

Stockholm, Hagsätra

## VÄSTRA HAGSÄTRA

Planerad bostadsbebyggelse

PM Geoteknik

*Planeringsunderlag*

Stockholm 2022-01-17

Rev. A, 2022-03-10

Upprättad av: Jakob Vall

Granskad av: Lars Henricsson

## Konsult

Geoteknologi Sverige AB  
Hammarbybacken 27  
120 30 Stockholm  
Tel: 070 290 74 40  
Org.nr: 559080-8084  
Styrelsens säte: Stockholm

## Kund

Ikano Bostadsutveckling AB, Yuan-Chen Qian

## Kontaktperson

Jakob Vall 070 290 74 40  
E-post: [jakob.vall@geoteknologi.se](mailto:jakob.vall@geoteknologi.se)

## Innehåll

<b>Sammanfattning .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Uppdrag och syfte .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Planerad bebyggelse.....</b>	<b>4</b>
<b>3 Underlag .....</b>	<b>5</b>
3.1 Utförda undersökningar .....	6
<b>4 Befintlig bebyggelse.....</b>	<b>6</b>
4.1 Befintliga byggnader och anläggningar .....	6
4.2 Befintliga ledningar .....	6
<b>5 Mark- och jordlagerhållanden .....</b>	<b>7</b>
5.1 Geologi .....	7
5.2 Jordlagerförhållanden .....	9
<b>6 Hydrogeologiska förhållanden .....</b>	<b>12</b>
<b>7 Geotekniska förutsättningar .....</b>	<b>14</b>
7.1 Skredrisker och klimateffekter.....	14
7.2 Grundläggning av byggnader.....	15
7.3 Grundläggning av gator, parkeringar och stödmur.....	22
7.4 Schakt.....	23
7.5 Grundvatten och LOD.....	25
<b>8 Markradon.....</b>	<b>26</b>
8.1 Utförda undersökningar och bedömningsgrunder .....	26
8.2 Resultat.....	27
8.3 Bedömning och rekommendation.....	28
<b>9 Uppföljning och kontroll .....</b>	<b>29</b>
9.1 Grundvatten .....	29
9.2 Grundläggning och berg. ....	29
9.3 Riskanalys avseende vibrationsalstrande markarbeten .....	29
9.4 Markmiljö.....	30
<b>10 Övrigt .....</b>	<b>30</b>
<b>11 Bilagor .....</b>	<b>30</b>

## Sammanfattning

Inom projektet Västra Hagsätra, som omfattar Hagsätra centrum samt ett område väster därom – mellan Hagsätrabanan och Huddingevägen – planerar Ikano Bostad uppföra ca 280 nya bostäder fördelade på tio bostadsbyggnader inom sex fastigheter (Ärtåtern 1, Rågrian 1, Stubbneken 1, Höstsådden 1, Fjäderlåset 1 samt Långkylen 7). I anslutning till bebyggelsen planeras bl.a. parkeringsplatser, stödmurar samt ett parkeringsgarage m.m. att anläggas. Inom fastigheterna har Geoteknologi klarlagt de geotekniska förutsättningarna inför fortsatt planering och projektering. Arbetet har innefattat utförande av ett ca 50-tal provpunkter i fält för klarläggning av de geotekniska förhållandena i området. Därutöver har sju grundvattenrör installerats för undersökning av grundvattenrörhållandena.

Området Hagsätra utvecklades i samband med tunnelbanans utbyggnad i slutet på 1950-talet och kännetecknas av skivhus som förlagts utmed höjdryggarna på plansprängt berg, medan kringliggande hårdgjorda parkeringsytor, parkmark, gång- och cykelstråk har utförts på huvudsakligen utfylld mark.

Uppmätta jorddjup i området varierar generellt från 0,5 – 5 m djup under markytan vid punkterna. Marken inom områdena domineras av fyllning, bestående av främst sand och grus, ovan ett upp till ca 2 m tjockt lager av sand och/eller fast lera av torrskorpekaraktär. Lerans utbredning är inte sammanhängande utan lokaliserad till naturliga lågpunkter mellan bergryggarna. Under leran förekommer ett ca 0-1 m tjockt lager av morän ovan berg.

Grundvattnets trycknivå har i installerade rör observerats på mellan 2,5 – 2,8 m djup under markytan. I tre av sju rör har inget vatten observerats under mätperioden. Generellt förekommer inom området ett inget större sammanhängande grundvattenmagasin utan nivåerna är troligen lokala och begränsad till naturliga lågpunkter i berget.

Beaktat markytans lutning och lerans utbredning och egenskaper bedöms stabilitetssituationen inom samtliga områden som tillfredställande, med låg risk för skred, ras och markbrott vid normala uppfyllnader och belastningar. I södra delen av Stubbneken planeras en upp till ca 3,5 m hög utfyllnad göras inom ett område av ca 120 m<sup>2</sup>, vilket, ur sättnings- och stabilitetssynpunkt, bedöms innebära behov av geotekniska förstärkningsåtgärder (stödmur/spont, pålar, lättfyllning). Byggnader i området kommer inom områden med ytnära berg att grundläggas med plattor på packad sprängbotten alt. med sulor nedförda direkt på fast, rensat berg. Inom områden med ca 1-3 m djup till berg under grundläggningsnivån utförs grundläggning med antingen borrarade pålar som nedförs till berg, alternativt med utbredda plattor på packad sprängstensfyllning efter urgrävning av befintlig jord (fyllning, lera, morän). Inom övriga delar där jordjupet överstiger ca 3 m, samt intill befintliga byggnader, föreslås grundläggning utföras med pålar nedförda till berg.

Inom områdena förväntas både jord- som bergschakt bli aktuellt, vilka i huvudsak bedöms kunna utföras med slänt. Av utrymmes- och trafiktekniska skäl kan dock spont lokalt krävas för att möjliggöra angräning till befintliga byggnader. Vid Höstsådden kommer upp till ca 10 m bergschakt att bli aktuellt. I området har en översiktlig bergteknisk utredning utförts där risk för potentiella plan-, kil- och överstjäpningsbrott föreligger. För att undvika risk för ras och blocknedfall, finns en risk att berget behöver förstärkas med systembult och skyddsnät efter sprängning. Bergförankring med bult, linor och nät, kan bli aktuellt efter syn på plats. Därutöver kommer förbultning att behövas innan uttag av berg görs.

## 1 Uppdrag och syfte

Inom projektet Västra Hagsätra, som omfattar Hagsätra centrum samt ett område väster därom – mellan Hagsätrabanan och Huddingevägen – planerar Ikano Bostad uppföra ca 280 nya bostäder fördelade på tio bostadsbyggnader inom sex fastigheter (Ärtåtern 1, Rågrian 1, Stubbneken 1, Höstsådden 1, Fjäderlåset 1 samt Långkylen 7). I anslutning till bebyggelsen planeras bl.a. parkeringsplatser, stödmurar samt ett parkeringsgarage m.m. att anläggas.

På uppdrag av Ikano Bostadsutveckling AB har Geoteknologi Sverige AB utfört geoteknisk utredning för planerade bostadskvarter. Arbetet har omfattat inventering av tidigare utförda undersökningar, utförande av nya geotekniska fält- och laboratorieundersökningar, undersökning av markradon samt geoteknisk utvärdering med avseende på planerade bebyggelse. Syftet med utredningen har varit att klarlägga geotekniska förhållanden, som underlag för planering och projektering av planerade schakt- och grundläggningsarbeten. Denna handling är avsedd att utgöra geotekniskt underlag för planering av planerade bostadskvarter.

Därutöver har WSP på uppdrag av Ikano, genom Geoteknologi, klarlagt de miljötekniska förhållandena inför upprättande av detaljplan. Inom fastigheten Höstsådden 1 har WSP, genom Geoteknologi, även utfört en sulfidberggriskutredning inkl. berg-släntstabilitetsutredning.

Resultat av utförda markmiljötekniska undersökningar redovisas i handling ”Miljöteknisk markundersökning Ärtåtern 1 m.fl., Hagsätra, Stockholm”, upprättad av WSP, daterad 2021-12-09.

Resultat av utförd bergteknisk utredning inom Höstsådden redovisas i handling ”Bergteknisk utredning i västra Hagsätra”, upprättad av WSP, daterad 2021-10-26.

## 2 Planerad bebyggelse

Planområdet är uppdelat i ett antal mindre delområden och ligger i de centrala delarna av stadsdelen Hagsätra. Planerade bostadskvarters lägsta golvnivåer är:

- Ärtåtern 1, hus 1 (5 vån), FG +35,95, ca 1,0 – 1,5 m över befintlig marknivå.
- Ärtåtern 1, hus 2 (5 vån), FG +36,2, ca 1,0 – 1,5 m över befintlig marknivå.
- Ärtåtern 1, hus 3 (5 vån), FG +36,8, ca 1,0 – 1,5 m över befintlig marknivå.
- Rågrian 1 (2-3 vån), FG +33,35 och +36,7, ca 0,6 – 4,8 m under befintlig marknivå.
- Stubbneken 1, hus 1 (5 vån), FG +34,4, ca 0,2 – 0,8 m över befintlig marknivå.
- Stubbneken 1, hus 2 (5 vån), FG +33,2, ca 0,2 m under till 0,8 m över befintlig marknivå.
- Stubbneken 1, hus 3 (5 vån), FG +31,9, ca 1,2 m under till ca 0,9 m över befintlig marknivå.
- Fjäderlåset 1 (6 vån), FG +44,17, ca 0,1 – 0,9 m över befintlig marknivå.
- Höstsådden 1 (7 vån), FG +38,47 – +40,35, ca 9,0 m under till ca 0,5 m över befintlig marknivå.
- Torghuset (Långkylen 7) (7 vån), FG +45,0, ca 0 – 0,4 m under befintlig marknivå.





Figur 1. Aktuella områden där ny bostadsbebyggelse/garage utreds.

Underlag för denna utredning har varit:

- Stockholms stads byggnadsgeologiska karta.
- 2020-09-18 Ikano Underlag plankarta.dwg, erhållen 2021-06-18.
- Situationsplan. Ikano Situationsplan Bebyggelse, upprättad av Tengbom, daterad 2020-08-28.
- Samlingskarta 210708, erhållen 2021-10-08.
- Inmätning Hagsätra IKANO etapp 2+etapp1, utförd av Geometer mätningsteknik, erhållen 2021-10-14.
- A-underlag (Sektioner), daterade 2020-08-28 och 2020-09-15 (Ärtå kern), upprättade av Tengbom, erhållna 2021-12-09.
- Situationsplan.dwg, erhållen 2021-02-20.
- Västra Hagsätra. PM Geoteknik, Planeringsunderlag. Upprättad av Geoteknologi, granskningshandling daterad 2019-11-28.

- Miljöteknisk markundersökning Ärtåtern 1 m.fl., Hagsätra, Stockholm”, upprättad av WSP, daterad 2021-12-09.
- Bergteknisk utredning i västra Hagsätra, upprättad av WSP, daterad 2021-10-26.

Denna PM utgår från koordinatsystem Sweref 99 18 00 i plan samt höjdsystem RH 2000 om inte annat anges.

### 3.1 Utförda undersökningar

Geoteknologi har i samband med utredning 2019 inventerat och sammanställt tidigare utförda undersökningar samt i oktober 2021 utfört nya geotekniska undersökningar. Arbetet har omfattat undersökning i 53 provpunkter samt omfattat sonderingsmetoderna jord-bergsondering/jb-totalsondering och CPT-försök. Störd provtagning med skruvprovtagare har utförts i 13 punkter. Undersökning av grundvattenförhållanden har utförts i sju nyinstallerade grundvattenrör. Dokumentation av utförda och sammanställda undersökningar redovisas i Markteknisk undersökningsrapport (MUR) – Geoteknik, daterad 2022-01-17, reviderad 2022-03-10.

Resultat av utförda miljötekniska undersökningar redovisas i handling ”Miljöteknisk markundersökning Ärtåtern 1 m.fl., Hagsätra, Stockholm”, markundersökning, upprättad av WSP, utkast daterad 2021-12-09.

## 4 Befintlig bebyggelse

### 4.1 Befintliga byggnader och anläggningar

Området Hagsätra utvecklades i samband med tunnelbanans utbyggnad i slutet på 1950-talet. Bebyggelsen i området kännetecknas av ca 8 våningar höga skivhus som förlagts utmed höjdryggarna, medan parkmark, gång- och cykelstråk är förlagda till de öppna, lägre belägna dalgångarna. Mellan bostadskvarteren och kring gångstråken finns partier med naturmark – inom höjdpartierna mest i form av blandskog och i lågpunkterna som parkmark/lövsog.

Befintliga byggnader i anslutning till delområdena är i huvudsak grundlagda på plattor och plintar nedförda till berg.

Grundläggningsinformation för närliggande befintliga byggnader redovisas på planritningarna G-10.1-01 – G-10.1-04 tillhörande MUR-Geoteknik.

### 4.2 Befintliga ledningar

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

Tabell 1. Information om befintliga ledningar.

Kvarter	Befintliga ledningar enl. samlingskarta (dat. 210708)	Övrig ledningsinformation
Ärtåkern 1 (hus 1-3)	Inga ledningskonflikter (närmsta ledning (tele) ligger på ca 6 m avstånd från hus 1.	Inom området förekommer belysning samt dagvattenbrunnar utförd av tidigare eller nuvarande fastighetsägare. Underlag med befintliga servisledningars sträckning saknas.
Rågrian 1	Inga ledningskonflikter (närmsta ledning (el) ligger på ca 5,5 m avstånd från byggnaden.	Inom området förekommer belysning samt dagvattenbrunnar utförd av tidigare eller nuvarande fastighetsägare. Underlag med befintliga servisledningars sträckning saknas.
Stubbneken 1 (hus 1-3)	Inga ledningskonflikter (närmsta ledning (VA) ligger på ca 2,5 m avstånd från hus 3.	Inom området förekommer belysning samt dagvattenbrunnar utförd av tidigare eller nuvarande fastighetsägare. Underlag med befintliga servisledningars sträckning saknas.
Stubbneken 1 (garage)	Konflikt med fjärrvärme i byggnadens nordvästra hörn. En bef. vattenledning ligger ca 3-4 m öster om garaget.	Inom området förekommer belysning samt dagvattenbrunnar utförd av tidigare eller nuvarande fastighetsägare. Underlag med befintliga servisledningars sträckning saknas.
Fjäderlåset 1	Konflikt med dagvattenledning. Troligen förekommer servisledning för vatten och avlopp inom byggnadens yta. Inom ca 2-3 m avstånd till byggnaden förekommer ett flertal ledningar (el, tele, opto).	Inom området förekommer belysning utförd av tidigare eller nuvarande fastighetsägare. Underlag med befintliga servisledningars sträckning saknas.
Höstsådden 1	Ny byggnad ligger inom område för befintlig byggnad. I angränsade allmän platsmark förekommer ett stort antal ledningar (VA, el, tele, opto, fjärrvärme, gas).	
Torghuset (Långkylen 7)	Konflikt med el samt servisledningar. På ca 5 m avstånd till byggnaden ligger en befintlig fjärrvärmeledning	Inom området finns även enligt arkivmaterial (dat. 1990-08-24) ett stort antal ledningar (KV, VV, VVC, VS, Sprinkler m.m.)

Information om de befintliga VA-ledningarnas vattengångsnivåer har inte studerats närmare.

Enligt SGU:s brunnregister finns inga befintliga vatten- eller energibrunnar i närområdet.

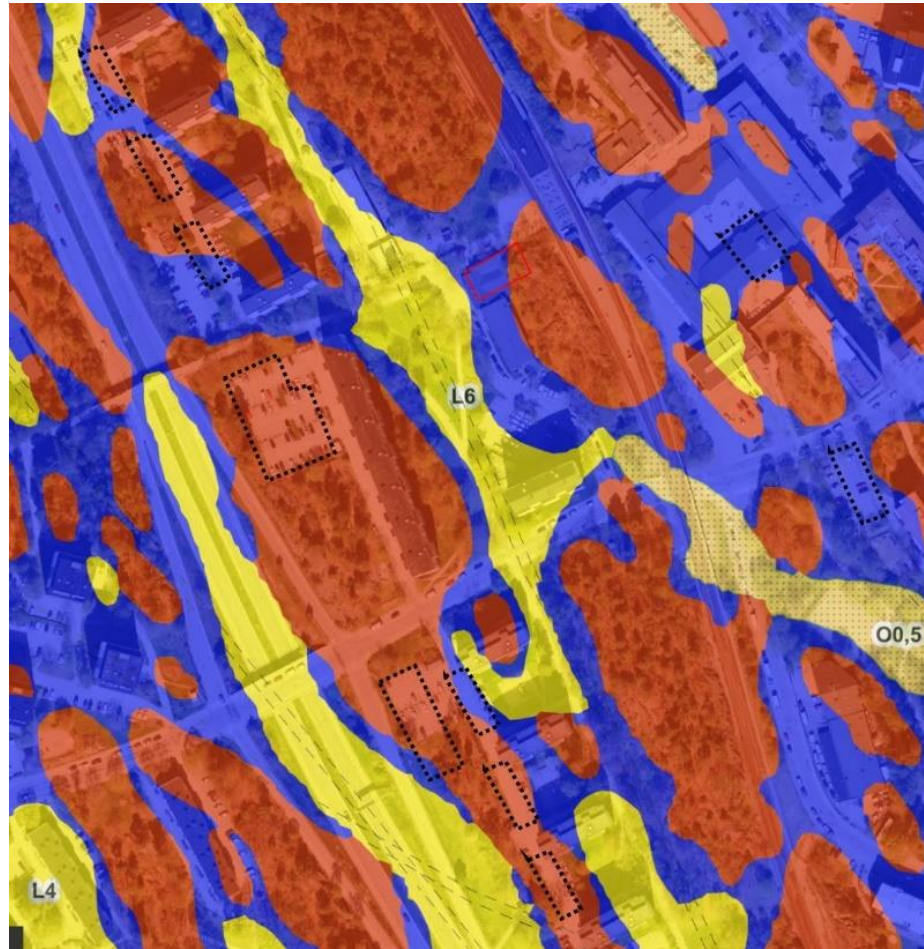
## 5 Mark- och jordlagerhållanden

### 5.1 Geologi

De allmänna geologiska förhållanden i området är av typisk mälardalskaraktär med nord – sydliga, långsträckta höjdparter med fastmark - morän och berg med branta skogsbeklädda sluttningar som övergår i öppna dalgångar. I dalgångarna har sedimentära jordar av glacial lera avsatts - i regel på morän, men i undantagsfall även direkt på berg. Enligt SGU:s jordartskarta består området av glacial lera och berg. Enligt Stockholms

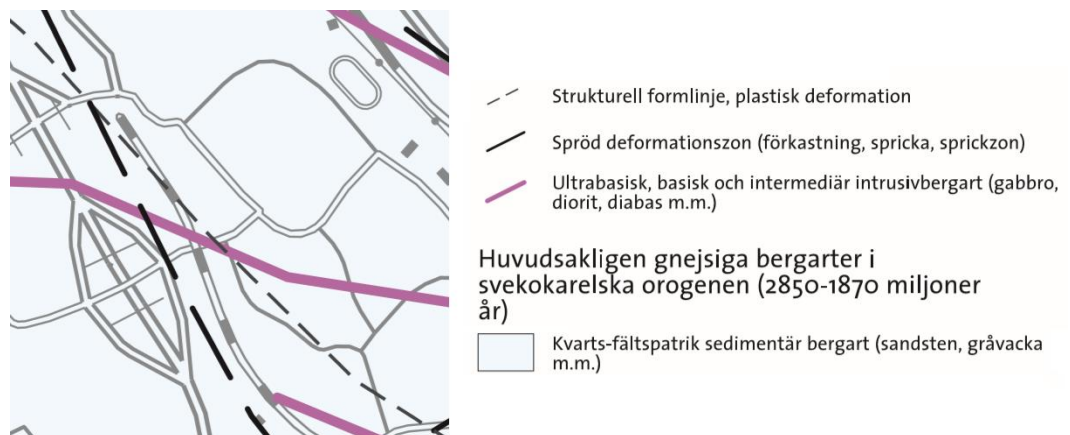


stads byggnadsgeologiska karta (som redovisar förhållandena på ca 2 m djup under markytan).



Figur 2. T.v. SGU:s jordartskarta. T.h. Stockholms stads byggnadsgeologiska karta. Gul färg = lera, blå = morän, röd = berg i dagen eller ytnära berg.

Berget i området består enligt SGU:s berggrundskarta av sedimentådersgnejs (kvartsfältspatrika bergarter, t.ex. sandsten, gråvacka), se figur 3.



Figur 3. SGU:s berggrundskarta (lägesnoggrannheten är ca 50 m för observationer).

Inom Höstsådden 1 har en bergteknisk kartering utförts av WSP. Berget inom undersökningsområdet består av metamorfa bergarter, huvudsakligen sedimentär gnejs och diatexit, se figur 4.





Figur 4. Berggrundskarta över undersökningsområdet vid Höstsådden (WSP 2021).

## 5.2 Jordlagerförhållanden

Nedan följer beskrivning av jordlagerförhållanden för respektive kvarter:

### 5.2.1 Ärtåtern 1

Se undersökningsresultat med tolkade jordlagergränser och bergnivåer på planritning G-10.1-01 och sektionsritningarna G-10.2-01 – G-10.2-02 tillhörande MUR-Geoteknik.

#### Ärtåtern 1, hus 1

Marknivåerna varierar från ca +34,5 – +35, motsvarande ca 1 m över till 1 m under ursprunglig marknivå. Jordlagerföljden består av ca 1,0 – 2,6 m fyllning på siltig lera av torrskorpekaraktär och sand underlagrad av morän på berg.

Fyllningen består i utförda provtagningar av främst sand och grus, delvis krossat material. Torrskorpelerans/sandens tjocklek varierar från ca 0 – 2 m. Lagrets egenskaper och har inte närmare undersökts, men bedöms utifrån registrerad matningskraft (>200 kg) vid totalsondering vara fast och ej sättningsskänslig för måttliga belastningsökningar. Bergets nivå varierar i utförda borrhäls punkter från +34,0 och +29,8, motsvarande ca 0,9 – 4,7 m djup under markytan vid punkterna.

#### Ärtåtern 1, hus 2

Marknivåerna varierar i utförda undersökningspunkter mellan +35,1 och +35,5, motsvarande ca 0 – 2 m under ursprunglig marknivå. Sydvästra delen av hus 2 ligger inom ett höjdparti med berg i dagen (inmätt bergnivå +35,3 – +37,5). Jordlagerföljden består främst av ca 0,5 m fyllning på avsprängt berg. I norr bedöms, under fyllningen, ett upp till ca 1 m tjockt lager av sand/morän förekomma. Bergets nivå varierar i utförda borrhäls punkter från +35,0 – +33,3, motsvarande ca 0,5 – 1,9 m djup under markytan vid punkterna.

### Ärtåken 1, hus 3

Marknivåerna varierar i utförda undersökningspunkter mellan +35,5 och +35,9, motsvarande ca 1,5 m över till 1,0 m under ursprunglig marknivå. I nordvästra hörnet av hus 3 förekommer synligt berg i dagen, som inmätts på nivåer mellan +35,6 och +36,5.

Jordlagerföljden består av 0,5 – 1,5 m fyllning på siltig lera av torrskorpekaraktär och sand underlagrad av morän på berg. *Fyllningen* består i utförda provtagningar av sandigt grus och grusig, lerig sand. Ett block (1,0 m) har registrerats i borrhål 21G12, vilket innebär att fyllningen ska förutsättas vara stenig och blockig. Lerans och sandens egenskaper har inte närmare undersökts, men bedöms utifrån registrerad matningskraft (>400 kg) vid totalsondering vara fast och ej sättningskänslig för måttliga belastningsökningar. *Bergets* nivå varierar i utförda borrhål från +34,4 – +32,2, motsvarande ca 1,1 – 3,7 m djup under markytan vid punkterna.

### 5.2.2 Rågrian 1

*Se undersökningsresultat med tolkade jordlagergränser och bergnivåer på planritning G-10.1-02 och sektionsritning G-10.2-03 tillhörande MUR-Geoteknik.*

Marknivåerna varierar i utförda undersökningspunkter mellan +37,9 och +38,5, motsvarande ca 1,5 m över till 2,0 m under ursprunglig marknivå.

Jordlagerföljden består av 0,5 – 2,5 m fyllning på växellagrad sand/lera på berg. *Fyllningen* har varierad sammansättning och består i utförda provtagningar av sand och grus, delvis krossat material samt humushaltig, lerig sand med växtdeklar. Även sten- och block har påträffats vid jb-sondering. Under fyllningen förekommer ett ca 0,5 m tjockt lager med lera. Lera bedöms utifrån registrerad matningskraft (>400 kg) vid totalsondering vara fast och ej sättningskänslig för måttliga belastningsökningar.

*Bergets* nivå varierar i utförda borrhål från +37,3 och +35,1, motsvarande ca 1,3 – 3,7 m djup under markytan vid punkterna. Söder och norr om byggnaden förekommer uppstickande berg i dagen.

### 5.2.3 Stubbneken 1

*Se undersökningsresultat med tolkade jordlagergränser och bergnivåer på planritning G-10.1-03 och sektionsritningarna G-10.2-04 – G-10.2-05 tillhörande MUR-Geoteknik.*

#### Stubbneken 1, hus 1

Marknivåerna varierar i utförda undersökningspunkter mellan +33,6 och +34,2, motsvarande ca 1,5 m över till 2,0 m under ursprunglig marknivå. Jordlagerföljden består av 1,3 – 2,6 m fyllning på berg.

*Fyllningen* har varierad sammansättning och består i utförda provtagningar av sand och grus, delvis krossat material och sandig lera. Även sten har påträffats vid jb-sondering.

*Bergets* nivå varierar i utförda borrhål från +32,6 – +31,1, motsvarande ca 1,3 – 3,1 m djup under markytan vid punkterna.

**Stubbneken 1, hus 2**

Marknivåerna varierar i utförda undersökningspunkter mellan +32,4 och +33,4, motsvarande ca 0,5 – 1,8 m under ursprunglig marknivå. Jordlagerföljden består främst av 0,5 – 1,0 m fyllning ovan berg. I norr förekommer, under fyllningen, ett upp till ca 1,4 m tjockt lager av friktionsjord (sand eller sandmorän).

*Fyllningen* har varierad sammansättning och består i utförda provtagningar av sand och grus, delvis krossat material samt grusig torrskorpelera. Fyllningen ska förutsättas vara stenig och blockig.

*Bergets* nivå varierar i utförda borrhöjningar från +32,3 – +30,5, motsvarande ca 0,5 – 2,7 m djup under markytan vid punkterna.

**Stubbneken 1, hus 3**

Marknivåerna varierar i utförda undersökningspunkter mellan +31,0 och +32,4, motsvarande ca 0 – 2,6 m under ursprunglig marknivå. Jordlagerföljden består av 0,5 – 1,0 m fyllning ovan friktionsjord på berg.

*Fyllningen* har varierad sammansättning och består i utförda provtagningar av humushaltig, sandig lera av torrskorpekaraktär samt siltig sand med lerklumpar. Inom hårdgjorda ytor förekommer även överbyggnadsmaterial av sandigt Grus. Friktionsjorden har inte närmare undersökts men bedöms utifrån utförda totalsonderingar bestå av medelfast – fast lagrad sand eller sandmorän.

*Bergets* nivå varierar i utförda borrhöjningar från +31,7 – +27,4, motsvarande ca 0,5 – 3,6 m djup under markytan vid punkterna.

**5.2.4 Fjäderlåset 1**

*Se undersökningsresultat med tolkade jordlagergränser och bergnivåer på planritning G-10.1-04 och sektionssnitning G-10.2-06 tillhörande MUR-Geoteknik.*

Marknivåerna varierar i utförda undersökningspunkter mellan +43,4 och +44,1, motsvarande ca 0 – 1,0 m över ursprunglig marknivå. Jordlagerföljden består av 0,5 – 1,0 m fyllning ovan morän på berg. Fyllningen består i utförda provtagningar av sandigt, lerigt grus, delvis krossat material samt humushaltig sandig lera med växtdelar. Moräns tjocklek varierar från ca 0 – 2,6 m och består klassificeras i utförd provtagning som siltig sandmorän. Moräns egenskaper har inte närmare undersökts men bedöms utifrån registrerad matningskraft (400 – 1400 kg) som fast – mycket fast lagrad.

*Bergets* nivå varierar i utförda borrhöjningar från +42,7 – +39,5, motsvarande ca 1,0 – 4,6 m djup under markytan vid punkterna.

**5.2.5 Höstsådden 1**

*Se undersökningsresultat med tolkade jordlagergränser och bergnivåer på planritning G-10.1-02 och sektionssnitning G-10.2-07 tillhörande MUR-Geoteknik.*

Byggnaden placeras i samma läge som en befintlig byggnad och inom områden med berg i dagen. Bergets nivå varierar inom området mellan ca +35,5 och +50,0. Berget under den befintliga byggnaden bedöms, baserat på arkivuppgifter, vara avsprängt.

### 5.2.6 Torghuset (Långkylen 7)

*Se undersökningsresultat med tolkade jordlagergränser och bergnivåer på planritning G-10.1-04 och sektionsritning G-10.2-08 tillhörande MUR-Geoteknik.*

Marknivåerna varierar i utförda undersökningspunkter mellan +45,0 och +45,4, motsvarande ca 0 – 1,8 m över ursprunglig marknivå.

Jordlagerföljden består av fyllning på berg, som baserat på arkivuppgifter delvis är avsprängt. Fyllningens tjocklek varierar från ca 1,3 – 4,3 m och består av sandigt grus, delvis krossat material. Baserat på registrerad matningskraft (130 – 1000 kg) vid totalsondering bedöms fyllningens fasthet variera från lös – fast.

Bergets nivå varierar i utförda borrhälspunkter från +41,0 – +44,2, motsvarande ca 1,3 – 4,3 m djup under markytan vid punkterna.

### 5.2.7 Stödmur Stubbneken 1

*Se undersökningsresultat med tolkade jordlagergränser och bergnivåer på planritning G-10.1-03 och sektions- och profilritning G-10.2-09 tillhörande MUR-Geoteknik.*

Marknivån utmed stödmuren varierar från ca +27 – +34,5.

På sträckan 0/030 – 0/130 enligt profilinjens längdmätning består området av fastmark med berg i dagen eller ytnära berg. På sträckan 0/130 – 0/160 består jordlagerföljden av ca upp till ca 6,5 m lera ovan friktionsjord på berg.

Leran är ner till nivån ca +23,5 fast och av torrskorpekaraktär. Därunder följer upp till ca 3 m med lös, varvig lera med tunna siltskikt. Den lösa lerans lägsta uppmätta skjuvhållfasthet uppgår till ca 10 kPa. Friktionsjordens tjocklek varierar från ca 0 – 1 m och har inte närmare undersökts, men kan förutsättas bestå av lös – fast lagrad morän.

Bergets nivå varierar i utförda borrhälspunkter från +23 – +19, motsvarande ca 4,6 – 8 m djup under markytan vid punkterna.

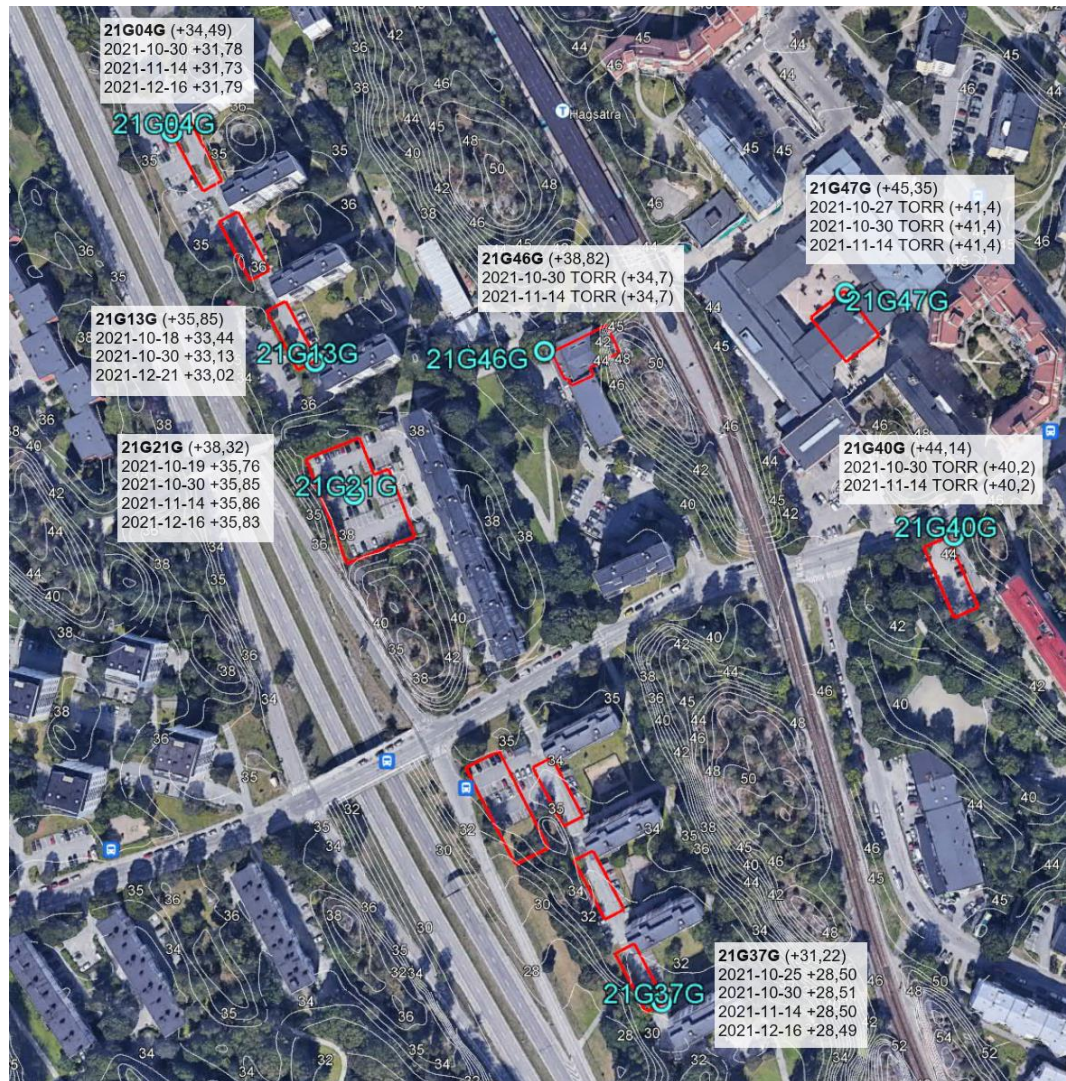
## 6 Hydrogeologiska förhållanden

Det aktuella området ligger inom ett höjddparti och utgör ett avrinningsområde, där yt- och grundvatten främst avrinner bort från området till lägre belägna delar. Uppe på höjderna bedöms inga regelrätta stabila grundvattenmagasin förekomma, utan nivån för markvattnet kan antas vara nederbördsberoende och sjunka undan helt under perioder med liten nederbörd.

I samband med denna utredning har mätning av grundvattentrycknivåer utförts i sju nyinstallerade rör, installerade med spetsarna i friktionsjorden under leran och placerade i lågpunkterna inom respektive område. Uppmätta nivåer i installerade rör varierar under mätperioden oktober – december 2021 från ca +28,5 till +35,8, motsvarande ca 2,5 – 2,8 m djup under markytan. I tre av grundvattenrören har inget fritt vatten påträffats ovan rörens spetsnivå, som installerats på ca 4 m djup under markytan vid rören.



Generellt förekommer inom området ett inget större sammanhängande grundvattenmagasin utan nivåerna är troligen lokala och begränsad till naturliga lågpunkter i berget. Det gäller särskilt vid Rågrian där det uppmätta grundvattenmagasinet på ca +35,8 bedöms vara mycket lokalt, där grundvatten rinner mellan instängda fickor i berget.



Figur 5. Grundvattenobservationer i installerade grundvattenrör.

## 7 Geotekniska förutsättningar

### 7.1 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 2.

Tabell 2. MSB:s karteringsmodell. Stabilitetszon Jordart Kriterier Stabilitetsförhållanden.

STABILITETS-ZON	KRITERIER		STABILITETS-FÖRHÅLLANDEN	REKOMMENDATIONER FÖR ÖVERSIKTIG PLANERING
	Jordart	Lutning		
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

Med hänsyn till bedömda markförhållanden och information om markens lutning inom fastigheten bedöms stabilitetssituationen utifrån ovan kriterier som tillfredställande, med låg risk för skred, ras och markbrott vid normala uppfyllnader och belastningar.

Bärighet vid last med stor utsträckning i sidled för ren kohesionsjord, med enhetlig skjuvhållfasthet, kan approximativt beräknas med cirkulär cylindriska glidytor som 5,5 x lerans odränerade skjuvhållfasthet. Med lägsta uppmätta skjuvhållfasthet inom området och en totalsäkerhetsfaktor på 1,5 kan leran inom undersökta områden belastas med minst ca 35 kPa (motsvarande lasten från ca 2 m fyllning av friktionsjord) utan risk för markbrott. Detta gäller dock vid en plan markyta och inte i anslutning till slänter.

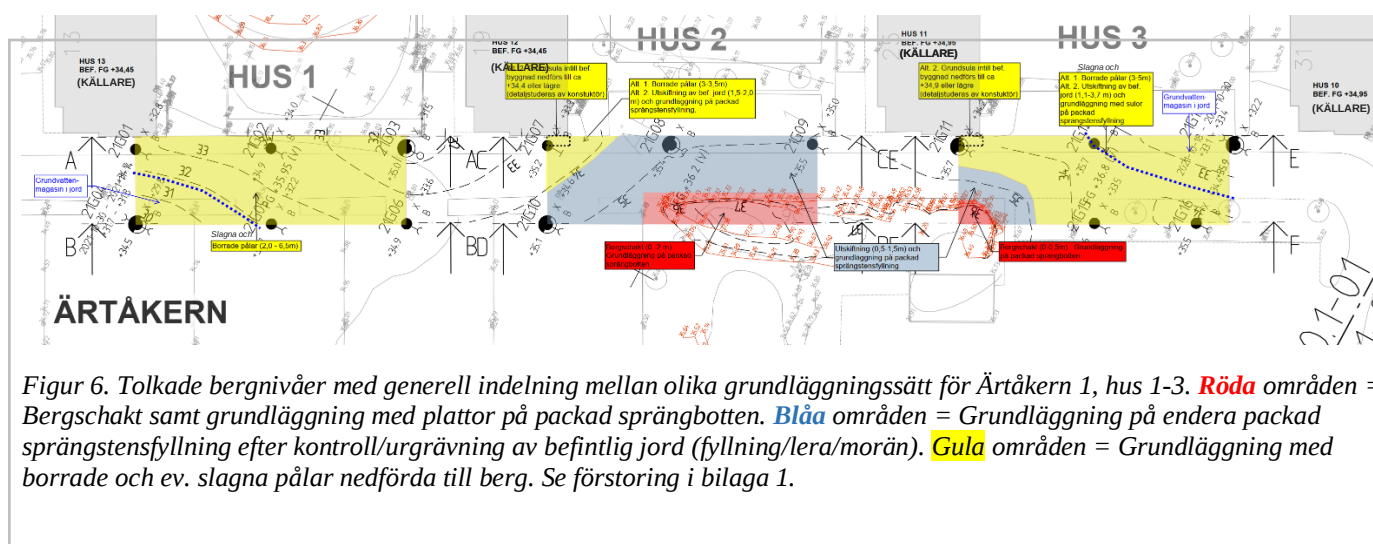
Detta innebär att stabilitetshöjande åtgärder ska förutsättas för utfyllnaderna inom Stubbneken (se område i figur 12 och 13).

Med ett förändrat klimat förväntas såväl ökade nederbördsmängder som kraftigare nederbördsextremer kunna inträffa - både i form av skyfall och större nederbördsmängder över längre tidsperioder. Stabilitetssituationen i området bedöms vara tillfredställande även om man tar höjd för risker till följd av klimatförändringar. Då området saknar naturliga vattendrag råder även ingen risk för erosion.

## 7.2 Grundläggning av byggnader

### 7.2.1 Ärtåkern 1

Se förslag på grundläggningsindelning i figur 6 och bilaga 1.



# Ärtåkern 1, hus 1

Hus 1 föreslås, vid en lägsta golvnivå på +35,95 (ca 1 - 1,5 m över befintlig markyta), grundläggas med slagna och borrade pålar. Pålängderna kan, inkl. 0,5 m inbörning i berg, förutsättas variera mellan ca 2,0 och 6,5 m. Borrade pålar utförs då pålängderna förväntas bli mindre än 3,0 m. Pålar intill befintlig byggnad rekommenderas utföras borrade och nedföras minst 0,5 m i berg och/eller 0,5 m lägre än angränsade byggnads golvnivå ca +34,4.

## Ärtåkern 1, hus 2

Hus 2 föreslås i huvudsak grundläggas på packad sprängbotten (efter 0 - 2 m bergschakt) samt på packad sprängstensfyllning efter urgrävning av befintlig jord. Eventuellt kan delar av de urgrävda och miljömässigt godkända fyllningsmassorna (sand, grus) och morän användas som återfyllningsmassor beroende på lastförutsättningar, krav på materialets egenskaper samt om det finns utrymme för mellanlagring i närområdet.

Intill angränsade byggnad (hus 13) utförs grundläggning antingen med:

- ca 3-3,5 m långa borrade stålrörspålar nedförda minst 0,5 m i berg och/eller 0,5 m lägre än angränsade byggnads golvnivå ca +34,4.
- plattor ovan packad sprängstensfyllning, som nedförs till nivån +34,4 eller lägre.

Om och där blandad grundläggning (pålar och packad fyllning) utförs är det viktigt att risken för differenssättningar kontrolleras.

### Ärtåkern 1, hus 3

Hus 3 föreslås, vid en lägsta golvnivå på +36,8 (ca 0 - 1,3 m över befintlig markyta) grundläggas i huvudsak med borrade stålrörspålar och på packad sprängbotten. Pålängderna kan, inkl. 0,5 m inbörning i berg, förutsättas variera mellan ca 3 och 5 m.



Pålar intill befintlig byggnad ska nedföras minst 0,5 m i berg och/eller 0,5 m lägre än angränsade byggnads golvnivå ca +35,0.

I västra delen av byggnaden utförs grundläggning, efter 0 - 0,5 m bergschakt, på packad sprängbotten. I övergångszonen mellan berg och pålar (där jorden under grundläggningsnivån uppgår till som mest ca 1,5 m) kan man troligen grundlägga med sulor på packad sprängstensfyllning efter urgrävning av befintlig jord.

Om och där blandad grundläggning (pålar och packad fyllning) utförs är det viktigt att risken för differenssättningar kontrolleras.

### 7.2.2 Rågrian 1

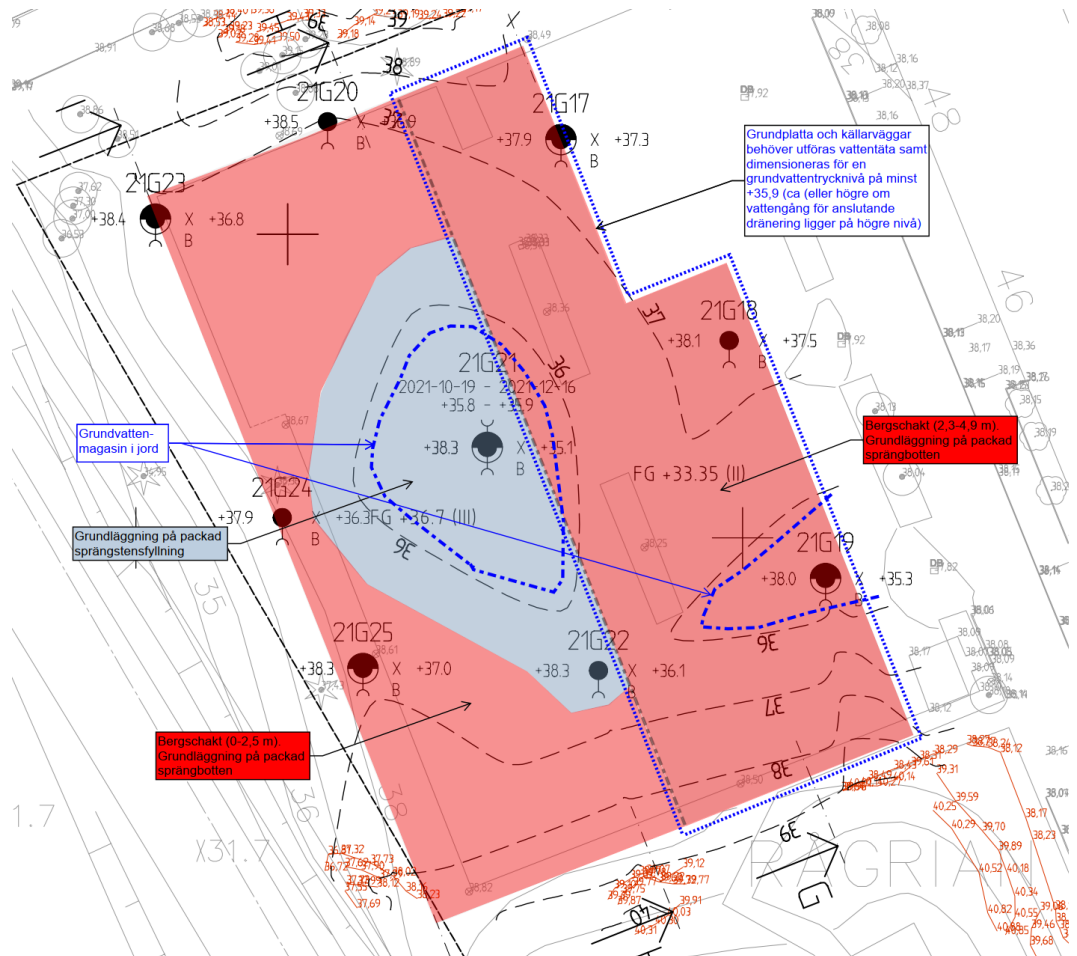
Se förslag på grundläggningsindelning i figur 7 och bilaga 1.

Inför grundläggningsarbetena kommer jordschakt, för avtäckning av berg, utföras ner till max 3 m djup. Därefter följer bergschakt ner till 0 - 5 m djup.

Byggnaden föreslås grundläggas packad sprängbotten samt på packad sprängstensfyllning efter urgrävning av befintlig jord. Eventuellt kan delar av de urgrävda fyllningsmassorna (sand, grus) och morän användas som återfyllningsmassor beroende på lastförutsättningar, krav på materialets egenskaper samt om det finns utrymme för mellanlagring i närområdet.

Bottenplattor och källarväggar behöver – under grundvattnets dimensionerande nivå – utföras vattentäta samt dimensioneras med hänsyn till upplyftning i permanentskedet. Fortsatta mätningar behövs för att klarlägga dimensionerande nivåer, men kan med nuvarande information antas till +35,9, under förutsättning att det finns förutsättningar att anlägga en dränering med självfall på motsvarande nivå. Om dränerande nivåer ligger högre behöver man, för bestämning av högsta dimensionerande nivå, klarlägga på vilken nivå schaktens naturliga utlopp finns.

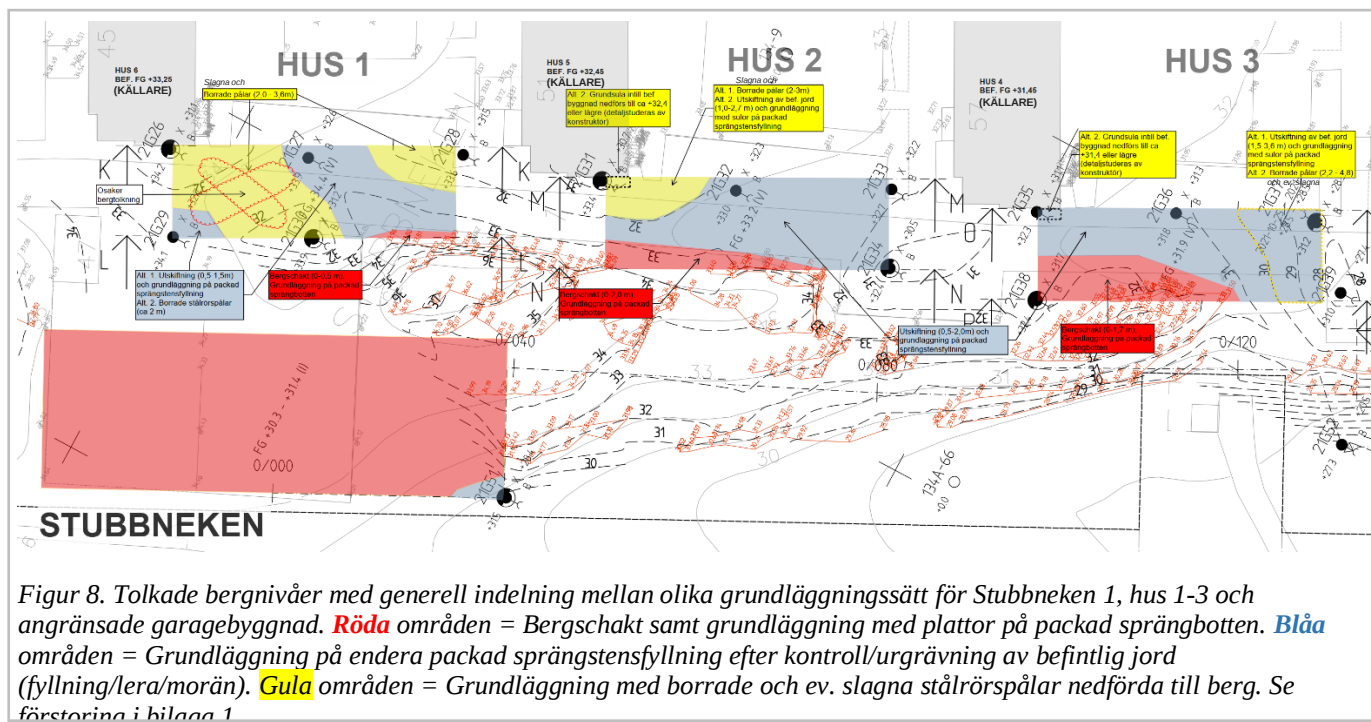




Figur 7. Tolkade bergnivåer med generell indelning mellan olika grundläggningssätt för Rågrian 1. **Röda** områden = Bergschakt samt grundläggning med plattor på packad sprängbotten. **Blåa** områden = Grundläggning på endera packad sprängstensfyllning efter kontroll/urgrävning av fyllning och naturlig jord (lera och morän).

### 7.2.3 Stubbneken 1

Se förslag på grundläggningsindelning i figur 8 och bilaga 1.



Figur 8. Tolkade bergnivåer med generell indelning mellan olika grundläggningssätt för Stubbneken 1, hus 1-3 och angränsade garagebyggnad. **Röda** områden = Bergschakt samt grundläggning med plattor på packad sprängbotten. **Blåa** områden = Grundläggning på endera packad sprängstensfyllning efter kontroll/urgrävning av befintlig jord (fyllning/lera/morän). **Gula** områden = Grundläggning med borrade och ev. slagna stålörspålar nedförda till berg. Se förstoring i bilaga 1.

#### Stubbneken 1, hus 1

Hus 1 föreslås, med en lägsta golvnivå på +34,4 (ca 0,2 – 0,8 m över befintlig markyta), inom cirka halva byggnadens yta grundläggas med borrade stålörspålar. Pålängderna kan, inkl. 0,5 m inborrning i berg, förutsättas variera mellan ca 2 och 3,6 m. Inom övriga delar är jorddjupet mindre än ca 1,5 m, vilket innebär att grundläggning alternativt kan ske på packad sprängstensfyllning efter urgrävning av befintlig jord. Om blandad grundläggning väljs (pålar och packad fyllning) är det viktigt att risken för differenssättningar kontrolleras. I sydvästra delen kan lokalt 0 - 0,5 m bergschakt bli aktuellt.

#### Stubbneken 1, hus 2

Hus 2 föreslås grundläggas på packad sprängbotten (efter ca 0 - 2 m bergschakt) samt på packad sprängstensfyllning efter urgrävning av befintlig jord ner till ca 0,5 - 2,0 m djup under befintlig markyta.

Intill befintlig byggnad (hus 5) utförs grundläggning antingen med:

- ca 2-3 m långa borrade stålörspålar som nedförs minst 0,5 m i berg och/eller 0,5 m lägre än angränsade byggnads golvnivå ca +32,4.
- plattor (ovan packad sprängstensfyllning) som nedförs till nivån +32,4 eller lägre.

Största schaktdjup vid utskiftning intill befintlig byggnad förväntas uppgå till ca 2,7 m under befintlig markyta. Om pålgrundläggning och plattgrundläggning kombineras är det viktigt att risken för differenssättningar kontrolleras.

### Stubbneken 1, hus 3

Hus 3 föreslås grundläggas på packad sprängbotten (efter ca 0 - 1,7 m bergschakt) samt i övrigt på packad sprängstensfyllning efter urgrävning av befintlig jord ner till max ca 3,6 m djup under befintlig markyta.

För att minska omfattningen av utskiftningen kan man alternativt välja grundläggning på ca 2,0 – 4,8 m långa stålrörspålar, som nedförs minst 0,5 m i berg. Om och där pålgrundläggning och plattgrundläggning kombineras är det viktigt att risken för differenssättningar kontrolleras.

## Stubbneken 1, garage

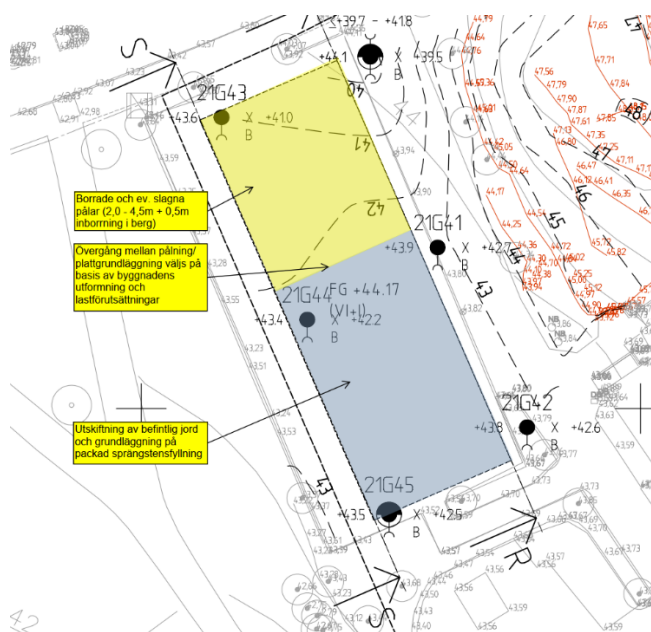
Väster om hus 1 planeras ett garage anläggas med lägsta golv på nivåer mellan ca +30,3 och +31,4, motsvarande ca 1,2 - 3,8 m under befintlig marknivå. Undersökning har ej utförts för byggnaden, men den bedöms i huvudsak komma att grundläggas på avsprängt berg och lokalt på packad sprängstensfyllning. Kompletterande undersökningar rekommenderas utföras inför projektering, se kapitel 11.

### 7.2.4 Fjäderlåset 1

Se förslag på grundläggningsindelning i figur 9 och bilaga 1.

Byggnaden föreslås i söder grundläggas på packad sprängstensfyllning efter urgrävning av befintlig jord och i norr på ca 2 - 5 m långa slagna och borrarade pålar nedförda till berg. I övergångenzonen mellan pålade fundament och grundsulor vilande på packad fyllning är det viktigt att risken för differenssättningar kontrolleras.

Eventuellt kan delar av de urgrävda fyllningsmassorna (sand, grus) och morän användas som återfyllningsmassor beroende på lastförutsättningar, krav på materialets egenskaper samt om det finns utrymme för mellanlagring i närområdet.



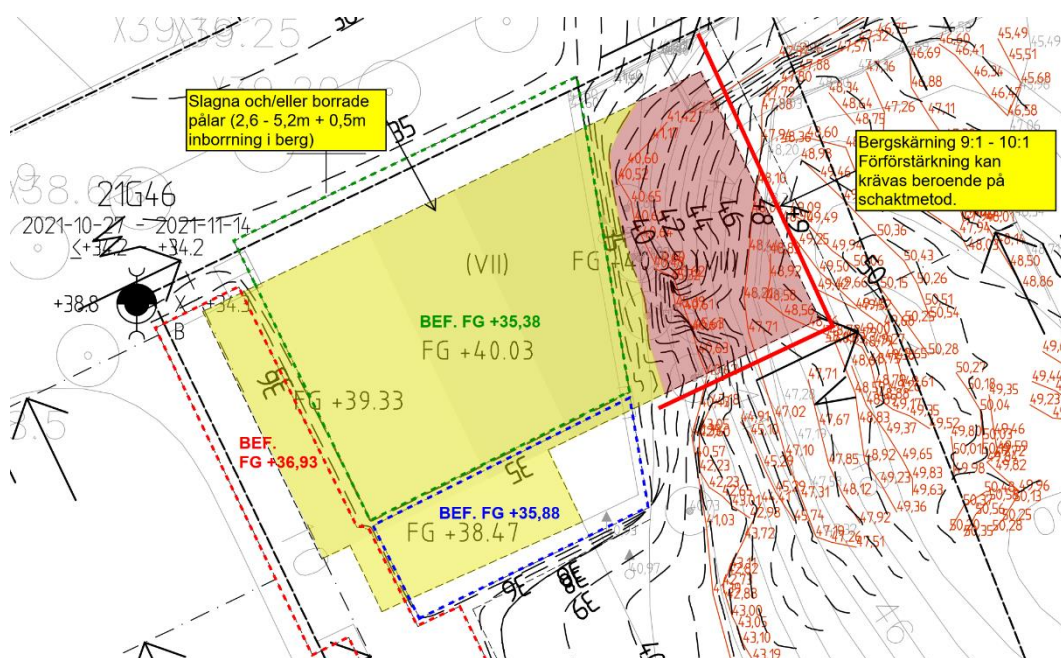
Figur 9. Tolkade bergnivåer med generell indelning mellan olika grundläggningssätt för Fjäderlåset 1. **Blåa** områden = Grundläggning på endera packad sprängstensfyllning efter kontroll/urgrävning av befintlig jord (fyllning/lera/morän). **Gula** områden = Grundläggning med borrarade och ev. slagna pålar nedförda till berg.

## 7.2.5 Höstsådden 1

Se förslag på grundläggningsindelning i figur 10 och bilaga 1. Kommentarer/alternativ på byggnadsutförande redovisas med *kursiv stil*.

Byggnaden föreslås i öster grundläggas på avsprängt berg och i övrigt med slagna och/eller borrade pålar som nedförs till berg. Pål längderna kan, inkl. 0,5 m inbörning i berg, förutsättas variera mellan ca 2,6 och 5,2 m. Där berget tidigare är avsprängt kan pålarnas inbörningslängd behöva ökas tills man når sprickfritt, opåverkat berg.

Byggnaden bedöms, med nu antagna golvnivåer, ur grundvattensynpunkt kunna utföras på en dränerad terrass.



Figur 10. Tolkade bergnivåer med generell indelning mellan olika grundläggningssätt för Höstsådden 1. **Röda** områden = Bergschakt samt grundläggning med plattor på packad sprängbotten. **Gula** områden = Grundläggning med slagna eller borrade stålörspålar nedförda till berg.



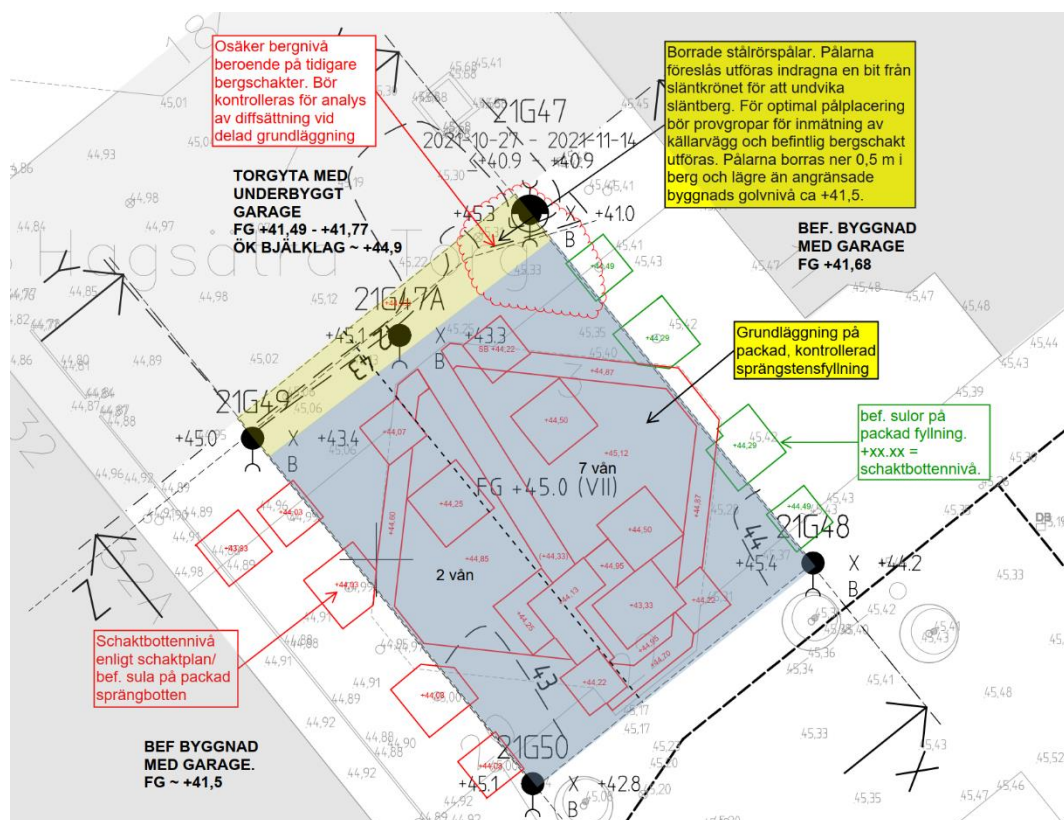
### 7.2.6 Torghuset (Långkylen 7)

Se förslag på grundläggningsindelning i figur 11 och bilaga 1.

Byggnaden föreslås i huvudsak grundläggas med plattor ovan packad sprängstensfyllning efter urgrävning/kontroll av befintlig fyllning. Troligen kan, ur geoteknisk synvinkel, stora delar av fyllnadsmassorna återanvändas.

I gränzonen mot det befintliga garaget föreslås byggnaden grundläggas med borrade stålrörspålar som nedförs minst 0,5 m i berg och lägre än angränsade garages golvnivå på ca +41,5. Pållängderna kan förutsättas variera från ca 3,3 - 4,3 m. I övergångenzonen mellan pålade fundament och grundsulor vilande på packad fyllning är det viktigt att risken för differenssättningar kontrolleras.

För att klarlägga garagets exakta utbredning rekommenderas att en provgröp och inmätning utförs under detaljprojekteringsskedet. För att undvika att pålning utförs i släntberg rekommenderas att man byggskedet frilägger den övre zonen av bergschakten.

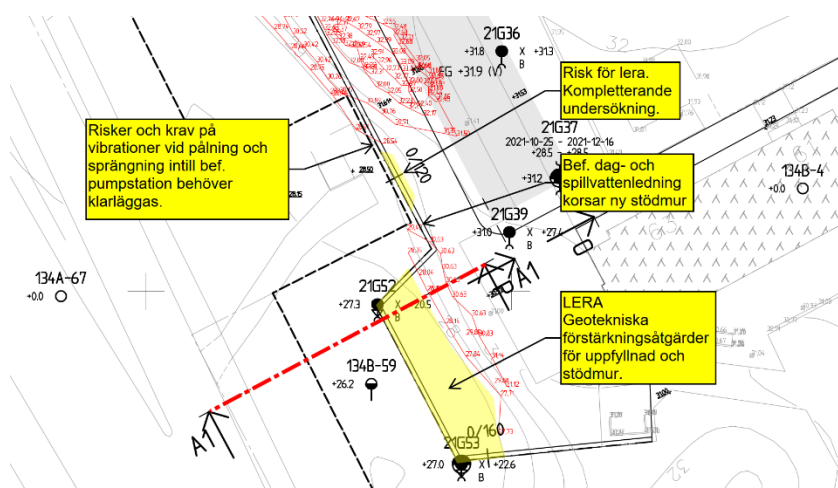


Figur 11. Tolkade bergnivåer med generell indelning mellan olika grundläggningssätt för Torghuset (Långkylen 7). **Blåa** områden = Grundläggning på endera packad sprängstensfyllning efter kontroll/urgrävning av befintlig jord (fyllning). **Gula** områden = Grundläggning med borrarade stålrospålar nedförda till berg.

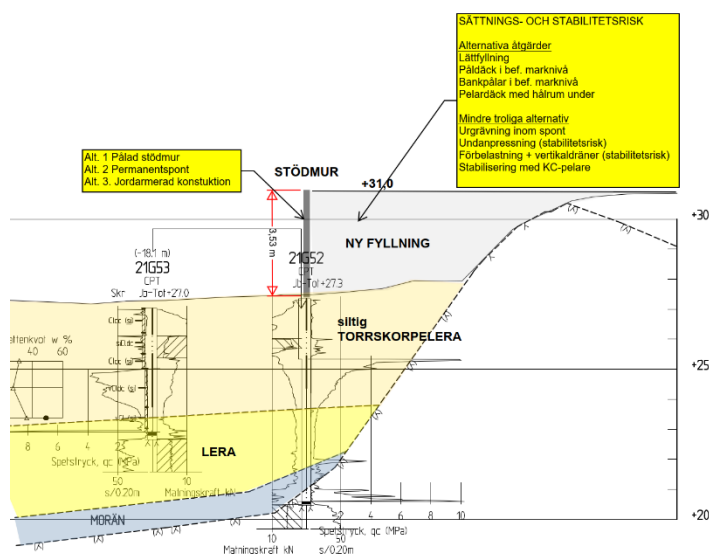
### 7.3 Grundläggning av gator, parkeringar och stödmur

Grundläggningsförutsättningar för planerade gator och ledningar har inte närmare utretts inom detta uppdrag. Efter att slutgiltig utformning och höjdsättning har klarlagts behöver, för projektering, de geotekniska förhållandena klarläggas och förtydligas. Nedan listas översiktligt bedömda geotekniska planeringsförutsättningar för planerade angöringsgator och anläggningar.

- Bergschakt kommer krävas för planerade gatuombyggnader inom fastigheterna Ärtakern och Stubbneken, se figur 14.
- En befintlig dag- och spillvattenledning korsar stödmurens sträckning inom Stubbneken, se figur 12.
- En upp till ca 3,5 m hög stödmur planeras väster om kvarter Stubbneken. Geotekniska förstärkningsåtgärder bedöms ur sättnings- och stabilitetssynpunkt krävas för blivande vändzon inom en ca 120 m<sup>2</sup> stor yta, se figur 12 och 13. Inom övriga områden bedöms, med nuvarande information, inga särskilda geotekniska förstärkningsåtgärder krävas.



Figur 12. Geotekniska förutsättningar för planerad utfyllnad och stödmur vid Stubbneken, hus 3. Se tolkad sektion med alternativa åtgärder i figur 13.



Figur 13. Sektion A1 med bedömning av alternativa geotekniska åtgärder. Kompletterande undersökningar och utredningar krävs i detaljprojekteringskedet.

## 7.4 Schakt

### 7.4.1 Jordschakt

Schakt för planerade byggnader förväntas främst innebära grunda schakter i fyllningar bestående av sand och grus. Därutöver kan beroende på slutgiltigt val av grundläggning (pålning eller plattgrundläggning) schakt för urgrävning bli aktuell ner till som mest ca 4 m djup.

Inga stabilitetsberäkningar har utförts, men generellt bedöms jordschakt kunna utföras med lutning 1:1 – 1:1,5 under förutsättning att inga yttre laster placeras invid släntrönen. I tabell 3 nedan redovisas bedömda schaktförutsättningar per kvarter för planeringsskedet samt förslag på kontrollåtgärder.

Tabell 3. Sammanställning av bedömda schaktförutsättningar och kontroller. Om bedömda släntrutningar fungerar ur arbetsutrymmes- och trafiktekniska skäl har ej studerats i detta skede.

	Schaktdjup	Schaktmassor [ Mtrl/tj	Släntrutning	Kontroll
Ärtåtern 1, hus 1 (pålning)	0-0,5 m	Fyllning (sand, grus, delvis krossat material) [2/1]		-
Ärtåtern 1, hus 2 (urgrävning)	0-2,0 m	Fyllning (sandigt, siltigt Grus, delvis krossat material), sten och block [3B/2]	1:1 – 1:1,5	-
Ärtåtern 1, hus 3 (vid alt. 2, urgrävning)	0 – 3,7 m	0 – 1,5 m: Fyllning (siltigt, sandigt, grus) [3B/2] + sten/block 1,5 – 3,7 m: siltig, sandig Lera [5A/4]	1:1 – 1:1,5 1:1	Schaktbesiktning, ingen personal i grop >2m, etappvis schakt.
Rågrän 1 (avtäckning av berg/urgrävning)	0 – 3,0 m	Fyllning (lera, silt, sand, grus, humus, växtdeklar) [2/1, 5B/4] + sten/block Lera med enstaka siltskikt [4B/3]	1:1,5 (+0,5 m hylla mellan jordsläntfot och bergkrön)	Schaktbesiktning (ev. spont eller rasskydd mot bergkrön)
Stubbneken 1, hus 1 (vid alt. 2, urgrävning)	0 – 1,5 m	Fyllning (sandigt, lerigt grus) [3B/2] + sten/block	1:1	
Stubbneken 1, hus 2 (urgrävning)	0 – 2,7 m	Fyllning (sandigt grus, torrskorpelera) [2/1, 3B/2] + sten/block, sand [2/1]	1:1 – 1:1,5	
Stubbneken 1, hus 3 (alt. 2/urgrävning)	0 – 3,6 m	Fyllning (humus, sandig lera, grusig, siltig sand) [5B/4, 3B/2] + sten/block, sand	1:1 – 1:1,5	Schaktbesiktning, ingen personal i grop >2m, etappvis schakt.
Fjäderlåset 1 (urgrävning)	0 – 1,5 m	Fyllning (sandigt grus och humushaltig, sandig lera med växtdeklar) [2/1, 5B/4]	1:1	
Höstsådden 1 (rivning)	2,5 – 4,0 m	Fyllning (grusig och lerig Sand)	1:1,5	Spont kan krävas beroende på arbetsutrymme
Torghuset (Långkylen 7) (urgrävning)	1,0 – 2,5m	Fyllning (sandigt, grus och sprängsten) [2/1]	1:1	

Bedömning av lämplig släntrutning bör utföras av geoteknisk sakkunnig person i schaktskedet. Schaktsläntröns lutning behöver alltid vara anpassade efter schaktdjup, fyllningens/torrskorpelerans 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. Om mobilkranar eller betongbilar planeras intill schaktslänter behöver markens bärighet och schaktslänTERS kontrolleras genom beräkningar.

Om bedömda släntlutningar fungerar ur arbetsutrymmes- och trafiktekniska skäl har ej studerats i detta skede. Beroende på slutgiltigt byggnadsordning, trafikomläggningar samt ledningar kan provisoriska sponter komma att krävas.

#### 7.4.2 Bergschakt

Bergschakt bedöms bli aktuell inom fastigheterna Ärtåtern 1, Rågrian 1, Stubbneken 1 samt Höstsådden 1, se figur 14. Bergschakten bedöms med undantag för arbetena inom Höstsådden kunna utföras enligt normala krav för bergschaktningsklass i Anläggnings-AMA (CBC.2), även om sprängningsarbetena behöver anpassas så att omgivande byggnader, anläggningar, installationer och utrustningar inte skadas av markvibrationer, luftstöt vågor, lyft och stenkast.

Vid Höstsådden kommer upp till ca 10 m bergschakt att bli aktuell. I området har en översiktlig bergteknisk utredning utförts av WSP; omfattande provtagning av sulfidberg, sprickkartering samt kinemateks analys av potentiella plan-, kil- och överstjälpningsbrott av den befintliga bergskärningen. Resultaten av utredningen visar att det finns stor risk för plan- och kilbrott längs medelbranta sprickplaner i slänten.

För att undvika att berget faller ut innanför SL:s spårområdet rekommenderar utredningen förförstärkning av berget inför schaktarbetena. Alternativt kan arbetena väljas att utföras eller kombineras med en mer skonsam brytmetod (vajersågning). Inför bergschakt mot SL:s spårområde behöver brytmetod för skonsam loss hållning, samt behov av eventuella förförstärkningsåtgärder, av berget studeras av bergtekniker efter att berget har frilagts i samband med rivning av den befintliga byggnaden. När entreprenören för bergschaktarbetena har markerat ut tätsöm på plats behöver bergtekniker konsulteras för exakt utförande av förförstärkningarna. Inför bergschaktarbetena behöver samordning ske med SL och en riskanalys upprättas där utföranden, risker, vibrationskrav och övriga kontrollåtgärder klarläggs.

För närmare information, se Bergteknisk utredning i Västra Hagsätra, upprättad av WSP, daterad 2021-10-26.





Figur 14. Översikt av områden med bergschakt. Inom röda områden kommer bergschakt för byggnad bli aktuell. Inom gula områden bedöms bergschakt krävas för planerade gator. Ytterligare bergschakt kan även krävas för planerade va-ledningar m.m.

## 7.5 Grundvatten och LOD

För att inte åstadkomma en permanent grundvattensänkning ska dräneringsnivåerna för byggnaderna ligga högre än tidigare uppmätta nivåer. Sammanfattningsvis bedöms bebyggelsen inom kvarteren Ärtåtern 1 (hus 1-3), Stubbneken 1 (hus 1-3), Fjäderlåset 1, Höstsådden 1 och Torghuset (Långkylen 7) kunna grundläggas på en dränerad terrass.

För byggnaden inom Rågrian 1 behöver bottenplattor och källarväggar – under grundvattnets dimensionerande nivå – utföras vattentäta samt dimensioneras med hänsyn till upplyftning i permanentsskedet, se avsnitt 7.1.2.

Schakt, eller andra undermarksarbeten under grundvattenytan är i grunden tillståndspliktig verksamhet enligt kap. 11 MB, förutsatt att verksamheten föranleder hantering av och därmed påverkan på grundvattnet, t.ex. i form av länshållning. Enligt samma kapitel § 12 krävs dock inget tillstånd om det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas genom vattenverksamhetens inverkan på vattenförhållandena. Fortsatta mätningar och en hydrogeologisk analys rekommenderas utföras för att klarlägga hur lokalt grundvattenmagasinet är men mest troligen utgörs det av instängt markvatten omgiven av bergtrösklar. I så fall bedöms risken för skadlig omgivningspåverkan vid temporär grundvattenbortledning som försumbar.

### 7.5.1 Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD)

Då grundvattnet förekommer på stort djup och marken i området till stor del består av genomsläppliga lager av fyllning och sand bedöms förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten finnas. Eventuella åtgärder bör dock studeras av sakkunnig på yttre VA. Inga särskilda undersökningar av markens infiltrationskapacitet har utförts inom ramen för denna utredning.

## 8 Markradon

### 8.1 Utförda undersökningar och bedömningsgrunder

Den 19 och 22 december 2021 har en markradonundersökning utförts, med syfte att klassificera marken med avseende på risken för markradon. Undersökningen är utförd av Jakob Vall och omfattar mätning av:

- radongashalten i jordens porluft i 18 provpunkter med hjälp av emanometer av typen Markus 10.
- joniserande strålning från berggrunden i 34 provpunkter med hjälp av gammaspektrometer av typen Gamma Surveyor Vario.

Risk för markradon delas in i hög-, normal- och lågradonmark. Bedömningsgrund för markradonklass samt åtgärdskrav baseras på Radonboken: Förebyggande åtgärder i Nya byggnader; T6:2004, B. Clavensjö och G. Åkerblom, se tabell 4.

Tabell 4. Bedömningsgrunder för markradon, T6:2004, B Clavensjö och G. Åkerblom.

Berg eller jordart	Radiumhalt i marken (Bq/kg)		Radongashalt i markens porluft (kBq/m <sup>3</sup> )	
	Låg	Hög	Låg	Hög
Utspräng berggrund med sprängbottenskärv	<60	>200		-
Sprängsten (fyllning och sprängbottenskärv)	<25	>100	<10	-
Grus och grovkornig morän	<25	>50	<10	>50
Sand	<25	>50	<10	>50
Silt	<50 <sup>1</sup>	>70	<20 <sup>1</sup>	>50
Lera, lerig morän	<80 <sup>1</sup>	>100	<20 <sup>1</sup>	>100

<sup>1</sup>Mäktighet >2m

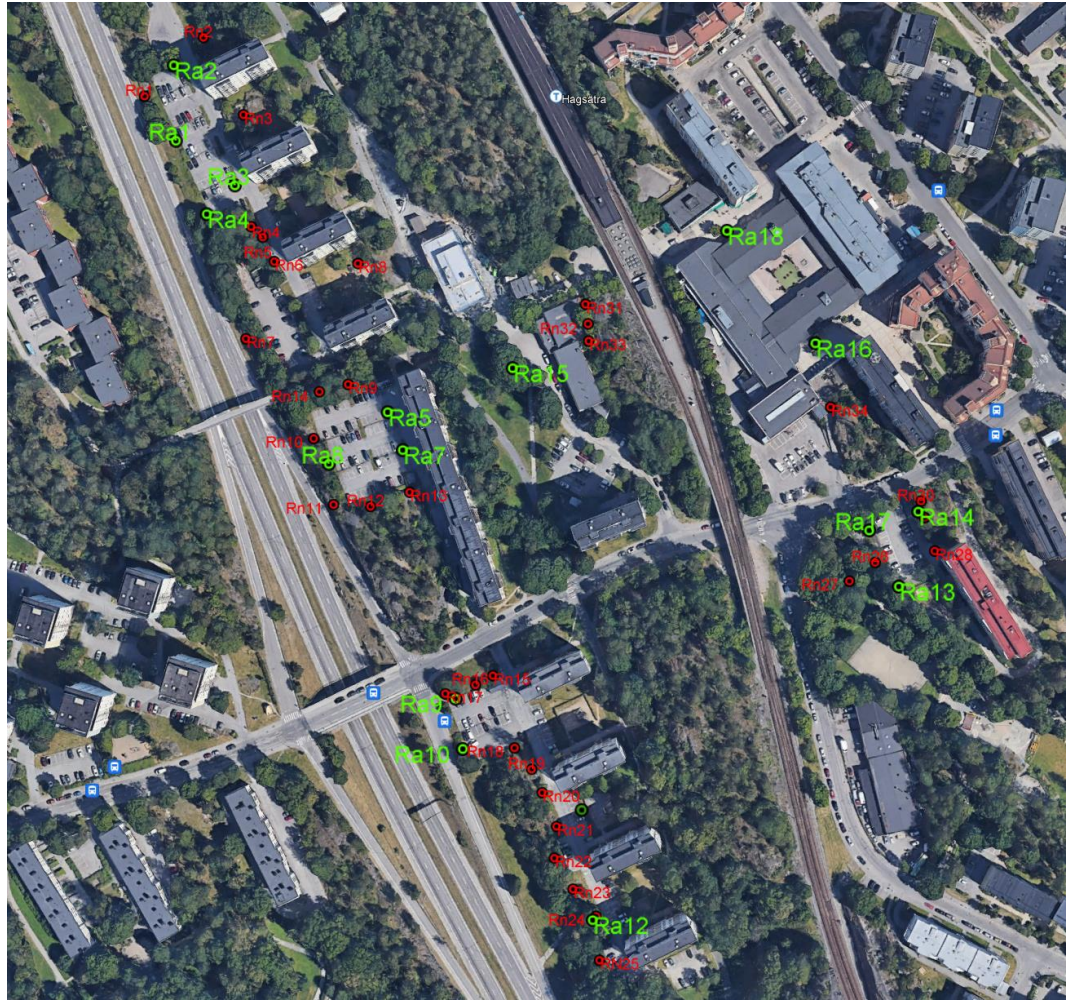
Uppmätta nivåer av gammastrålning jämförs med riktvärden för sprängsten och berg presenterade i byggforskningsrådets skrift "Markradon – riktlinjer för markradonundersökningar", se tabell 5.

Tabell 5. Exempel på riktvärden för gammastrålning för sprängsten och berg.

Berg eller jordart	Lågradonmark (µSv/h)	Normalradonmark (µSv/h)	Högradonmark (µSv/h)
Berg	<0,08 – 0,12	0,08 – 0,30	>0,2-0,3
Sprängsten	<0,05 – 0,8	0,05 – 0,25	>0,15-0,25

Mätpunkternas lägen illustreras i figur 15 nedan.

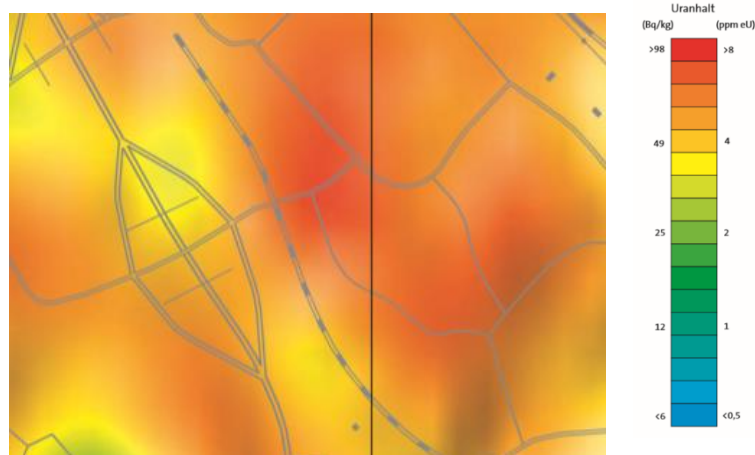




Figur 15. Utförda undersökningspunkter. Gröna punkter avser mätning av radongashalten i markens porluft och röda punkter gammaspektrometrisk mätning på synligt berg i dagen.

## 8.2 Resultat

Baserat på SGU:s flyggeofysiska kartor för uran bedöms radonrisken som hög, med en högsta uppmätt uranhalt i området på 7,3 ppm, se figur 16.



Figur 16. Uranhalten i mark enligt SGU:s gammaspektrometriska mätningar.

Mätresultat från utförda fältmätningar redovisas i tabell 6 nedan.

Tabell 6. Uppmätta radongashalter i jordens porluft samt gammastrålning och beräknad radiumaktivitet.

Fastighet område	Mätpunkt Ra/Rn	Berg eller jordart	Marcus 10 <sup>2</sup>		Gammaspetsrometer <sup>2</sup>							Total gammastålning [nSv/h]	Rn-gash.	Radiumh.	Gamm.
			Måtdjup [m u/m]	Radongashalt [kBq/m <sup>3</sup> ]	K [%]	U [ppm]	Th [ppm]	Aktivitetskoncentration			Aktivitetsindex				
								<sup>226</sup> Ra [Bq/kg]	<sup>232</sup> Th [Bq/kg]	<sup>40</sup> K [Bq/kg]					
Ärtåtern 1	Ra1	Fyllning	0,7	87,5									Hög		
Ärtåtern 1	Ra2	Fyllning	0,7	28,5									Normal		
Ärtåtern 1	Ra3	Fyllning	0,55	5,7									Låg		
Ärtåtern 1	Ra4	Fyllning	0,7	129,3									Hög		
Ärtåtern 1	Ra5	Fyllning	0,7	50,1									Hög		
Ärtåtern 1	Rn1	Berg			2,39	6,1	13,1	75,3	53,2	748,1	0,8	69,2	Normal	Låg	
Ärtåtern 1	Rn2	Berg			3,38	3,9	14,0	48,2	56,8	1057,9	0,8	70,8	Låg	Låg	
Ärtåtern 1	Rn3	Berg			4,36	7,2	16,1	88,9	65,4	1364,7	1,1	96,7	Normal	Normal	
Ärtåtern 1	Rn4	Berg			2,81	4,8	12,0	59,3	48,7	879,5	0,7	65,7	Låg	Låg	
Ärtåtern 1	Rn5	Berg			4,23	4,9	18,5	60,5	75,1	1324,0	1,0	90,6	Normal	Normal	
Ärtåtern 1	Rn6	Berg			4,15	5,4	17,4	66,7	70,6	1299,0	1,0	89,8	Normal	Normal	
Ärtåtern 1	Rn7	Berg			3,98	5,0	18,4	61,8	74,7	1245,7	1,0	88,2	Normal	Normal	
Rågrian 1	Ra6	Fyllning	0,5 (stopp)	14,0									Låg	Låg	
Rågrian 1	Ra7	Fyllning	0,55 (stopp)	9,6									Låg	Låg	
Rågrian 1	Ra8	Fyllning	0,7	7,4									Låg	Låg	
Rågrian 1	Rn8	Berg			4,44	2,8	17,3	34,6	70,2	1389,7	0,9	82,1	Låg	Normal	
Rågrian 1	Rn9	Berg			2,94	4,6	15,7	56,8	63,7	920,2	0,8	72,4	Låg	Låg	
Rågrian 1	Rn10	Berg			2,95	4,3	14,9	53,1	60,5	923,4	0,8	70,1	Låg	Låg	
Rågrian 1	Rn11	Berg			3,24	2,3	14,5	28,4	58,9	1014,1	0,7	64,1	Låg	Låg	
Rågrian 1	Rn12	Berg			3,77	2,6	13,5	32,1	54,8	1180,0	0,8	68,3	Låg	Låg	
Rågrian 1	Rn13	Berg			3,48	7,3	14,9	90,2	60,5	1089,2	1,0	87,2	Normal	Normal	
Stubbneken 1	Ra9	Fyllning	0,7	52,3									Hög		
Stubbneken 1	Ra10	Fyllning	0,7	62,9									Hög		
Stubbneken 1	Ra11	Fyllning	0,7	111,7									Hög		
Stubbneken 1	Ra12	Fyllning	0,7	146,0									Hög		
Stubbneken 1	Rn14	Berg			3,54	4,4	21,6	54,3	87,7	1108,0	1,0	87,6	Låg	Normal	
Stubbneken 1	Rn15	Berg			2,93	7,2	12,2	88,9	49,5	917,1	0,8	76,6	Normal	Låg	
Stubbneken 1	Rn16	Berg			3,27	5,9	13,2	72,9	53,6	1023,5	0,9	76,6	Normal	Låg	
Stubbneken 1	Rn17	Berg			3,86	5,5	81,9	67,9	332,5	1208,2	2,3	81,9	Normal	Normal	
Stubbneken 1	Rn18	Berg			3,84	6,2	15,1	76,6	61,3	1201,9	1,0	86,2	Normal	Normal	
Stubbneken 1	Rn19	Berg			4,79	8,3	14,0	102,5	56,8	1499,3	1,1	101,1	Normal	Normal	
Stubbneken 1	Rn20	Berg			4,16	10,3	22,6	127,2	91,8	1302,1	1,3	118,5	Normal	Normal	
Stubbneken 1	Rn21	Berg			3,80	8,3	19,2	102,5	78,0	1189,4	1,1	101,1	Normal	Normal	
Stubbneken 1	Rn22	Berg			4,18	6,2	15,4	76,6	62,5	1308,3	1,0	89,8	Normal	Normal	
Stubbneken 1	Rn23	Berg			3,39	6,1	13,6	75,3	55,2	1061,1	0,9	78,8	Normal	Låg	
Stubbneken 1	Rn24	Berg			3,36	5,1	14,5	63,0	58,9	1051,7	0,9	76,2	Normal	Låg	
Stubbneken 1	Rn25	Berg			3,10	6,8	12,4	84,0	50,3	970,3	0,9	77,1	Normal	Låg	
Fjäderlåset 1	Ra13	Fyllning	0,7	43,1									Normal		
Fjäderlåset 1	Ra14	Fyllning	0,7	27,7									Normal		
Fjäderlåset 1	Ra16	Fyllning	0,7	164,5									Hög		
Fjäderlåset 1	Rn26	Berg			4,34	5,0	11,2	61,8	45,5	1358,4	0,9	79,4	Normal	Låg	
Fjäderlåset 1	Rn27	Berg			4,12	3,5	16,1	43,2	65,4	1289,6	0,9	78,8	Låg	Låg	
Fjäderlåset 1	Rn28	Berg			6,87	7,9	22,5	97,6	91,4	2150,3	1,5	133,6	Normal	Normal	
Fjäderlåset 1	Rn29	Berg			2,88	4,8	14,5	59,3	58,9	901,4	0,8	70,9	Låg	Låg	
Fjäderlåset 1	Rn30	Berg			2,00	4,6	11,4	56,8	46,3	626,0	0,6	56,5	Låg	Låg	
Höstsådden 1	Ra15	Fyllning	0,7	88,8									Hög		
Höstsådden 1	Rn31	Berg			5,91	3,5	15,1	43,2	61,3	1849,8	1,1	94,2	Låg	Normal	
Höstsådden 1	Rn32	Berg			7,68	3,2	15,5	39,5	62,9	2403,8	1,2	110,0	Låg	Normal	
Höstsådden 1	Rn33	Berg			4,09	2,8	7,9	34,6	32,1	1280,2	0,7	62,2	Låg	Låg	
Långskylan 7	Ra15	Fyllning	0,7	34,7									Normal		
Långskylan 7	Ra17	Fyllning	0,7	56,7									Hög		
Långskylan 7	Rn34	Berg			5,73	7,5	19,7	92,6	80,0	1793,5	1,3	116,4	Normal	Normal	

Resultaten från undersökningen visar:

- Uppmätt gammastrålning uppgår till 0,06-0,13 µSv/h, vilket ligger inom intervallet för låg- och normalradonmark i samtliga punkter.
- Beräknade radiumaktivitet för mätningar på synligt berg i dagen uppgår till mellan 28,4 och 127,2 Bq/kg, vilket är inom gränsvärdet för låg- och normalradonmark.
- Uppmätta radongashalter varierar mellan ca 5,7 och 164,5 kBq/m<sup>3</sup>, vilket påvisar högradonmark i tio punkter, normalradonmark i fyra punkter samt lågradonmark i fyra punkter.

### 8.3 Bedömning och rekommendation

Utifrån det sammanvägda resultatet av utförda mätningar klassas marken inom Hagsätra generellt som *högradonmark*, även om radonrisken varierar inom området. Inom fastigheterna Ärtåtern 1, Stubbneken 1, Fjäderlåset 1, Höstsådden 1 och Långskylan 7



(Torghuset) klassificeras området som högradonmark. Inom Rågrian 1 klassificeras området som normalradonmark.

För byggnader som uppförs på högradonmark gäller radonsäkert byggnadsutförande och på normalradonmark utförs byggnader radonskyddade. För vägledning om radonskydd, se ”Radonboken. Nya byggnader” (2019). Efter byggnadernas färdigställande skall en kontroll av radongas i inomhusluften utföras. Enligt anvisningar från Boverket (BFS 2011:6 med ändringar t.o.m. BFS 2019:2) gäller att årsmedelvärde av radon i inomhusluft inte får överstiga 200 Bq/m<sup>3</sup>. Om byggnaderna ska miljöcertifieras kan högre krav än Boverkets kravspecificeras.

## 9 Uppföljning och kontroll

### 9.1 Grundvatten

För att fastställa dimensionerande nivåer (högsta dimensionerande nivå samt lägsta nivå för dränerande ingrepp inom kvarter Rågrian föreslås att nyinstallerat grundvattenrör mäts under en längre tidsperiod (ca 6 ggr per år) för att kunna bedöma grundvattenytans års- och säsongsvariation (dimensionerande nivåer). Inom övriga kvarter bedöms, då grundvattnets trycknivå ligger på betryggande djup under aktuell golvnivå, fortsatta mätningar för klarläggning av säsongsvariationerna vara av mindre betydelse.

I byggskedet, t.ex. i samband med temporära grundvattensänkningar, vid urgrävning, kompletterande grundvattenuppföljningar behövas.

### 9.2 Grundläggning och berg.

I samband med mark- och grundläggningsarbetena rekommenderas att kontroller /besiktningar utförs av geotekniskt sakkunnig person samt att verkliga förhållanden i undergrunden dokumenteras. Vid urgrävning ska bergets nivå mätas in och besiktigas.

Beroende på laster och slutgiltig utformning kan de geotekniska förutsättningarna behöva kompletteras, förtydligas och revideras under projekteringsskedet.

Vid pålning ska pålarnas geotekniska bärförmåga verifieras genom endera stoppslagningskriterier (Nivå 1) eller genom stötvågmätning (Nivå 2/3) enligt Pålkommisionen Rapport 106.

Inför utförande av bergschaktarbetena inom kvarteret Höstsådden behöver bergarbetena (metodval, förstärkningsåtgärder) projekteras, utföras och verifieras av bergtekniskt sakkunnig person.

### 9.3 Riskanalys avseende vibrationsalstrande markarbeten

Vid schakt-, pålnings- och spontarbeten finns risk för vibrationsskador på närbelägna byggnader, ledningar och anläggningar samt även risk för störning av känsliga utrustningar och verksamheter. En riskanalys med tillhörande föreskrifter angående tillåtna vibrationer vid markarbeten bör upprättas inför arbetena.

## 9.4 Markmiljö

Då befintliga schaktmassor kommer att omhändertas bör man i samband med schaktarbetena ta miljöprov för masshantering/avfallskaraktärisering. Se handling ”Miljöteknisk markundersökning Ärtåtern 1 m.fl., Hagsätra, Stockholm”, upprättad av WSP, daterad 2021-12-09.

## 10 Övrigt

Generellt bedöms det nu framtagna geotekniska underlaget med rådande förutsättningar ge en god bild av rådande schakt- och grundläggningsförhållanden, även om vissa lokala avvikelser kan och ska förutsättas förekomma mellan utförda undersökningspunkter.

Det gäller såväl lokala avvikelser i bergnivå som att block och andra hinder kan förekomma, som inte har identifierats i utförda undersökningspunkter. Vid utförande av ytterligare undersökningar i området rekommenderas nedan åtgärder:

- Ärtåtern 1. 1-2 st CPT i 21G03 och 21G04 för säkrare utvärdering av den naturliga jordens egenskaper för pådimensionering. Detta för att underlaget ska uppfylla krav enligt geoteknisk kategori 2. Med rådande förhållanden bedöms dock undersökningarna ha ett begränsat mervärde.
- Rågräven 1. Installation av ytterligare 1 grundvattenrör vid 21G19.
- Stubbneken 1. Kompletterande undersökningar för planerat garage och lokalgata gata/vändzon /stödmur.
- Torghuset (Långkylen 7). Provgropsundersökning för inmätning av befintligt garagebjälklag.
- Kartering och kompletterande provtagning på berg för klarläggning av sulfidbergsrisk inom övriga områden.

## 11 Bilagor

Bilaga 1      Figur 6 – 11. Tolkade bergnivåer med grundläggningsindelning.

Geoteknologi Sverige AB

*Jakob Vall*

Jakob Vall

