

Bokab

# Annero, Åseberget och Komarken

## PM Grundläggningsförutsättningar och byggbarhet

Uppdragsnr: 108 04 31 Version: 1 Datum: 2022-09-01



**Uppdragsgivare:** Bokab  
**Uppdragsgivarens kontaktperson:** Lars Pettersson  
**Konsult:** ,  
**Uppdragsledare:** Martin Persson  
**Teknikansvarig:** Martin Persson  
**Handläggare:** Martin Persson

1	2022-09-01	PM Grundläggnings- och byggbarhetsförhållanden	Martin Persson	Ingrid Zar	Martin Persson
<b>Version</b>	<b>Datum</b>	<b>Beskrivning</b>	<b>Upprättat</b>	<b>Granskat</b>	<b>Godkänt</b>

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

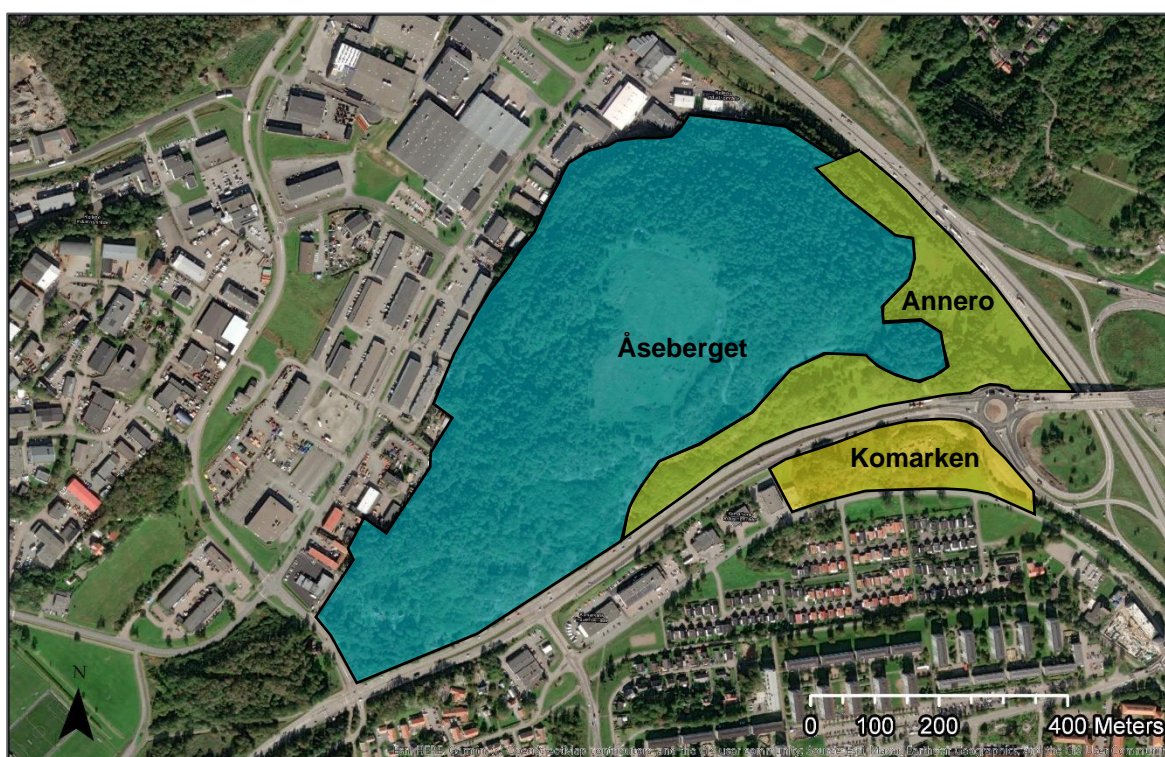
## Innehåll

<b>1</b>	<b>Uppdrag</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Syfte</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Underlag</b>	<b>5</b>
3.1	Tidigare utförda undersökningar	5
3.2	Nu utförda undersökningar	5
<b>4</b>	<b>Geotekniska och geologiska förhållanden</b>	<b>5</b>
4.1	Topografi	5
4.2	Jordlagerföljd	7
4.3	Hydrogeologi	11
4.4	Bergteknik och geologi	12
4.5	Radon och strålning	13
4.6	Markmiljö	14
<b>5</b>	<b>Stabilitet i jord</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Sättningar</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Hydrogeologiska risker</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>Bergstabilitet</b>	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>Sulfider</b>	<b>16</b>
<b>10</b>	<b>Radon</b>	<b>16</b>
<b>11</b>	<b>Markmiljö</b>	<b>16</b>
<b>12</b>	<b>Anvisningar för fortsatt planarbete</b>	<b>16</b>
12.1	Stabilitet	16
12.2	Grundvatten	16
12.3	Bergras och blocknedfall	17
12.4	Radon	17
12.5	Sättningar och grundläggning	17
12.6	Markmiljö	17
<b>13</b>	<b>Referenser</b>	<b>17</b>

# 1 Uppdrag

Norconsult har fått i uppdrag av Bokab att ta fram framförliggande PM som syftar till att beskriva grundläggnings- och byggbarhetsförutsättningar med avseende på geologi och geoteknik i planprogramsskede. Planprogrammets intentioner involverar omkring 2 000 lägenheter, gata, eventuellt nya broar och andra verksamhetsytor.

Undersökningsområdet inkluderar delar av Rollsbo 1:32, 2:4, 3:18, 3:19, 1:3, 1:4 och 1:5 belägna direkt väster om E6an, norr om Marstrandsvägen. Komarken 1:1 ligger söder om Marstrandsvägen. Mot nordväst begränsas området av Rollsbo industriområde. Se Figur 1 för en översiktlig bild av området.



Figur 1. Ortofoto över Åseberget med omnejd. Färgade markeringar visar delområden översiktligt. Indelningen har gjorts efter markförhållanden.

Denna PM har i delar tagits fram med underlag insamlat genom studenters fält- och utredningsarbete (se Dedousi et. al, 2022; Kongerslev, 2022; Sundström och Waerme, 2022 och Welanders, 2022). Fler detaljer angående markens uppbyggnad och möjliga problem beskrivs i dessa referenser. Studentbidragen, företrädesvis från Chalmers samhällsbyggnadsteknik och Institutionen för geovetenskaper vid Göteborgs universitet, har handletts och kvalitetsgranskats av Norconsult AB.

# 2 Syfte

Undersökningarna syftar till att utgöra marktekniskt underlag för ett planprogram vid Åseberget. I ett senare skede kan nu redovisad information användas även i detaljplaneskedet.

Undersökningsresultaten ska inte användas för andra syften än beskrivet ovan.

## 3 Underlag

### 3.1 Tidigare utförda undersökningar

Utöver SGUs kartmaterial över jordart, berggrund och uranhalt har följande underlag använts i planering och analysarbete:

- Norconsult, 2015a. Detaljplan, del av Komarken 1:1, Kungälv Kommun. MUR Geoteknik.
- Norconsult, 2015a. Detaljplan, del av Komarken 1:1, Kungälv Kommun. Geoteknisk PM - Projekteringsunderlag.
- Orbicon, 2016. PM Jord-bergsondering på Åseberget, Kungälv kommun daterad 2016-09-13
- Trafikverkets geotekniska databas, borrhål AF01GW och AF02
- WSP, 2022a. Översiktlig miljöteknisk markundersökning, Annero – Del av Komarken 1:1, Komarken 1:3 – Komarken 1:5 daterad 2022-05-09
- WSP, 2022b. Kompletterande miljöteknisk markundersökning, Komarken – Del av Komarken 1:1 daterad 2022-05-09
- WSP, 2022c. Kompletterande miljöteknisk markundersökning, Åseberget – Del av Rollsbo 1:32 daterad 2022-05-09

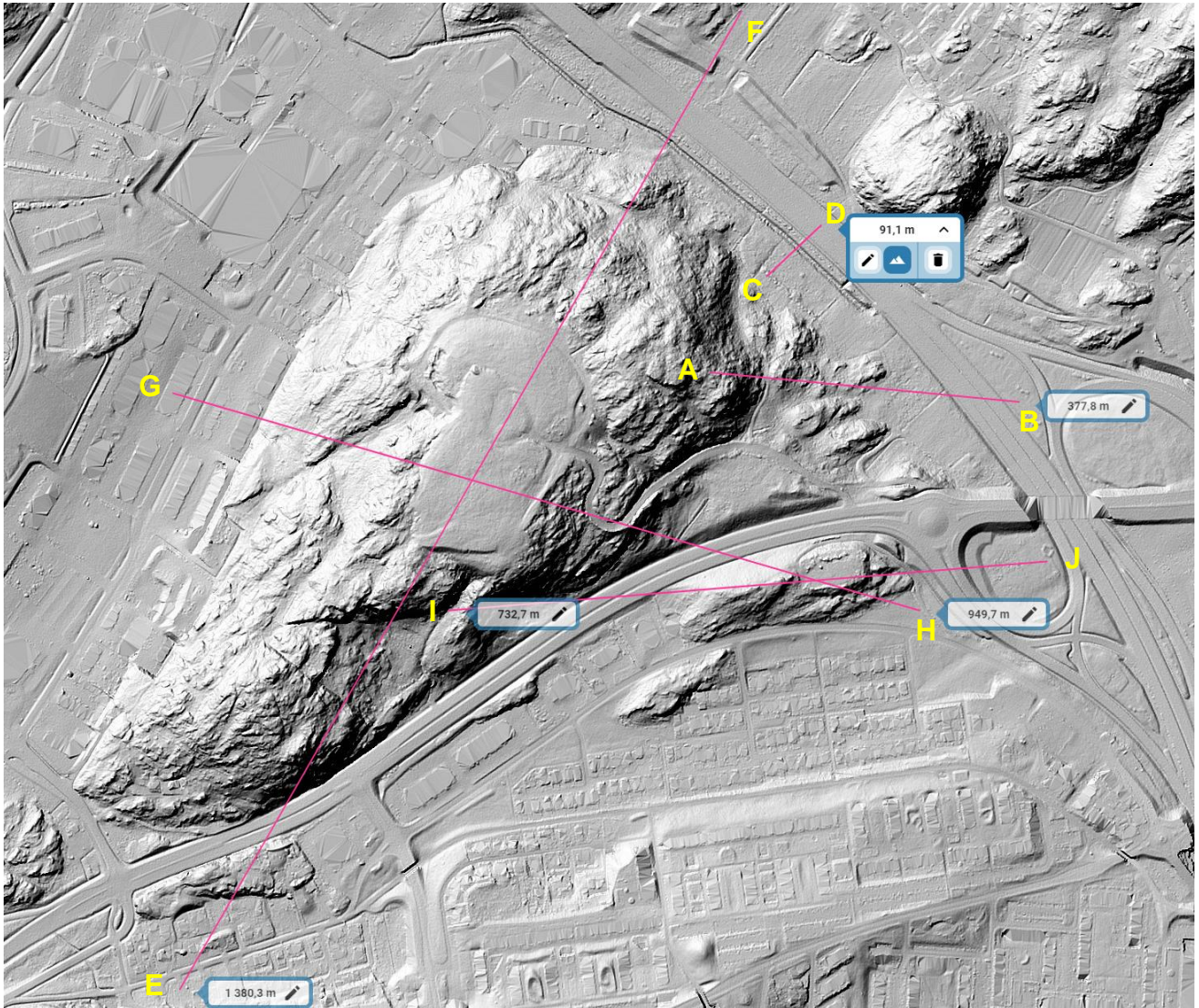
### 3.2 Nu utförda undersökningar

Nu utförda undersökningar presenteras i MUR Geoteknik, berg och geofysik (Norconsult, 2022) och i examensarbeten och kursrapporter (se avsnitt 13).

## 4 Geotekniska och geologiska förhållanden

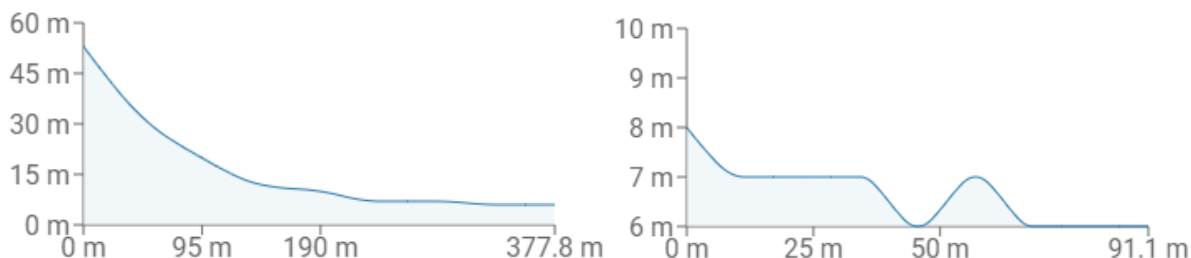
### 4.1 Topografi

I tillägg till höjdsmodellerna (Figur 2) har inmätningar gjorts i samband med geotekniskt och miljötekniskt fältarbete. Inmätningarna presenteras i MUR Geoteknik (Norconsult, 2022) och i WSPs miljötekniska rapporter (2022a, b och c).



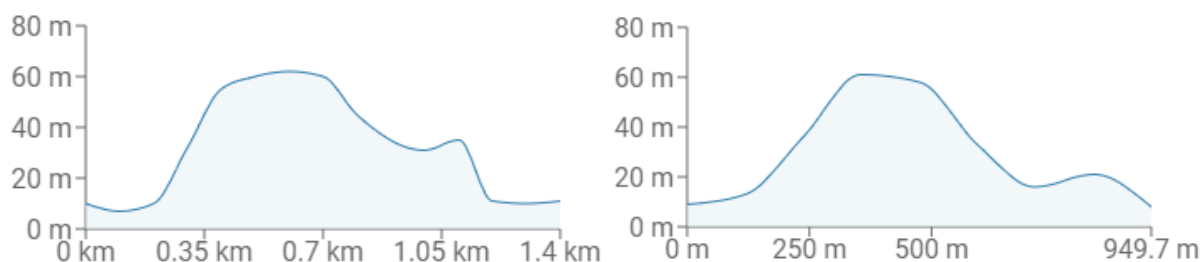
Figur 2. Terrängskuggningsmodell (Lantmäteriet, 2022). De rosa höjdprofilerna redovisas nedan.

**Annero**-området karakteriseras topografiskt av en flack lerplatå mellan berget och E6 (Figur 3). Väster om de flackare partierna släntar området upp från ca +7 – +7,5 mot Åseberget där marknivån ibland överskrider +60. Bergsslänter är naturliga och i allmänhet med en stupning på 15-30°. Området har omväxlande gräs-, busk- och trädvegetation.



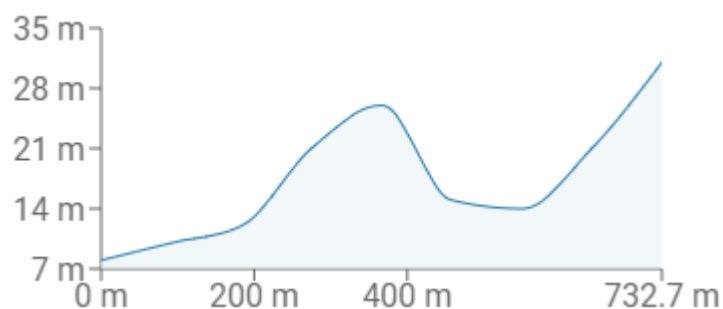
Figur 3. Annero. Till vänster höjdprofil A-B, till höger höjdprofil C-D

Den del av **Åsebergsområdet** som utgörs av ett utfyllnadsområde syns i Figur 1 som en gräsbevuxen relativt plan yta, oftast på +54 – +61. Området utanför tippen kan nå högre och är delvis skogstäckt. Slänterna ner mot omgivande slättområden (Annero, Rollsbo med flera) stupar ibland brant, främst mot sydost där släntavsnitt brantare än 40° finns. Delar av bergets topografi är påverkad av vägskäring för vägen upp till utfyllnadsområdet.



Figur 4. Åseberget. Till vänster Höjdprofil E-F, till höger höjdprofil G-H

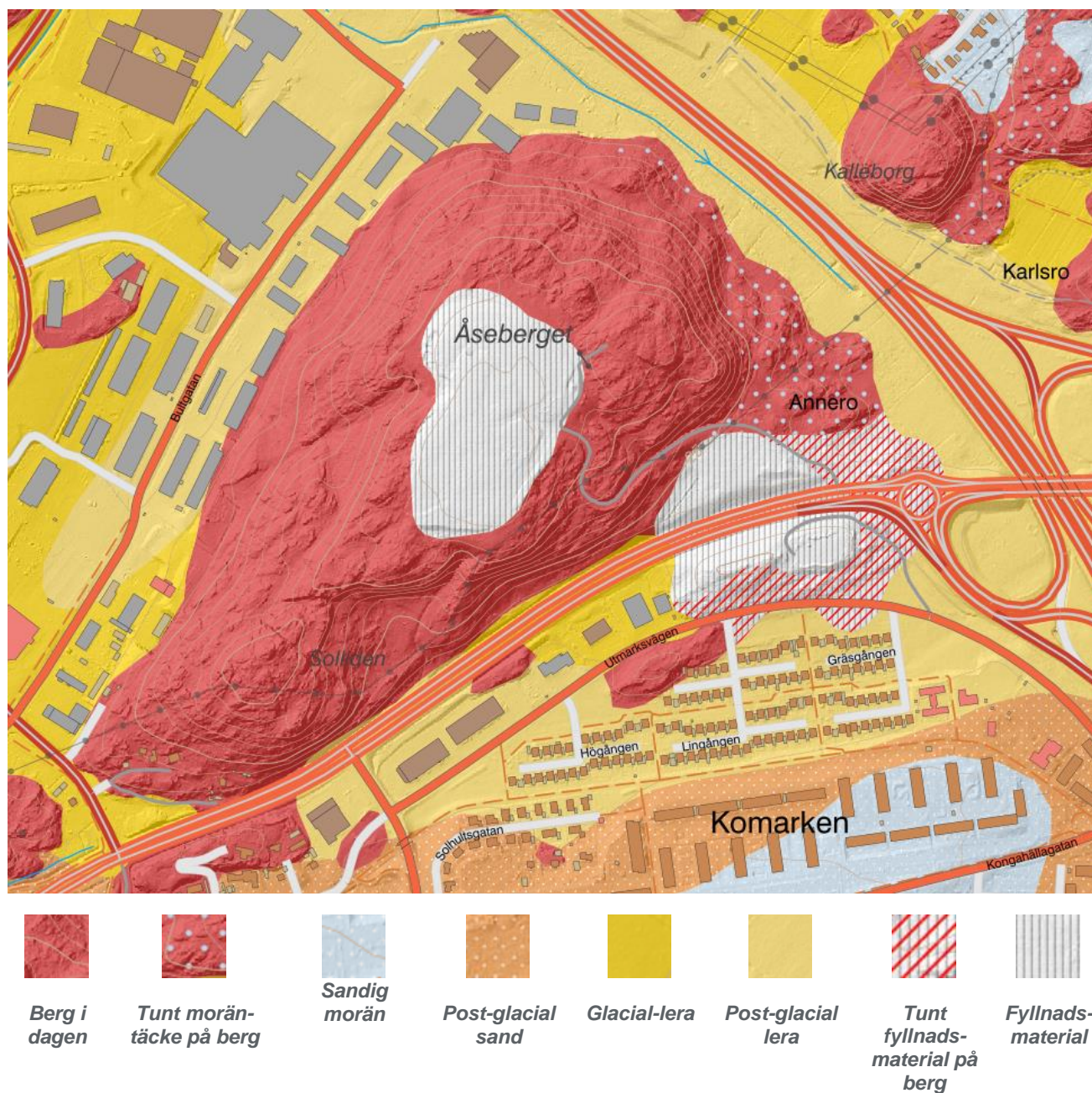
**Komarksområdet** karaktäriseras av en utdragen rygg (jämför Figur 2 och Figur 5) som når strax över +20. Slänter mot Marstrandsvägen och Utmarksvägen mot söder är ca 17° branta.



Figur 5. Höjdprofil I-J

## 4.2 Jordlagerföljd

Ytliga jordlager visas för alla delområden i Figur 6.

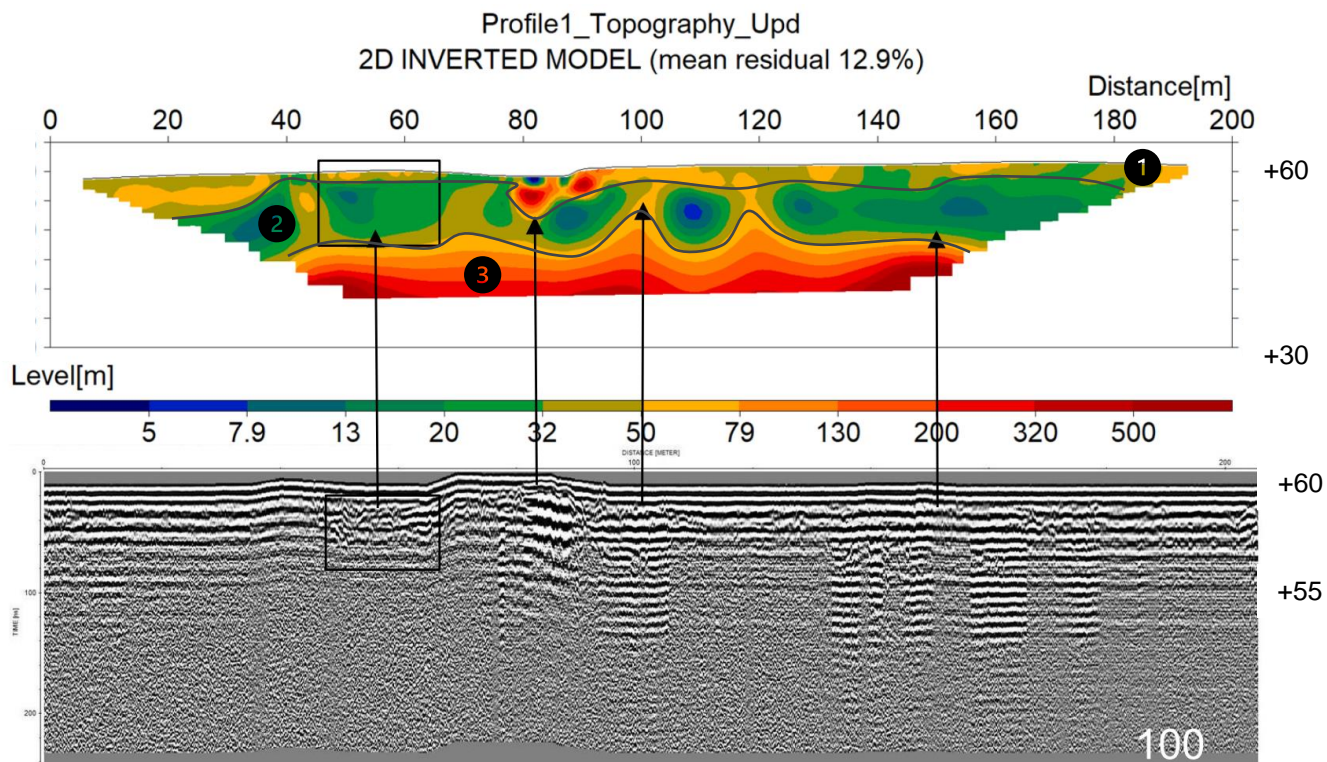


Figur 6. Jordartskarta över jordlager på 0,5 meters djup (SGU, 2022).

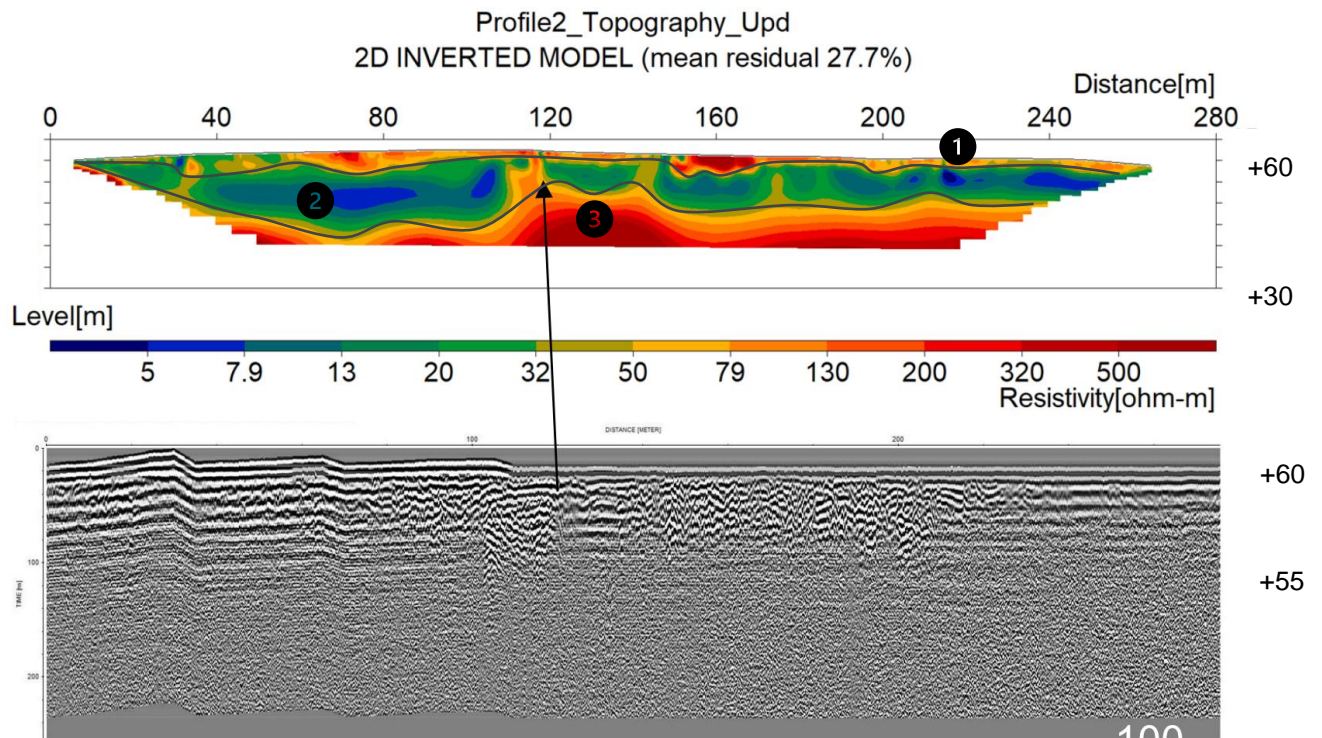
Den ytliga geologin i **Annero** domineras av postglacial lera nere i de flacka områdena närmast E6. Mot väster finns en remsa med morän innan berg i dagen nås. Leran innehåller skalkörtlar och organiskt material. Gytjelera – Lergyttja förekommer särskilt i de övre delarna av lagerföljden. Detta gör att leran har förhållandevis låg skjuvhållfasthet. Kvikclera och lera med låg omrörd skjuvhållfasthet har bekräftats genom kolvprovtagning med efterföljande fallkonsförsök. Jorddjupen i området är begränsade (ofta kring 5 meter). Jorddjupen är generellt små mot fastmarkspartierna. Maximalt registrerat jorddjup är i området omkring 15 meter. Naturliga jordlager dominerar men fyllnadsmaterial har påträffats inom det av SGU rödmarkerade området (Figur 6).



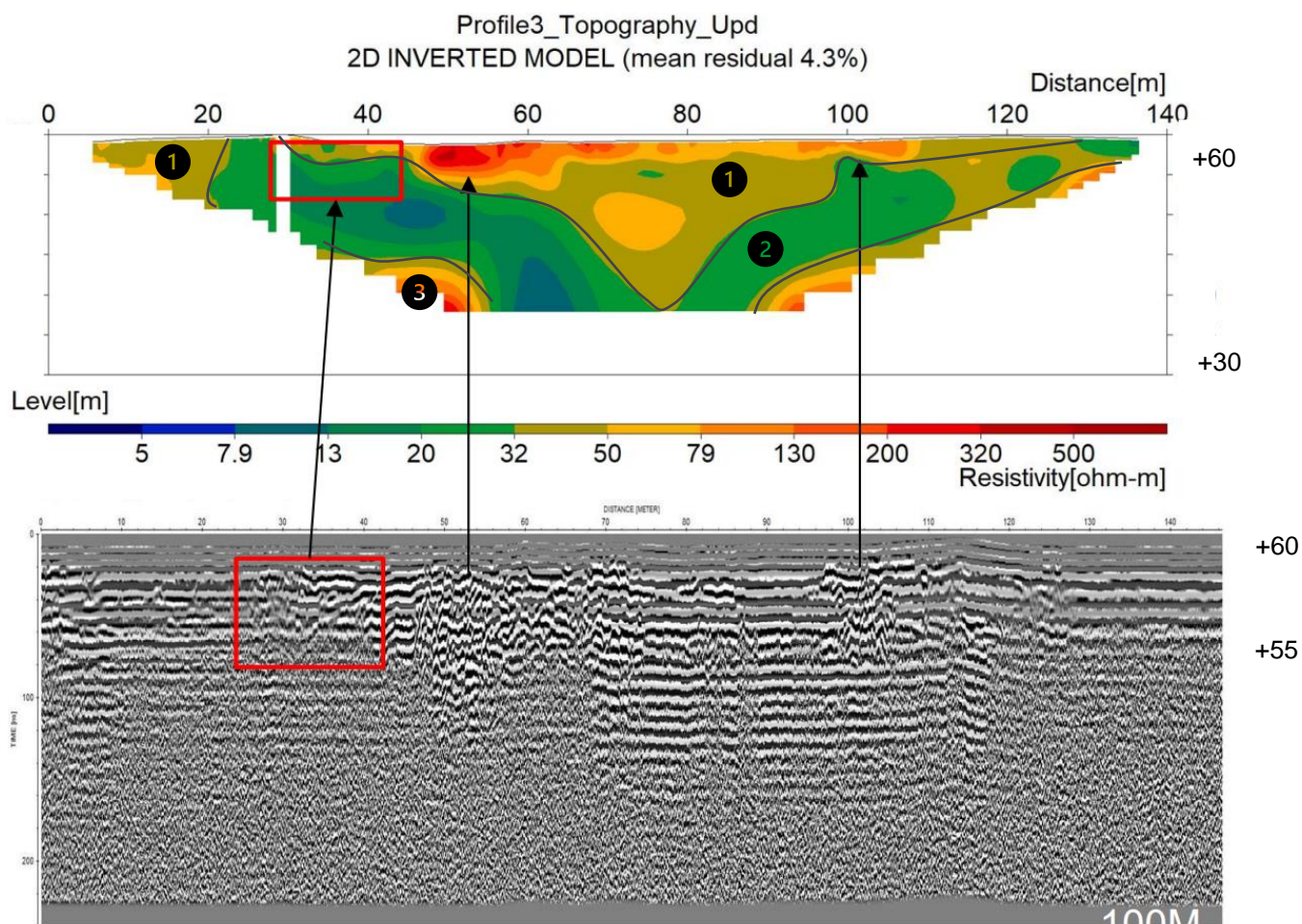
Åsebergssområdets jordartsgeologi domineras i ytan helt av fyllnadsmaterial enligt SGUs kartmaterial och WSPs borrhningar (2022b). Borrhningar visar att fyllnadsmaterialens mäktighet är mellan 0 och minst 24 meter i de jordfyllda delarna. Geofysiska undersökningar (Figur 7 – Figur 9) ger en bättre sammantagen bild av jordlagren mellan borrhål. Även från dessa resultat verkar fyllnadsmassorna vara upp till ca 25 meter mäktiga. Under fyllnadsmaterialen finns lågresistiva lerlager.



Figur 7. Profile 1: Överst ERT-resultat, underst radargram (100 MHz-antenner). 1. Torrare, grövre material, 2. I huvudsak lera, högre resistivitet kan innebära ökad frekvens av block och sten. 3. Berg.



Figur 8. Profile 2: Överst ERT-resultat, underst radargram (100 MHz-antennar). 1. Torrare, grövre material, 2. I huvudsak lera, högre resistivitet kan innebära ökad frekvens av block och sten. 3. Berg.



Figur 9. Profile 3: Överst ERT-resultat, underst radargram (100 MHz-antennor). 1. Torrare, grövre material, 2. I huvudsak lera, högre resistivitet kan innebära ökad frekvens av block och sten. 3. Berg.

Grunda utfyllnadsområden och till viss del berg i dagen finns i **Komarksområdet**. I tidigare utförda sonderingar (Norconsult 2015a) finns bergöverytan registrerad på djup mellan 0 och 6 och meter.

### 4.3 Hydrogeologi

Vatten har möjlighet att infiltrera i morän vid bergsfoten i **Annero**-området. Sannolikt kan moränen inte alltid ta emot allt vatten vilket gör att delar av nederbörd och snöavsmältning går som ytavrinning över de täta lerorna ner mot diket vid E6.

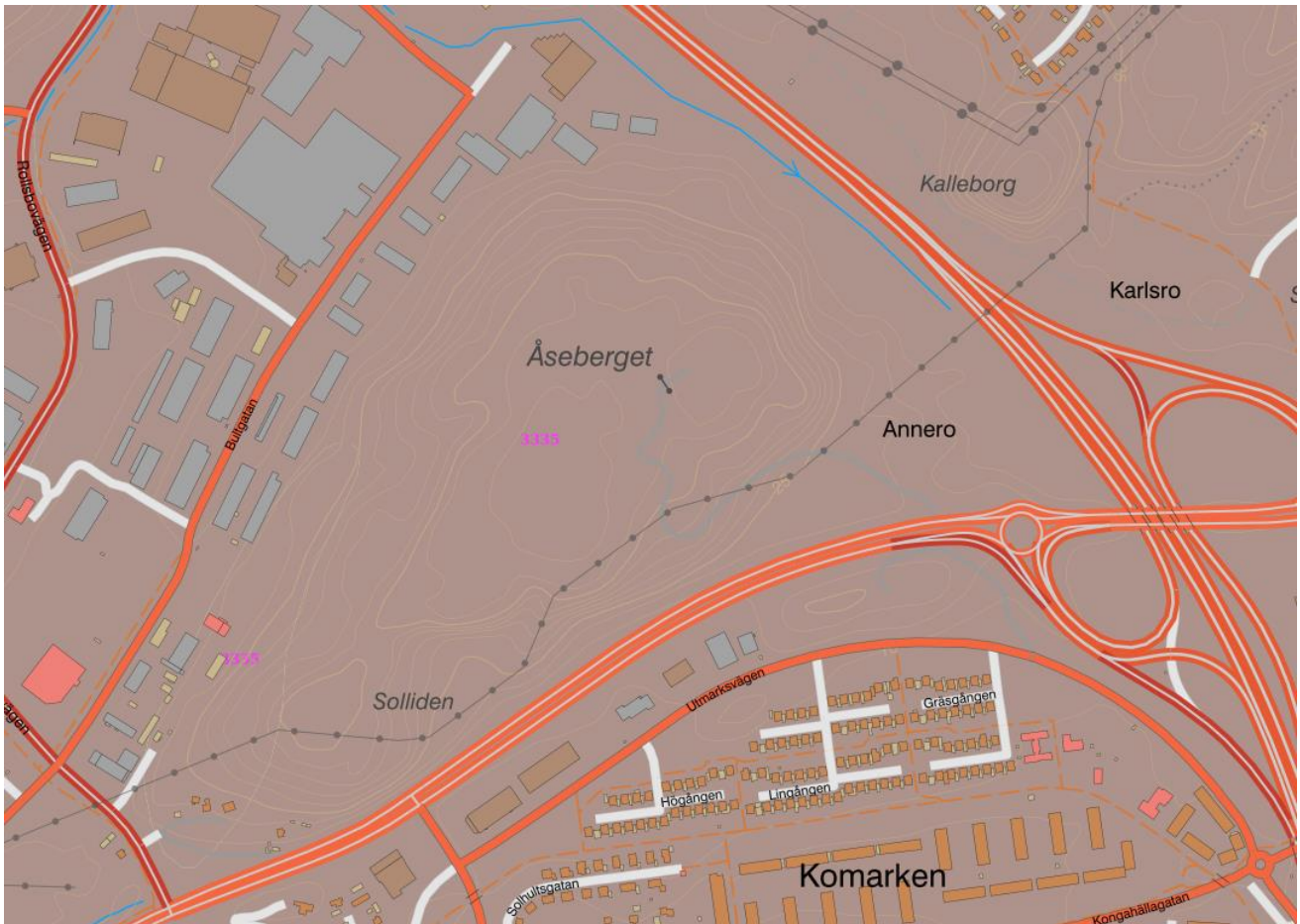
Resistivetsmätningar uppe på **Åseberget** visar att de övre ca en till tre metrarna är över grundvattenytan. Mätningarna visar också, tillsammans med borrhningar, att jordlagren under denna nivå i allmänhet är leriga. Detta innebär att vatten inte transporteras effektivt på dessa djup.

Bergets vattenförande egenskaper kan ställvis vara goda där sprickigheten är hög.

Vatten kan i delområde **Komarken** infiltrera relativt fritt i fyllnadsmaterialen. Berget bedöms inte stå i hydraulisk kontakt med ytliga jordlager.

#### 4.4 Bergteknik och geologi

Bergartsfördelningen i de undersökta delområdena är enligt SGUs berggrundskarta helt dominerad av tonalit – granodiorit (Figur 10).



Figur 10. Berggrundskarta (SGU, 2022)

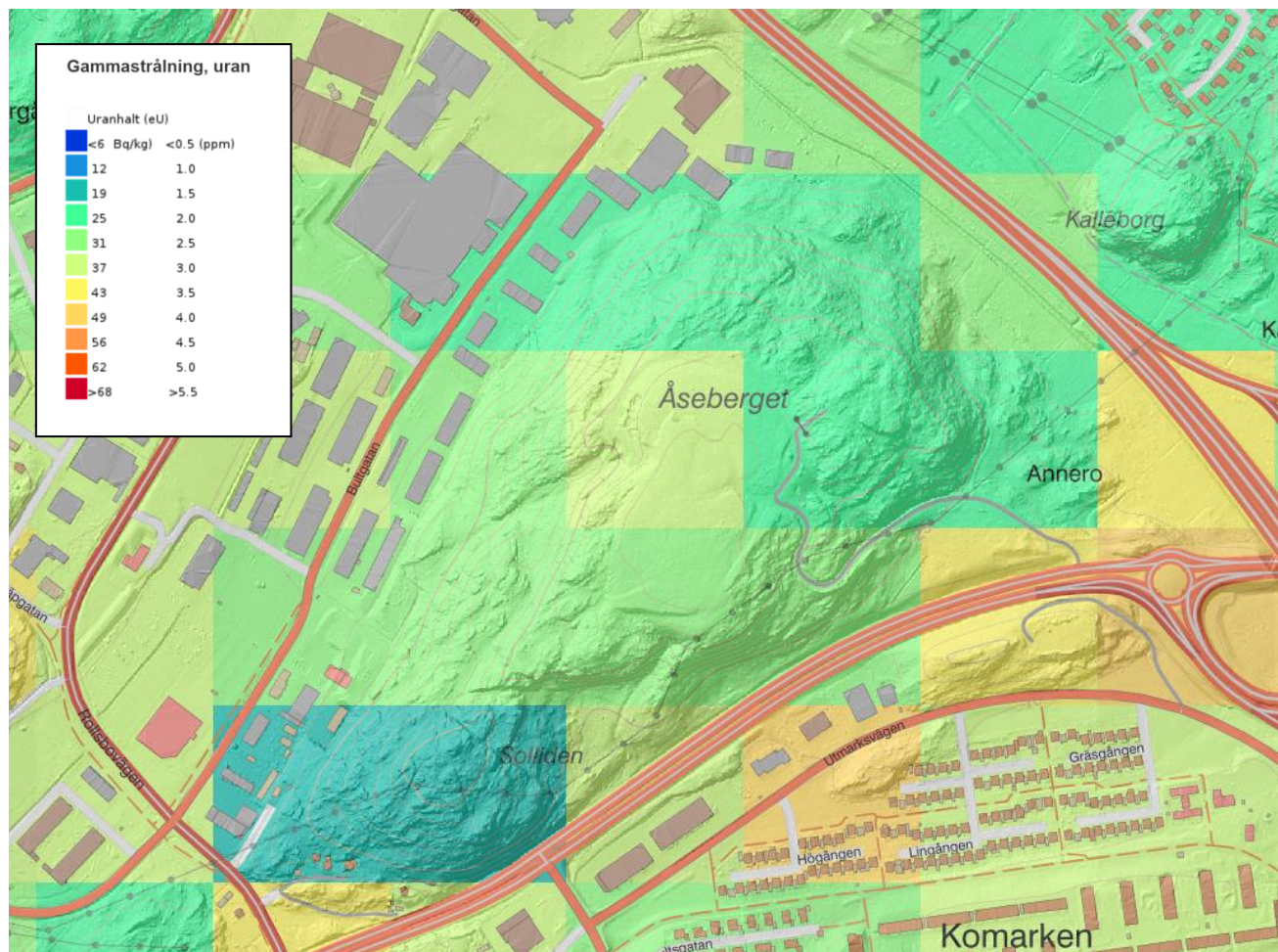
Sprickgrupp 1m ( $287^{\circ}/31^{\circ}$ ) är betydligt vanligare än övriga registrerade. Stupningen i grupp 1m är dock beskedlig och understiger sannolikt friktionsvinkeln. Det samma gäller 3m. I grupp 2m står spricksetten brantare ( $78^{\circ}$ ) vilket kan medföra utglidningar i riktningar som är nära vinkelrätt mot strykningen, i detta fall mot öst-syd-öst. De flacka och branta spricksetten har tillsammans utsatt berget för effektiv blockbildning på sina ställen.

Tabell 1. Observerade sprickgrupper

Sprickgrupp	Strykning $^{\circ}$	Stupning $^{\circ}$
1m	287	31
2m	27	78
3m	113	39

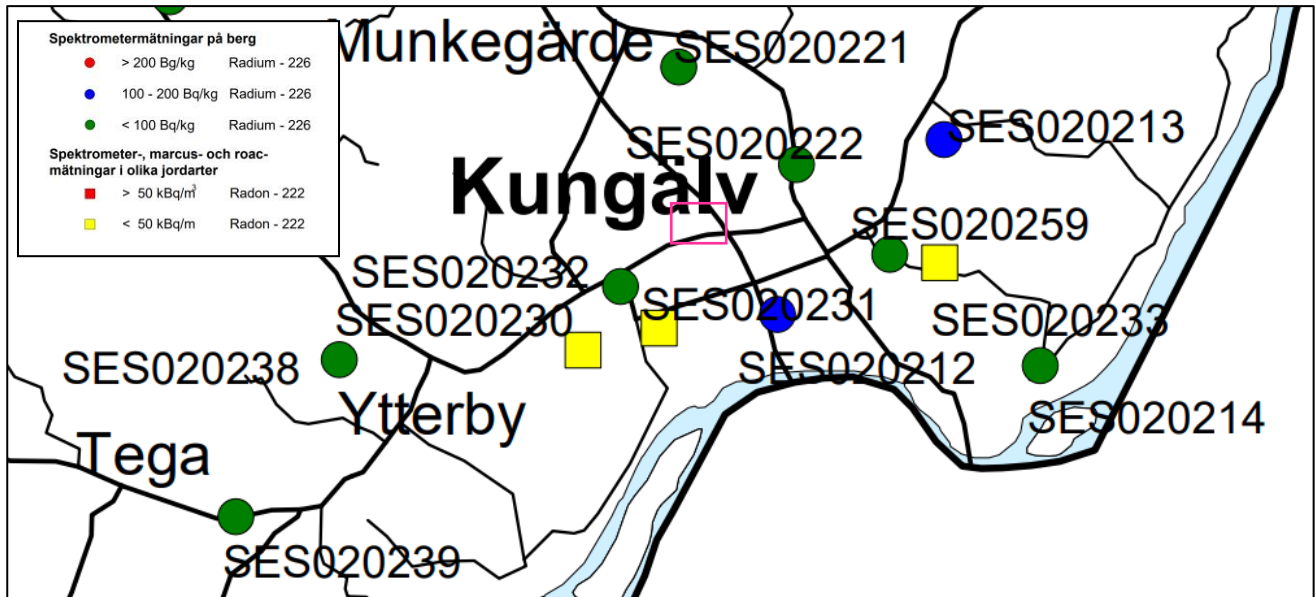
## 4.5 Radon och strålning

Gammastrålningen från uran som SGU mätt från flygplan är genomgående låg över hela undersökningsområdet (Figur 11) med halter från ca 1,2 – 3,88 ppm, motsvarande <math><15 - 50 \text{ Bq/kg}</math>.



Figur 11. Gammastrålning från uran (SGU, 2022)

Tillsammans med mätningar gjorda av Sundevall (2003; Figur 12) bedöms marken i huvudsak vara normalstrålande.



Figur 12. Radonmätpunkter i jord och berg. Utdrag ur Sundevall, 2003.

#### 4.6 Markmiljö

Förekomst av föroreningar och metangasförekomster har tidigare beskrivits av Orbicon och WSP. Se rapporter listade i avsnitt 3.1.

### 5 Stabilitet i jord

I planprogramsskedet har placeringen av tillkommande laster (ex. nya byggnader och trafiklast) ej kunnat specificerats geografiskt. Detta görs senare under detaljplaneprocessen. Härav är beskrivningarna nedan allmänt hållna.

I **Annero** utgörs underlaget av fält- och labgeotekniska undersökningsresultat. Områdets ganska lösa leror, närheten till diket/bäcken och riskobjekt (väg E6 och tillkommande byggnader och gator) gör att det fortsatta geotekniska arbetet behöver fokusera både på stabilitet och sättningar. Eftersom den delvis gytjiga leran i området är lös och eftersom kvicklera påvisats i några kolvprover behövs allmän försiktighet och vidare geotekniska undersökningar i samband med detaljplanearbetet.

Ett ytterligare problem som kommer kräva beräkningar och eftertanke har att göra med ny väg upp för berget. Om en ramp av sprängsten byggs ökar belastningen på den redan lösa leran. Tillskottsbelastningen från flera meter sprängsten kan eventuellt behöva lösas genom påning eller genom kalkcementpelar-förstärkning.

I området uppe på **Åseberget** finns underlag i form av geotekniska och miljötekniska undersökningar (WSP, 2022). Dessutom har kompletterande mätningar gjorts av studenter på kursen Geofysik 3 vid Göteborgs universitet. Under befintliga förhållanden finns inga stabilitetsproblem i jorddelarna av delområdet. Lera förekommer i lagerföljden men områdets flacka karaktär omgivet av berg är gynnsamt för stabiliteten. De deponerade jordmassorna bedöms ha en varierande och ibland blockig karaktär.

Vad gäller **Komariken** bedöms stabilitetssituationen bra då området mest består av fyllnadsmassor på berg. Byggnader kan troligen grundläggas direkt på packad fyllning men detta kontrolleras när byggnaders läge och tillkommande last är känd.

## 6 Sättningar

I **Annero** finns geologiska förutsättningar för sättningar. Den postglaciala leran eller gyttjeleran är under- eller normalkonsoliderad och innehåller organiskt material. Alla tillskottsbelastningar kommer resultera i sättningar i tillägg till de naturliga sättningar som sker. Dessutom kan den begravnade bergöverytan förutsättas luta vilket kan ge upphov till differentierade sättningar. Alla byggnader kommer behöva pålas. Särskilda åtgärder kommer också behövas i de fall ny väg upp på berget innebär att stora volymer sprängsten används i form av en bank/ramp ut på leran. Detta både för att undvika sättningar i väggkroppen men också för att undvika massundantäckning och negativ omgivningspåverkan.

Uppå utfyllnadsområdet på **Åseberget** finns förutsättningar för sättningar i de naturliga eller mänskligt utlagda lerorna. Att området tidigare i delar fungerat som ett massupplag/jordtipp gör dessutom att de tekniska egenskaperna hos materialen kan variera. Berget undulerar något vilket kan ge upphov till differentierade sättningar. Block och sten förekommer blandat med lera i de deponerade massorna vilket kan innebära problem om slagna betongpålar används.

I **Komarksområdet** saknas huvudsakligen förutsättningar för sättningar.

## 7 Hydrogeologiska risker

Hydrogeologiska risker kopplat till eventuell föroreningsutbredning finns beskrivna i Welander, 2022; Kongerslev, 2022 samt i Orbicons och WSPs tidigare arbeten (se avsnitt 3.1).

## 8 Bergstabilitet

Under befintliga last- och geometriförhållanden bedöms bergets stabilitet över lag tillräcklig med avseende på bergets nuvarande användning som ströv- och rekreationsområde. Dock föreslås bergssäkrande åtgärder, i första hand genom att slänten spolats av och skrotas, vid befintlig bergskärning för vägen. Efter skrotningen kan skärningen besiktigas med avseende på eventuellt kvarvarande förstärkningsbehov.

Bergtekniska utredningar ska göras i samband med detaljplanearbetet. Arbetet ska planeras utifrån de talrika sprickmätningar som redan gjorts av Welander (2022).

## 9 Sulfider

Bergmassans sulfidhalter är låga. Inga särskilda risker föreligger.

Tabell 2. Klassning av prover med avseende på sulfider (data från Welander, 2022).

Provpunkt	pH	S (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Fe (mg/kg)	As (mg/kg)	Klassning (Trafikverket, 2015)
HBP1	10	680	18 400	34 800	<3	Något förhöjd halt
HBP2	9,1	348	19 900	44 600	<3	Låg halt
HBP3	9,1	180	12 700	32 200	<3	Låg halt

## 10 Radon

Risker kopplade till radon är små i området. Halterna av uran är låga. Tidigare mätningar utförda i närområdet visar likaledes låga halter. Dock kan variation förekomma.

## 11 Markmiljö

Se Orbicons och WSPs rapporter (se avsnitt 3.1) samt Welander (2022) och Kongerslev (2022).

## 12 Anvisningar för fortsatt planarbete

De intentioner som framkommit under det inledande planarbetet bedöms kunna uppfyllas under de förutsättningar som listas nedan.

### 12.1 Stabilitet

I samband med det fortsatta planarbetet i **Annero** kontrolleras i detaljplaneskedet stabiliteten ut med diket mellan E6 och berget genom beräkningar. Kvickleran ska i nuläget förutsättas ansluta till vattendraget. Beräkningar ska ta hänsyn till lasttillskott (trafikklaster, byggnader, entreprenadmaskiner) och befintlig trafiklast på E6.

Kvickleran och diket/vattendraget kommer föranleda en granskning av det geotekniska detaljplanearbetet av Statens geotekniska institut. Sannolikt kommer en hög detaljeringsgrad krävas då närheten till E6 behöver beaktas. Stabilitetshöjande åtgärder i vattendraget kan kräva vattendom. En miljökonsekvensbeskrivning tas fram och en tillståndsprocess för vattenverksamhet inledas innan miljödom kan fås. Detta arbete är en tidskrävande process.

### 12.2 Grundvatten

Påverkan på grundvatten i samband med schakt och länshållning eller kontrollerade grundvattensänkningar är tillståndspliktiga (Miljöbalken 11 kap). Byggnation under grundvattenytan, särskilt i Annero-området kan orsaka en grundvatten-/portryckssänkning som medför sättningar i befintlig E6 och tillhörande vägmot. Om grundvattensänkning krävs, exempelvis för att bygga källarvåningar eller för att länshålla schakt, ska ett kontrollprogram och tillståndshandlingar tas fram om det inte är uppenbart att omgivningen inte kommer påverkas negativt.



### 12.3 Bergas och blocknedfall

En mer detaljerad besiktning görs och åtgärdsförslag tas fram i samband med att ny vägs sträckning är bestämd och höjdsatt. Det samma gäller i de fall där byggnader placeras nära bergsslänter eller där block kan falla ner.

I nuläget, under befintliga förhållanden, rekommenderas att befintlig vägskärning spolås och skrotas med avseende på lösa block, då allmänheten använder området som strövområde.

### 12.4 Radon

Området klassas översiktligt som normalradonmark varvid radonskyddande åtgärder ska användas. Alla tillförda massor (exempelvis krossbergsprodukter och byggmaterial) ska uppvisa samma eller bättre strålningsegenskaper.

### 12.5 Sättningar och grundläggning

Sättningsriskerna bedöms vara störst i Annero-området och uppe på Åseberget. Pålningsarbeten ska förutsättas behövas i båda områdena. I Annerodelen ska inga vibrationsalstrande entreprenadarbeten dock ske innan stabiliteten och kvicklerans utbredning kontrollerats. Pålning ska utföras på ett sätt som inte påverkar förekommande kvicklera negativt (Annero). Detta kan ske genom portrycksstationer.

Ett borrhprogram med avseende på planerade vägars och byggnaders laster, områdets stabilitets- och sättningsegenskaper tas fram när placering och höjdsättning fastställts. Detta gäller alla delområden utom Komarken där kunskapsläget i stort sett är tillfredsställande. Uppå Åseberget har markundersökningar främst varit inriktade på miljötekniska egenskaper. I ett nytt borrhprogram kan trycksonderingar eller CPTer här läggas till för att förbättra beslutsunderlagen.

### 12.6 Markmiljö

Ett åtgärdsförslag för gasdränering tas fram, byggs och följs upp efter framtagande av kontrollprogram.

## 13 Referenser

Dedousi, E., Gunnesson, A., Ladefoged, J. 2022. Åseberget report. Kurs Geofysik III – Verkligheten GVG570. Institutionen för geovetenskaper, Göteborgs universitet

Kongerslev, L. 2022. Environmental geology of a planned building site in Kungälv, SW Sweden: sites characterization and remediation of potential concerns. Kandidatuppsats. Institutionen för geovetenskaper vid Göteborg universitet

Norconsult, 2022. Annero, Åseberget och Komarken – MUR Getoeknik, berg och geofysik, daterad 2022-06-02

Sundevall, 2003. Regionala radonundersökningar, Kungälvs kommun. SGU-rapport 2003:26

Sundström, L. och Waerme, A. 2022. Alternative Methods for Quick-Clay Mapping. Mastersarbete. Samhällsbyggnadsteknik, Chalmers

Welander, 2022. Potentiella spridningsvägar för vatten och föroreningar i berg - Hydrogeologisk fallstudie av Åseberget, Kungälv. Kandidatuppsats. Institutionen för geovetenskaper vid Göteborg universitet

Trafikverket, 2015. Handbok för hantering av sulfidförande bergarter. Trafikverket rapport 2015:057