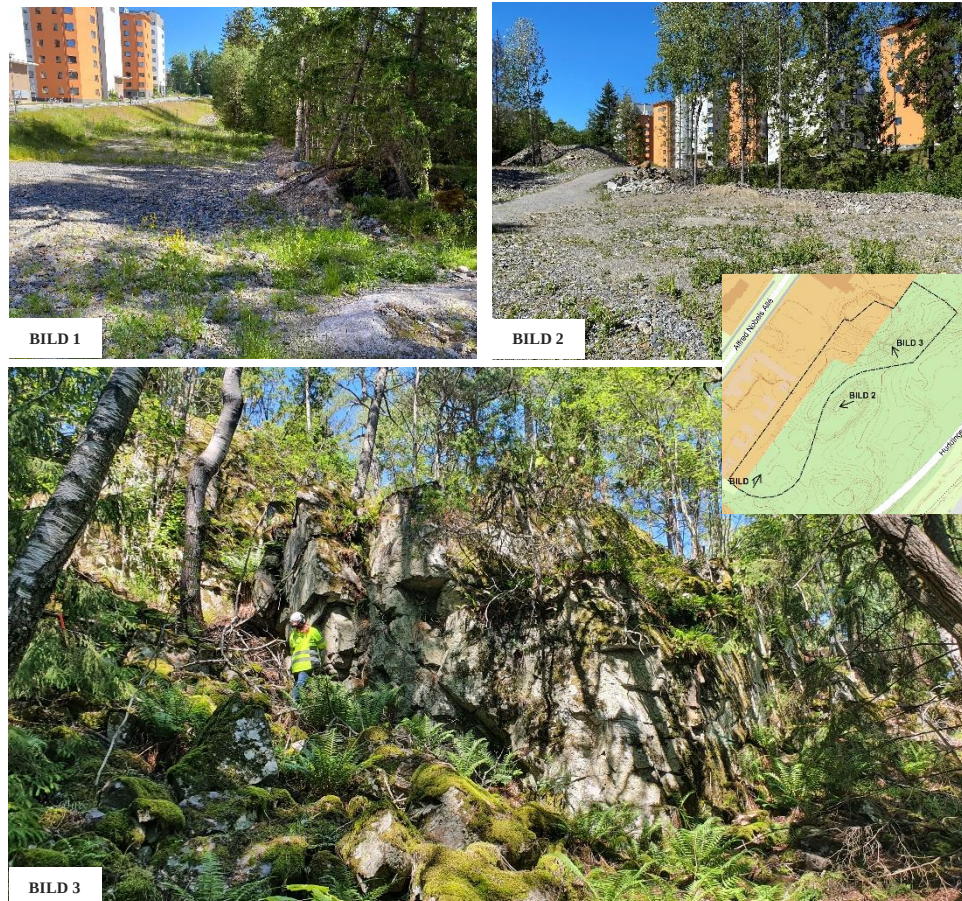
Kvarter	Befintliga ledningar
Kv A.1	Konflikt med 2 st (D1000Btg, S300Btg, V200Seg) i östra respektive västra delen av byggnaden. De västra belägna VA-ledningarna är ur drift, medan de östra kommer att slopas. Konflikt med gatubelysning.
Kv A.2	Konflikt med D1000Btg, S300Btg, V200Seg (slopad) samt befintlig tele (Skanova) och opto (Stokab).
Kv A.3-A.4	Konflikt med befintlig tele (Skanova) och opto (Stokab).
Kv B	Inga befintliga ledningar.
Kv C.1.	Inga befintliga ledningar.
Kv C.2.	Inga befintliga ledningar.
Gator/tomtmark	Konflikt med bef. VA (vatten, spillvatten, dagvatten), tele, opto, belysning, el samt nätstation.

Information om de befintliga VA-ledningarnas vattengångsnivåer har inte inhämtats i detta skede. Enligt SGU:s brunnregister finns inga befintliga vatten- eller energibrunnar i närområdet.

4 Mark- och jordlagerförhållanden

4.1 Topografi och ytlager

Området består av delvis kuperad obebyggd skogsmark med blandskog och delvis - till mindre delar - av uppfyllda områden för slänter till nya gator. Nedanför och sydost om kv Embryot finns ett flera meter högt upplag av jordmassor samt en flera meter hög uppfyllnad för en provisorisk väg som korsar undersökningsområdet, se figur 3.



Figur 3. Bilder från området.

4.2 Geologi

De allmänna geologiska förhållandena i området är av typisk mälardalskaraktär med omväxlande uppstickande partier av fastmark - morän och berg. I sänkorna mellan höjdryggarna har sedimentära jordar avsatts, främst glaciala och därefter postglaciala leror. I regel har den glaciala leran avsatts på morän, men i undantagsfall även direkt på berg.

Geologin inom planområdet kännetecknas av en större höjdrygg i SV – NO riktning, som i öster gränsar till en större lerfylld dalgång utmed Huddingevägen, se figur 4.



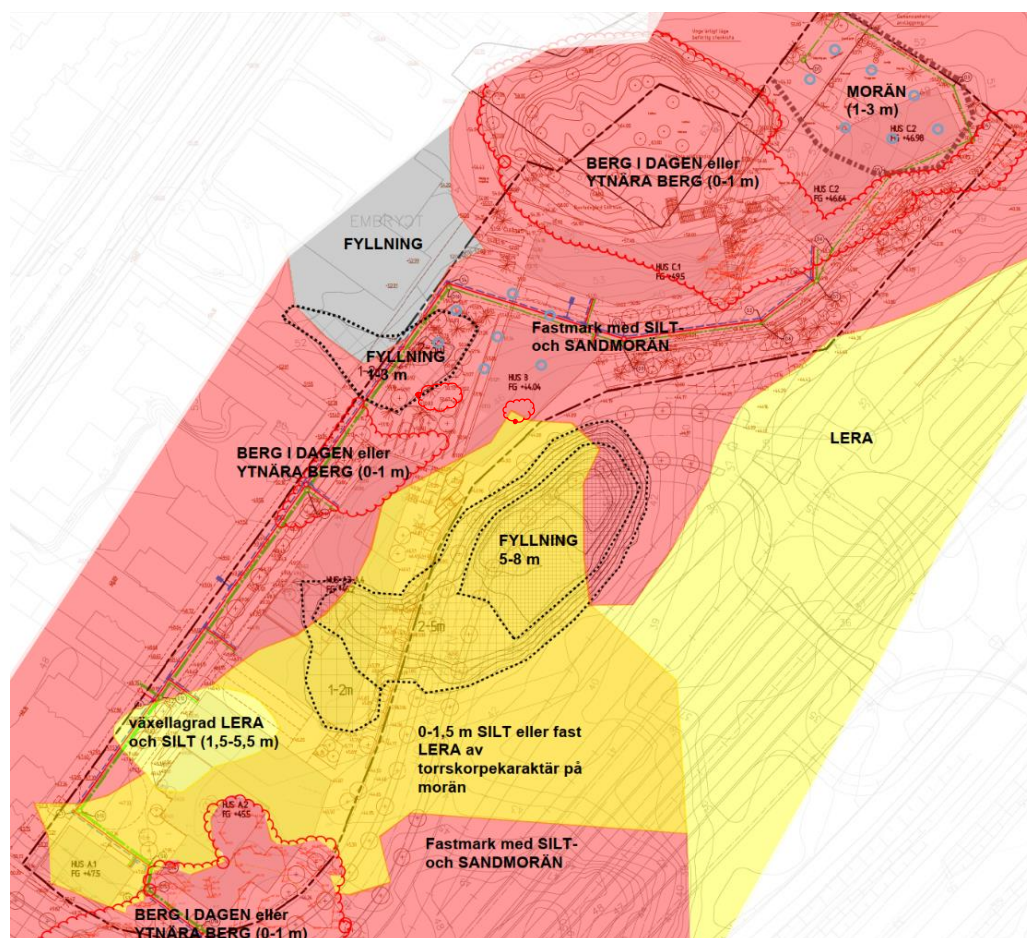
Figur 4. SGU:s jordartskarta. Gul färg (mörk) = glacial lera, Gul färg (ljus) = postglacial lera, röd färg = berg i dagen eller ytnära berg, röd färg med blå prickar = berg under tunt jordtäckte, grå färg = fyllning.

4.3 Jordlagerförhållanden

Översiktligt tolkade markförhållanden redovisas på planritning G-11.1-01. Bedömda jorddjup och tolkade bergnivåer redovisas på ritning G-11.1-02. För detaljerad jordlagertolkning, se sektionsritningar tillhörande MUR-Geoteknik.

Jordlagerförhållandena kan generellt delas upp i nedan typer (se figur 5):

- Fastmark med berg i dagen eller ytnära berg (molnade **röda** områden i figur 5)
- Fastmark bestående av morän på berg (**röda** områden med **blåa** prickar i figur 5)
- Genomgående fast, finkornig jord bestående av silt och lera av torrskorpekaraktär som underlagras av morän ovan berg. (**gul**-färgade områden i figur 5)
- Växellagrad silt/lera på morän ovan berg (**ljus-gul**-färgade områden i figur 5).



Figur 5. Översiktligt bedömda markförhållanden.

Fyllningens tjocklek varierar från ca 0 – 3 m och förekommer främst i anslutning till befintliga vägar i västra delen av planområdet. I befintliga ledningsgravar kan dock större fyllnadsmäktigheter förekomma. Fyllningen består av främst sand, grus och sten, huvudsakligen krossat material. I östra utkanten av området finns en större upplagshög med sorterad sprängsten av olika fraktioner. I högarna förekommer även sten och block, både naturliga och krossade material (råberg). I utförda provtagningar förekommer lokalt även fraktioner av mull, sand, lera, gytta, tegelrester och växtdeklar.

Lerans/siltens tjocklek varierar inom planområdet från 0 – 5,5 m och är ner till ca 2,5 m djup generellt fast och av torrskorpekaraktär. Leran är generellt varvig, delvis sandig/siltig med innehåll av silt- och finsandsskikt. Den lösa lerans odränerade skjuvhållfasthet uppgår generellt till ca 15 – 20 kPa.

Moräns tjocklek varierar i utförda undersökningspunkter från ca 0,5 – 7,0 m. Moränen bedöms utifrån utförda provtagningar bestå främst av grusig, sandig, Siltmorän, som är stenig och blockig. I utförda provtagningar förekommer jord som klassificerats som Sandmorän och Grusmorän). Moränen tillhör materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4, d.v.s. den är mycket tjällyftande.

Bergets nivå varierar i utförda undersökningspunkter från ca +32 och +50, motsvarande ca 0 – 8 m djup under markytan vid punkterna. Synligt berg i dagen förekommer på nivåer mellan ca +43 och +64.

4.4 Bergtekniska förhållanden

Bergtekniska förhållanden har undersökts i norra delen av planområdet. Enligt utförda bergkarteringar bedöms bergarten, som är rik på kvarts, biotit och fältspat, bestå av granodiorit-granit med gnejsig struktur.

Inom delområde 1 förekommer berg med dålig kvalitet. Enligt utförd bergkartering 2020 har berget i område 1 en vittrad yta med tre dominerande sprickplan. Sprickorna bildar ett kvadratisk mönster där sprickplan 1 och 3 har en vertikal stupning och sprickplan 2 har en mer horisontal stupning. Fördjupad information redovisas i handling ”Inspektion av berggrund Campus Flemingsberg”, upprättad av Scandinavian Tunneling, daterad 2020-07-27, se MUR Geoteknik, bilaga 3.



Figur 6. Översiktsskild över inspektionsområde (Figur 2, 2020, Scandinavian Tunneling and Civil Engineering).

4.5 Lerans sättningsegenskaper

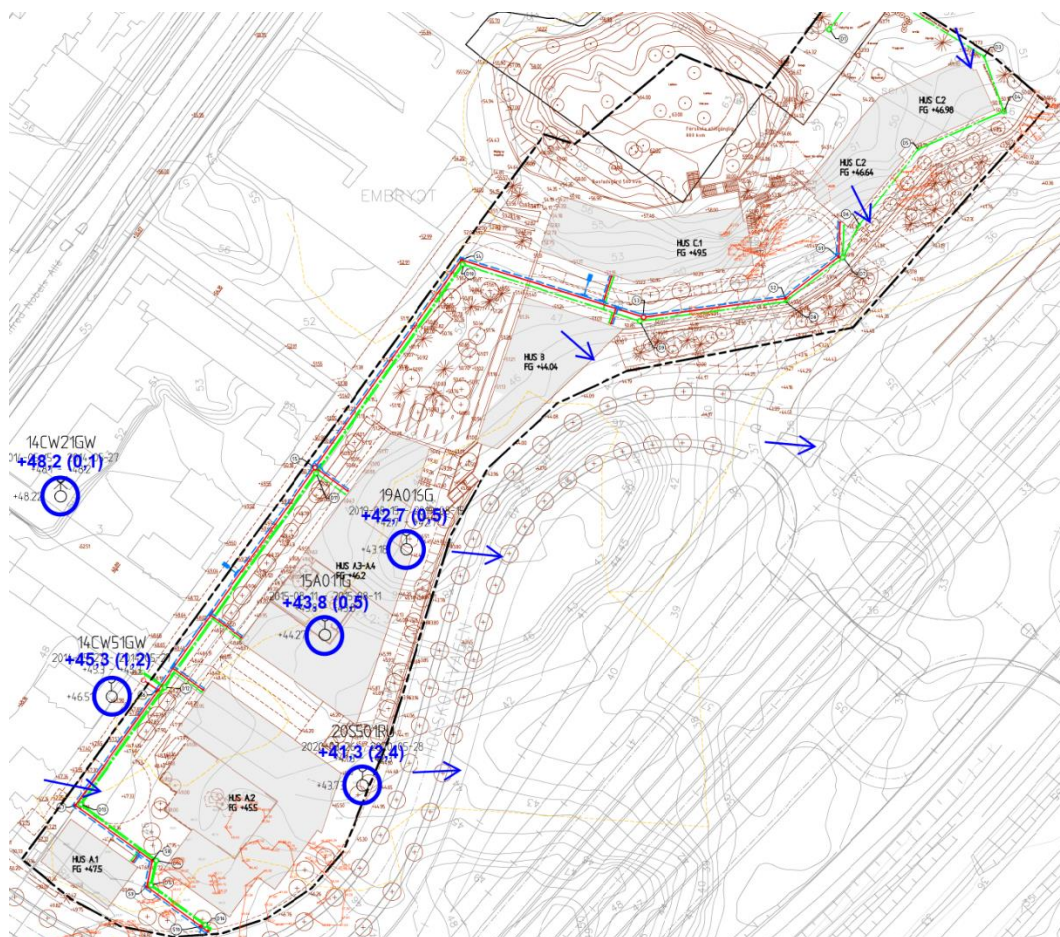
Lerans sättningsegenskaper har i samband med tidigare undersökningar, utförda av ÅF år 2015, undersökts i form av CRS-försök i punkten 15A002, där lerans tjocklek uppgår till ca 5,5 m. Enligt lab-försöket, utfört på 4 m djup, är leran överkonsoliderad med ca 50 kPa, för nuvarande marknivå och antagen grundvattennivå på 2 m djup under markytan. Normalt kan man tillgodoräkna ca 75 – 80% av överkonsolideringen, vilket innebär att ca 35 kPa (motsvarande lasten från minst 1,9 m fyllning) kan påföras utan risk för att några primära sättningar eller krypdeformationer uppstår. Vid en lastökning på mer än ca 35 kPa är leran inte särskilt sättningsbenägen med en uppmätt kompressionsmodul, M_L på ca 2,1 MPa.

För beräkning av de initiala sättningarna för påkänningar upp till 2/3 av brottpåkänningen, har den växellagrade silten/leran en lägsta uppmätt E-modul på ca 3,5 – 4,0 MPa.

5 Hydrogeologiska förhållanden

Grundvattenbildningen sker främst genom infiltration och perkolation av regnvatten inom de högre liggande fastmarksområdena norr och väster om planområdet. Grundvattnets strömning sker i vattenförande lager och sprickor i berggrunden i den riktning som marken lutar, d.v.s. i huvudsak mot Huddingevägen i öster. Inom planområdet bedöms bergryggar påverka grundvattennivåer och strömningsriktningar inom området.

I anslutning till planområdet har grundvattennivåer uppmätts i tidigare installerade grundvattenrör, vid ett fåtal mätfallen, under olika tidpunkter mellan 2014 och 2020. Rören är belägna i den södra delen av området. Grundvattnets trycknivå i underliggande magasin har i installerade rör varierat från ca +48,2 - +41,3, motsvarande ca 0,1 – 2,4 m djup under markytan vid röret. Uppe på fastmarkspartierna, med delvis synliga berghällar, bedöms grundvattennivåerna vara nederbördsberoende och sjunka undan helt (under bergets nivå) under perioder med liten nederbörd. I norra delen av planområdet har grundvattennivån inte undersökts.



Figur 7. Utförda grundvattenobservationer och bedömning av grundvattnets strömningsriktning. Siffror inom parentes (x.x) redovisar djup relativt marknivån vid röret.

6 Skredrisker och klimateffekter

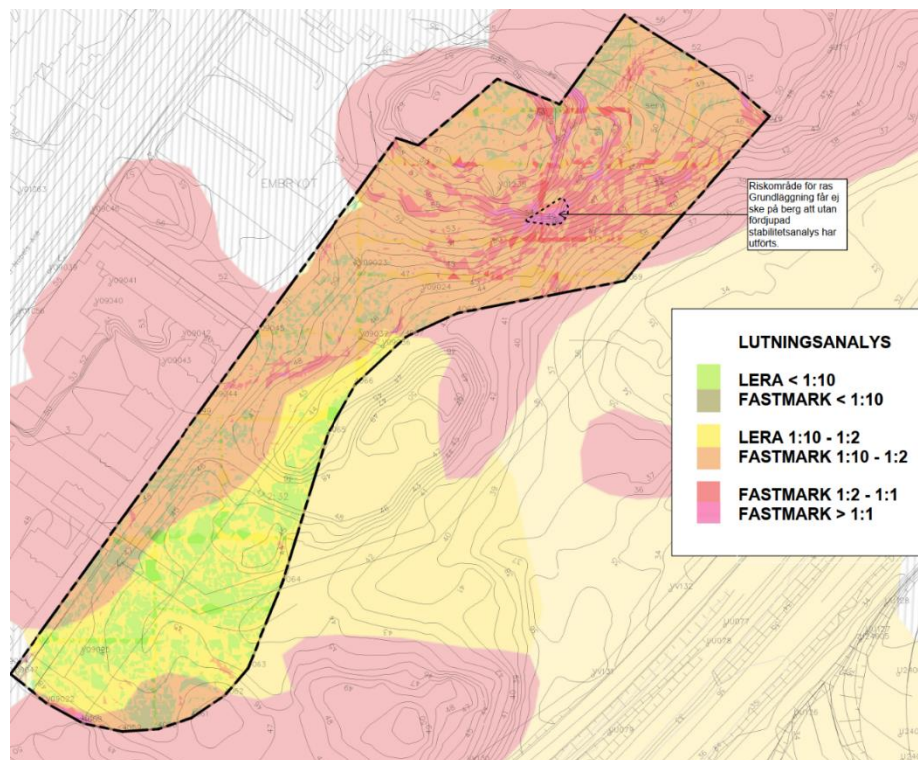
Risk för skred och ras förekommer huvudsakligen inom lösjordsområden/lerområden i anslutning till sjöar, vattendrag och större diken. Enligt MSB:s karteringsmodell delas inventeringsområden in i zoner med olika stabilitetsförutsättningar baserat på jordart och topografiska förhållanden. Zonindelningen görs i tre zoner, stabilitetszon I, II och III, se tabell 1.

Tabell 1. MSB:s karteringsmodell. Stabilitetszon Jordart Kriterier Stabilitetsförhållanden

STABILITETS-ZON	KRITERIER	Lutning	STABILITETS-FÖRHÅLLANDEN	REKOMMENDATIONER FÖR ÖVERSIKTLIG PLANERING
I	Lera och silt i dagen eller täckt med överlagrande jord.	>1:10	Förutsättningar för initialskred finns.	Risken för skred skall ägnas särskild uppmärksamhet.
	För ler- och siltmark gränsande mot vatten skall zonen vara minst 50 m bred.	Alla lutningar		Risken för erosion skall beaktas.
II	Lera och silt i dagen eller täckt med överlagrande jord.	>1:10	Förutsättningar för initialskred saknas. Områden invid stabilitetszon I kan beröras av skred.	Normalt tillräckligt med erfarenhetsbaserad stabilitetsbedömning av geotekniker. Risken för erosion skall beaktas.
III	Sand* på morän, grus, sten, block eller berg. Morän, grus, sten, block eller berg.	Alla lutningar	Förutsättningar för ler- och siltskred saknas. I brant terräng kan ras uppstå.	I brant terräng skall risken för ras beaktas. Risken för erosion längs vattendrag skall beaktas. Aktiviteter, t ex sprängning och packningsarbeten, kan påverka stabiliteten i angränsande stabilitetszoner I och II.

* Med sand avses här svallsand och älvsand som inte underlagras av lera eller lera och silt

En analys av lutningen på markytan har utförts och redovisas i figur 8.



Figur 8 Utförd analys av markytans lutning.

Utifrån ovan kriterier, utförd analys av markytans lutning och med beaktan av lerans ringa mäktighet och förhållandevis höga hållfasthet bedöms stabilitetssituationen inom planområdet som tillfredställande, med låg risk för skred, ras och markbrott vid normala uppfyllnader och belastningar. Denna förutsättning bedöms gälla även om man beaktar klimatförändringar med ökad nederbörd. Lokalt kan dock mycket lokala ras uppstå till följd av erosion vid extremt stora nederbördsmängder.

I norra delen av området förekommer ett område med sprickigt berg (se figur 8) där bergtekniska åtgärder kan krävas, se även avsnitt 7.6.

6.1 Förväntad påverkan vid klimatförändringar

Med ett förändrat klimat förväntas såväl ökade nederbördsmängder som kraftigare nederbördsextremer - både i form av skyfall och med större nederbördsmängder över längre tidsperioder, relativt tidigare. I samband med ökad nederbörd kan ökade portryck i slänter med jord innehållande lera och silt ge en försämrad stabilitet, även om risken för detta område bedöms liten då befintliga grundvattennivåerna påträffats nära markytan. Då merparten av området kommer att täckas av tak och hårdgjorda ytor bedöms klimatförändringar inte innebära någon direkt försämring av stabilitetssituationen inom planområdet.

Ökade vattenflöden behöver däremot beaktas vid dimensionering av dagvattenanläggningar genom området och även ur erosionsaspekt så att anlagda diken och bankar skyddas mot erosion till följd av höga vattenflöden, se även avsnitt 8.3.

7 Markbyggnadstekniska förutsättningar

7.1 Grundläggning av byggnader och markförstärkningsåtgärder

Grundläggningen av byggnader och behov av markförstärkningsåtgärder för gator, ledningar, hårdgjorda ytor m.m. kan i princip hänföras till de jordarter som redovisas i figur 9 och på planritning nr G-11.1-01. En principiell indelning av bedömda grundläggningsförhållandena redovisas figur 9. Slutgiltigt avgör lastförutsättningar, grundläggningsdjup samt jordlagrens tjocklek och egenskaper utformningen av åtgärder. Även schaktförutsättningar, utbyggnadsordning/etappindelning och sättningsstoleranser kan komma att påverka behovet av åtgärder.

Områden med befintlig fyllning eller organisk yttjord

Ingen grundläggning av byggnader, ledningar eller sättningskänsliga marköverbyggnader får ske direkt på ej kontrollerad fyllning eller organisk yttjord (humus, mull, växtdelar etc.). Underliggande naturliga jordlager jordlagerförhållanden styr behovet av åtgärder, se nedan.

Område med berg och morän (röd färg på ritn. G-11.1-01)

Ingen markförstärkning erfordras för gator, ledningar och hårdgjorda ytor.

Byggnader grundläggs inom partier med ytnära berg på packad sprängbotten eller direkt med sulor nedförda direkt till fast, rensat berg. Vid ringa jorddjup (<1,0 – 1,5 m) kan grundläggnings troligen utföras med plattor på packad sprängstensfyllning efter urgrävning av morän.

Inom partier med mäktiga moränlager avgör lastförutsättningarna, grundläggningsdjup samt jordens tjocklek och egenskaper grundkonstruktionernas detaljutförande. Huskroppar med ringa laster (t.ex. underbyggda garage inom innergårdar) bedöms kunna grundlägga direkt på moränen. Vid större våningsantal (>3-4 våningar) bör man i planeringsskedet påräkna grundläggning med pålar, alternativt vid ringa jordmaktigheter med plintar nedförda till berg.

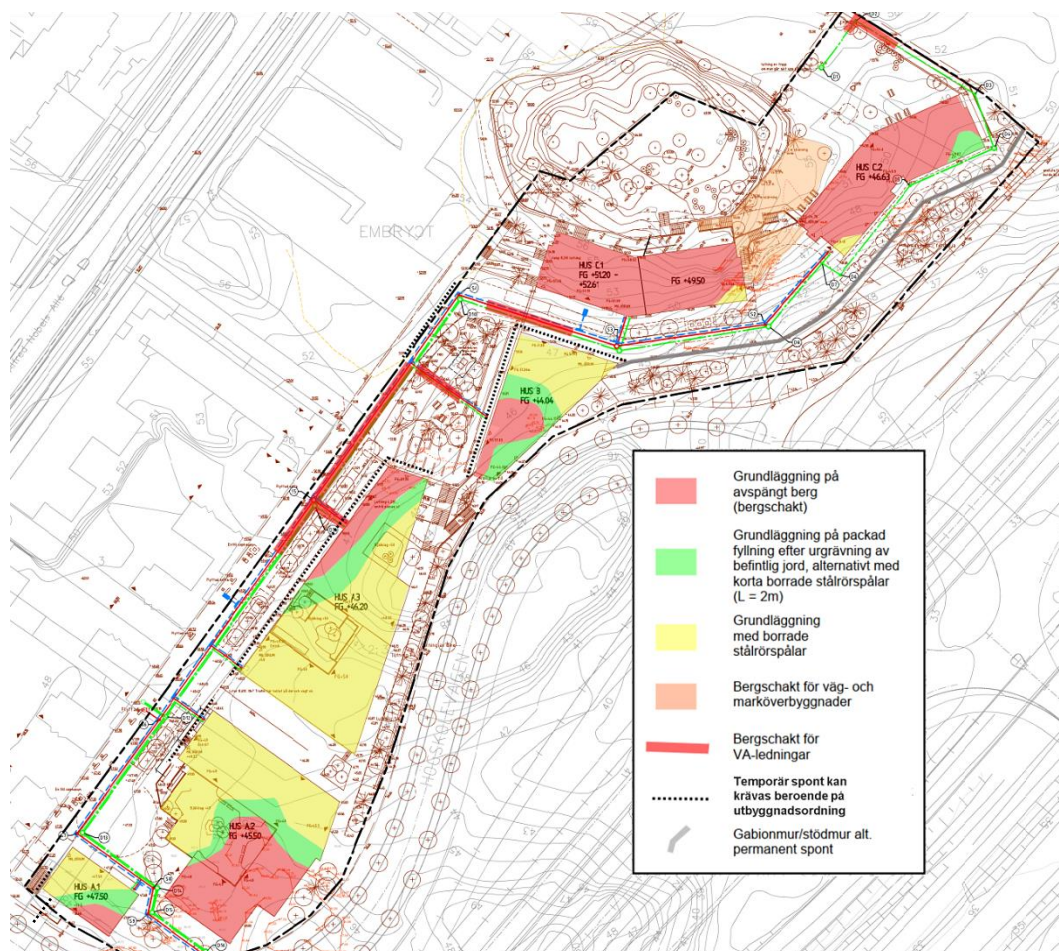
Område med silt eller fast lera av torrskorpekaraktär (mindre än 3 m tjocklek) (gul färg på ritn. G-11.1-01)

Markförstärkningsåtgärder för gator, ledningar och hårdgjorda ytor erfordras normalt inte vid måttliga uppfyllnader (upp till ca 1 m). Vid större uppfyllnader än 1 m riskerar de initiala eller framtida sättningarna att bli för stora och stabiliteten för låg. Lämpliga åtgärder kan vara urgrävning av lös jord eller förbelastning.

Byggnader eller huskroppar med ringa laster bedöms kunna grundläggs med plattor på packad fyllning efter urgrävning av finkornig jord (lera och silt). Tyngre byggnader grundläggs med plintar eller borrarade pålar nedförda till morän eller berg.

Område med växellagrad lera och silt (mer än 3 m tjocklek) (gul färg på ritn. G-11.1-01)

Markförstärkningsåtgärder för gator, ledningar och hårdgjorda ytor erfordras normalt inte vid ringa uppfyllnader. Vid uppfyllnader på mer än 0,5 m riskerar framtida sättningar kunna bli för stora och stabiliteten för låg. Lämpliga åtgärder kan vara förbelastning eller lastkompensation med lättfyllning (t.ex. lättklinker, skumglas) m.m.



Figur 9. Bedömda grundläggningsförutsättningar för planerade byggnader.

Nedan listas generellt bedömda förutsättningar avseende planerade grundläggningar.

- Pålår bör för tidig kostnadskalkyl och för planeringsskedet förutsättas utföras med borrade stålrörspålar. Även slagna stål- eller betongpålår kan komma att vara aktuellt där pållängder förväntas överstiga 3 m, även om viss bortslagning bör inräknas med hänsyn till förekomsten av block. Borrade pålar nedförs till 3 x påldiametern (dock minst 0,5 m) i berg. Borrade pålar utförs med minilängden 2 m och kan för tidig kalkyl förutsättas få längd varierande mellan 2 och 7 m, med en medelpållängd på ca 5 m. För kvarter C.1 och C.2 kan större inbörningslängder krävas då berget faller med brant lutning.
- Tillåten dimensionerad grundpåkänning för sulor vilande packad sprängbotten begränsas normalt till 0,5 MPa, utan behov av särskilda packningsföreskrifter eller kontrollåtgärder. Om man utför en noggrann tätning och avjämning av sprängbotten tillsammans med yttäckande packningskontroll kan i vissa fall högre grundpåkänningar tillämpas, förutsatt att beräknade sättningar blir mindre än vad som accepteras samt att lasterna understiger jordens dimensionerande bärförmåga i brottsgränstillstånd.
- Inför grundläggning med sulor direkt rensat berg kan i projekteringsskedet antas att berget tillhör Bergtyp 1 enligt Anläggnings AMA med dimensionerande

grundtryck på 3,0 MPa, under förutsättning att berget inte lutar mer än 1:2. Bergets kvalitet ska dock, efter friläggning, kontrolleras och tillåtna medeltryckpåkänningar bestyrkas av bergtekniker.

7.2 Grundläggning av murar

Öster om kvarter C.1. och C.2 kommer, på en ca 130 m lång sträcka, den stora nivåskillnaden mellan den blivande lokalgatan och anslutande mark att upptas med en eller flera murar. Enligt nuvarande förslag kommer murhöjden att uppgå till mellan 4 och 8 relativt planerad marknivå (samt upp till ca 10-11 m relativt befintlig markyta), men slutgiltig utformning och behovet av temporära åtgärder är delvis avhängt om anslutande gång- och cykeltväg (som Trafikverket bygger) kommer att anläggas innan eller efter arbetena.

Nedan listas olika eller kombinationer av alternativ som kan komma att bli aktuella:

Vector Wall

Vector Wall är ett fabrikat eller typ av terrängmur/stödmurssystem som kan utformas med stenfyllda stålnät (gabioner) alternativt som gröna väggar eller med träfront. Gemensamt för dessa typer är att jorden bakom murfronten jordarmeras med geonät som läggs skiktvis i ca 0,5 – 1,0 m tjocka lager av packad friktionsjord / fyllning. Jordarmerings längd är i regel proportionell mot slänthöjden. En problemställning med konstruktionen är att ledningar, som behöver vara åtkomliga i driftskedet, är svåra att lägga under jordarmeringsnätet. Vid val av denna lösning behöver detta (behovet av förstärkningar) studeras under den fortsatta projekteringen. Där berget ligger på närmare avstånd än murhöjden behöver näten förankras via ett galvat stålrör som förankras i berg.

Vector Wall med gabioner kan utföras nästan vertikalt. Lutningen på gröna väggar bör normalt inte vara brantare än 70°.

Vägräcken kan integreras i konstruktionen.

Muren grundläggs på packad fyllning på berg eller fast lagrad morän. Slutgiltig grundläggningsnivå är även avhängd totalstabiliteten för slänten.

Gabionmur

En gabionmur består av stenfyllda nätkorgar. Muren kan utföras som en klumpmur eller som en fasad av gabioner med en jordarmerad jordfyllning bakom denna. Gabionmurar utförs dock inte helt vertikalt. Eventuella räcken kan grundläggas inne i gabionerna.

Stödmur av betong

Stödmur av betong kräver i normalfallet utrymme för en baktass, vars storlek är proportionell mot höjden. En stödmur kan utföras helt vertikalt och även förses med räcken etc som gjuts in i konstruktionen.

Vid större murhöjd än ca 2,0 – 2,5 m brukar stödmurarna normalt bli platsgjutna.

Jordslänt

För att reducera höjden på murarna kan en del av höjdskillnaden tas upp med en jordslänt. Jordslänter med sprängsten kan utföras med släntlutning upp till ca 1:1,7. Vid val av andra grovkorniga jordar bör inga slänter utföras brantare än 1:2.

Vid beräkning av säkerhet mot stabilitetsbrott och dimensionering av nya slänter och bankar skall dessa dimensioneras, utföras och kontrolleras i enlighet med kapitel 11 och 12 i SS-EN 1997-1.

7.3 Grundläggning av VA-ledningar

Planerade VA-ledningar bedöms kunna grundläggas på en avjämnad grusbädd utan geotekniska förstärkningsåtgärder. Materialskiljande lager för ledningar utförs med geotextil klass N2 i jord och klass N3 mot berg. Preliminärt bedöms ingen förstärkt ledningsbädd erfordras.

7.4 Schakt

7.5 Allmänt

Enligt upprättad masshanteringsanalys (Projektengagemang 2020) kommer totalt ca 35 000 m³ jordschakt samt ca 18 000 m³ bergschakt att bli aktuellt inom planområdet. Totalt schaktdjup i jord varierar från ca 0 - 5,5 m och i berg från ca 0 – 11,5 m.

Jordschakt för grundläggningsarbeten bedöms generellt, ner till max 2,5 m djup, kunna utföras med fria slänter och medelsläntschaktlutning 1:1 för schakter som står öppna en kortare tid. För oönskade jordslänter, som ska stå öppna under en längre period, eller vid schakt under grundvattennivån krävs i regel flackare släntlutningar (ca 1:1,5).

Då jorden generellt är siltig ska den förutsättas vara flytbenägen och erosionskänslig tillsammans med vatten. För att undvika risk för uppluckring och flytjordsproblem vid schakt under grundvattnets nivå krävs, inför schaktarbetena, att temporära grundvattensänkningar utförs i filterförsedda pumpgropar.

Då silten är tjällyftande kan det underlätta att grundläggningsarbetena anpassas till årstider med tjälfria förhållanden. Schaktslänter ska alltid utföras med lutning anpassad efter schaktdjup, jordens uppbyggnad, och hållfasthet, förekomst av yt- och/eller grundvatten samt förekommande belastningar och trafik intill schakt. För vägledning, se handbok Schakta säkert (2015), Svensk Byggtjänst. Särskilt för jordschakter som kan inverka på arbetsmiljöförhållandena är det viktigt att schaktutförandet alltid säkerställs i en arbetsberedning, efter samråd med geotekniker.

7.6 Schakt för byggnader

Jordschakt för planerade byggnader kan för planeringsskedet förutsättas utföras med schaktlutning 1:1,5. Inför schakter till större djup än 2,5 m och/eller vid schakt under grundvattnets nivå krävs att fördjupade analyser utförs.

Tabell 2. Bedömda schaktförutsättningar.

Kvarter	Färdig golvnivå (Schaktbottennivå)	Schaktdjup (m)	Släntlutning (jord)	Bergschakt (m)
A.1	+47,5 (+46,5)	0 - 3,5	1:1,5	0 - 3,5 m
A.2	+45,5 (+44,5)	0 - 2,0	1:1,5	0 - 2,0
A.3	+46,2 (+45,2)	0 - 4,2	1:1,5	0 - 2,0
B	+44,04 (+43,04)	1,0 - 5,6	Spont, Jordschakt 1:1,5	0 - 3,0
C.1	+49,5, 51,2, +51,45, +52,61 (+48,5, +50,2, +50,45)	0 - 11,5	1:1,5	0 - 11,5
C.2	+46,63 (+45,6)	0 - 8,0	1:1,5	0 - 8,0

Nu preliminära golvnivåer inom området innebär att bergschakt till ca 10 m djup kommer bli aktuellt. Projektering av bergslänter samt val av bergschaktmetod, behov av förstärkningar etc. behöver klarläggas av bergtekniker. Närmare behov av åtgärder kommer dock inte kunna bedömas förrän berget har frilagts i byggskedet. Under schakt- och grundläggningsarbetena kan, ur arbetsmiljösynpunkt, även rasskydd (nät e.d.), som stoppar mindre nedfallande stenar, krävas där förutsättningar för ras kan finnas.

7.7 Jordschakt för VA-ledningar

Schaktdjupet för planerade VA-ledningar varierar från ca 1,2 – 5,4 m under färdig gatunivå. Vid bedömning av schaktdjup och förutsättningar för schaktarbetena har förutsatts att schakten utförs från den blivande gatans terrassnivå (ca 0,5 m under färdig gatunivå) samt att schaktbotten ligger 0,15 m under lägsta vattengångsnivå.

Jordschakt kan, ovan grundvattennivån, ned till max ca 2,5 – 3,0 m djup förutsättas utföras med fria slänter och medelschaktsläntlutning 1:1, under förutsättning att schaktterrassen är obelastad inom 1,0 m från släntkrönet och med max 15 kPa belastning inom 1 – 3 m från släntkrönet. Vid djupare schakt, eller under grundvattennivån, krävs beroende på jordens sammansättning och egenskaper endera restriktioner i form av tillåten last utmed släntkrönen, flackare släntlutningar och/eller etappvis schakt. Vid jordschakt till större djup än ca 3,5-4,0 m bör temporär spont preliminärt förutsättas. Spont kan även erfordras av utrymmes- eller trafiktekniska skäl. Närmare behov behöver studeras under den fortsatta projekteringen.

7.8 Spont

Beroende på utbyggnadsordning och om anslutande gatumark färdigställs innan grundläggningsarbetena kan temporära spontkonstruktioner krävas, se figur 9. Ur utrymmes- eller trafiktekniska skäl kan i fyllning och friktionsjord s.k. spontbox användas för att minimera schaktutrymmet. Närmare spontbehov behöver studeras under den fortsatta projekteringen.

8 Grundvatten, LOD, erosion

8.1 Lägsta nivå för dränerande ingrepp

För att inte orsaka en permanent grundvattensänkning ska dräneringsnivåer för nya byggnader och anläggningar inte ligga lägre än tidigare uppmätta nivåer. Utifrån tidigare uppmätta nivåer bedöms kvarter A.1 – A.4 samt hus C.1 preliminärt komma att utföras på en dränerad terrass.

För att förhindra risk för skadliga grundvattennivåförändringar kan det i den norra delen av området krävas tätningar (strömningsavskärande fyllning el. dyl.) om jord- eller bergschakt behöver göras under grundvattennivån. Inom kvarter B och C.2 krävs att kompletterande grundvattenrör installeras för bestämning av de hydrogeologiska förhållandena och bedömning av eventuella grundvattenbevarande åtgärder, se avsnitt 10.1.

8.2 Lokalt omhändertagande av dagvatten, LOD

Möjligheterna till LOD bedöms i de naturliga jordarna vara relativt begränsade då de främst består av förhållandevis täta jordarter (lera, silt och finkornig morän) samt att hittills utförda mätningar indikerar en ytnära grundvattennivå.

De möjligheter som finns bör dock utnyttjas, t.ex. genom anläggning av fördröjningsmagasin i växtbäddar och uppfyllnader. Eventuella åtgärder (fördröjningsmagasin etc.) bör studeras av sakkunnig på VA och dagvatten.

8.3 Erosion

Då marken i området generellt är siltig ska jorden förutsättas vara flytbenägen och erosionskänslig tillsammans med vatten, vilket behöver beaktas under såväl byggskedet som vid planering av permanenta slänter.

Idag fungerar den naturliga vegetationen som ett erosionsskydd. Om vegetationsavtäckning utförs kan erosionsskydd (erosionsmattor, krossmaterial) behöva anläggas längs schakter som ska stå öppna under en längre tid och/eller där terrängen är lutande. Dagvattnet i området bör ej ledas direkt till slänter utan erosionsskydd. Om dagvatten leds ut i den kuperade terrängen öster om kvarteren bör detta beaktas vid dimensionering av dagvattensystem.

9 Markmiljö och radon

9.1 Markmiljö

En översiktlig miljöteknisk markundersökning har utförts. Resultat av utförda miljötekniska markundersökningar samt bedömningar m.m. redovisas i separat handling "Campus Flemingsberg, Rapport Översiktlig miljöteknisk markundersökning", upprättad av WSP Environmental, granskningshandling daterad 2021-01-22.

9.2 Radon

Någon markradonmätning har inte utförts. Enligt SGU:s gammaspektrometriska mätningar, som ger en indikation på radonhalten i markens porluft, över området är markens uranhalt låg till normal (2,3 – 4,4 ppm).

För planering kan man förutsätta att området består av normalradonmark. Under den fortsatta projekteringen bör dock en markradonundersökning utföras för att säkerställa krav på nya byggnaders radonskydd samt eventuella restriktioner för bergschaktmassor m. h. t. strålning.

10 Fortsatt arbete

10.1 Utredningsbehov och genomförande

Med hänsyn till beskrivna markförhållanden - bestående av främst fastmark med morän och berg samt fast silt och lera med ringa mäktighet, bedöms området ur allmän, markteknisk synpunkt vara lämpligt att bebygga med hänsyn till människors hälsa och säkerhet, jord-, berg- och vattenförhållanden, risken för olyckor (stabilitets- och skredrisker), och erosion enligt 2 kap § 5 PBL.

I norra delen av området rekommenderas att kompletterande grundvattenrör installeras för att närmare klarlägga yt- och grundvattensituationen. Då endast ett fåtal mätningar finns utförda rekommenderas inledningsvis att tidigare och nya rör avläses ca 4-6 gånger per år fram till dess att byggnationen startar. Mätresultaten behövs för att i senare skede bestämma lägsta nivåer för dränerande ingrepp. I övrigt bedöms, för planskedet och inför prövning av föreslagen markanvändning, inget ytterligare geotekniskt undersökningsbehov föreligga.

I projekteringsskedet kommer kompletterande geotekniska undersökningar eller kontroller att behöva utföras för enskilda kvarter, stödmurar etc. för att verifiera bedömda markförhållanden, klarlägga mängden bergschakt, gränser för olika grundläggningssätt samt eventuella restriktioner med hänsyn till ev. grundvatten och befintliga ledningar. I den norra delen behöver även behovet av temporära stödkonstruktioner för byggvägar, arbetsfordon, kranar etc. utredas.

Då bergarbetena bedöms delvis vara komplicerade behöver samtliga bergschaktarbeten (förförstärkningar, metodval, förstärkningsåtgärder) projekteras, utföras och verifieras av bergtekniskt sakkunnig person. Under schakt- och grundläggningsarbetena kan, ur arbetsmiljösynpunkt, även rasskydd (nät e.d.), som stoppar mindre nedfallande stenar, krävas där förutsättningar för ras förekommer.

I projekteringsskedet rekommenderas även att en markradonundersökning utförs för att klarlägga planerade byggnaders radonskydd samt eventuella restriktioner för bergschaktmassor m. h. t. strålning.

10.2 Utförande och arbetsordning

Då stora mängder berg- och jordmassor förväntas komma att hanteras inom områden som idag består av otillgänglig terräng är tidsaspekter och arbetsordning generellt viktiga parametrar för att kunna välja kostnadseffektiva och hållbara lösningar. Det finns även utmaningar i att samordna arbetena med Trafikverkets projekt.

Genom en god planering av uppfyllnader, schakt- och grundläggningsarbeten m.m. kan såväl kostnader som miljöpåverkan minska. Det gäller särskilt om man kan återanvända schaktmassor som fyllnadsmaterial inom planområdet eller i andra närliggande projekt.

11 Ritningar

<u>Ritning nr:</u>	<u>Typ, innehåll</u>	<u>Skala (A1)</u>
G-11.1-01	Markförhållanden, detaljerad planredovisning	1:500
G-11.1-02	Markförhållanden, tolkade bergnivåer, jorddjup	1:500

Resultat av sammanställda och utförda geotekniska undersökningar redovisas på planritning G-10.1-01 samt sektionsritningarna G-10-2.01 – G-10.2-11, tillhörande MUR-Geoteknik.

Geoteknologi Sverige AB

Jakob Vall

Jakob Vall