

Handläggare
Carlos Lino Bralo/Erika Hagerfors
Tel
+46 10 505 39 62/+46 10 505 19 54
Mobil
+46 70 221 07 01/+46 72 222 76 93
E-post
carlos.lino@afry.com/erika.hagerfors@afry.com

Datum
2021-03-25
Projekt ID
795760

Kund
Norrköpings kommun

Rapport

Översiktlig hydrogeologisk och geoteknisk utredning, Helgeberg

Såpkullen 1:2 och 1:6, Norrköping



ÅF Infrastructure AB

Handläggare

Granskare

Carlos Lino Bralo
Erika Hagerfors Erika

Eva-Karin Jonsson
Marcus Hardt

RAPPORT

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Syfte	4
2	Områdesbeskrivning	5
2.1	Topografi och ytbeskaffenhet.....	5
3	Genomförande	5
3.1	Strategi och omfattning	5
3.2	Fältarbeten.....	7
3.2.1	Markradarundersökning	7
3.2.2	Utsättning av borrhöjningar	8
3.2.3	Jord-bergsondering	8
3.2.4	Skruvborring.....	8
3.2.5	Installation av grundvattenrör	8
3.2.6	Inmätning av grundvattenrör och synligt berg	8
4	Geoteknik.....	8
4.1	Geologi	8
4.2	Tidigare utförda geotekniska undersökningar	9
4.3	Nya utförda geotekniska undersökningar.....	9
5	Geofysik.....	10
5.1	Utrustning	10
5.2	Positionering.....	11
5.3	Databearbetning	11
5.4	Tolkning.....	11
5.5	Redovisning.....	11
5.6	Kvalitetsinformation och observationer med betydelse för datakvaliteten ..	11
5.7	Tolkningskommentarer	13
6	Hydrogeologi	14
6.1	Översiktligt.....	14
6.2	Nya grundvattenrör	14
6.3	Grundvattenobservationer	15
6.3.1	Tidigare mätningar	15
6.3.2	Nya mätningar.....	15
7	Slutsats och rekommendationer	15
8	Referenser.....	16

RAPPORT

Bilagor

Bilaga 1	Fältprotokoll grundvatten
Bilaga 2	Fältprotokoll jord
Bilaga 3	Bergmodell (markradar + geotekniska sonderingar)
Bilaga 4	Tolkade radargram

Ritningar

G-10.1-001	Planritning, skala 1:400
G-10.2-001	Enskilda undersökningspunkter, skala 1:100

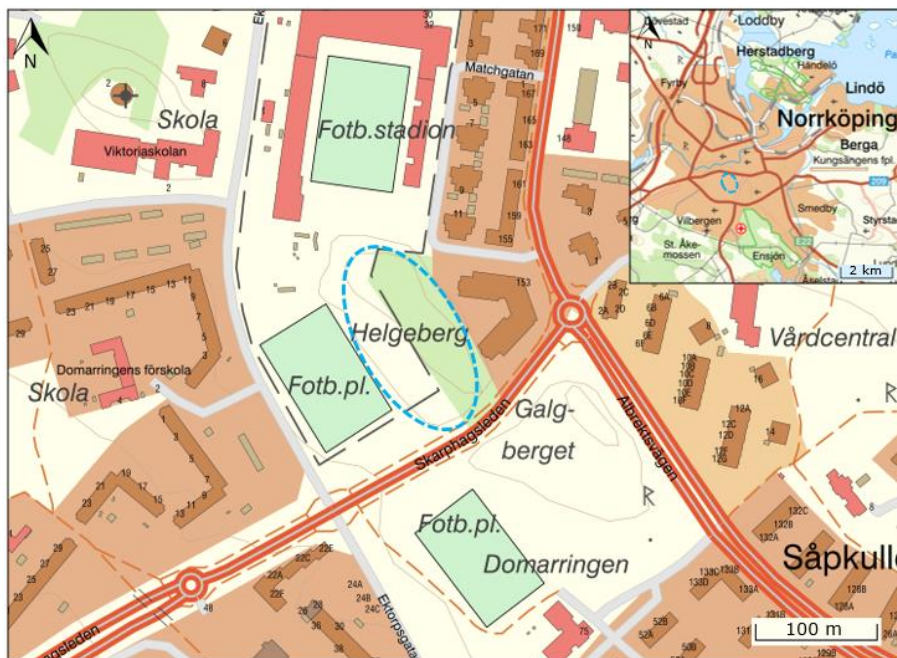
Bild på framsida: Topografisk karta © Lantmäteriet.

RAPPORT

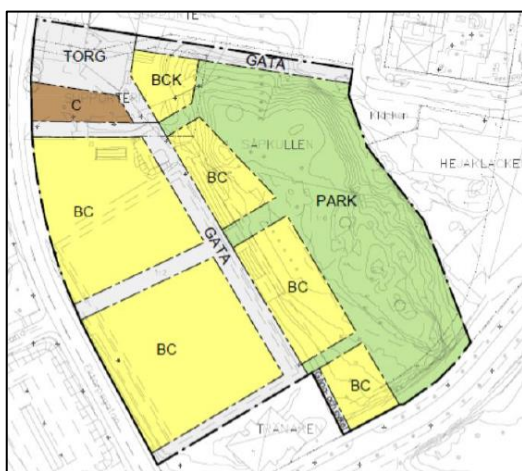
1 Inledning

1.1 Bakgrund

Undersökningsområdet är beläget i centrala Norrköping och är översiktligt markerat i Figur 1 nedan. Ca 500 m norr om området rinner Motala Ström. Inom fastigheterna Såpkullen 1:2 och 1:6 planerar Norrköpings Kommun för nybyggnation av främst bostäder, se Figur 2.



Figur 1. Ungefärlig lokalisering av undersökningsområdet (streckat blått). Källa: © Lantmäteriet



Figur 2. Förslag till plankarta för området.

1.2 Syfte

På uppdrag av Norrköpings kommun ska ÅF Infrastructure AB (AFRY) utföra en geofysisk analys av berget med markradar från gata till parkområdet samt en analys av de hydrogeologiska förhållandena vid de östra byggrätterna mot berget. I uppdraget ingår även att diskutera kring eventuella svårigheter med genomförandet av föreslagen bebyggelse.

RAPPORT

2 Områdesbeskrivning

2.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Undersökningsområdet är beläget vid den topografiska höjden Helgeberg med branta slänter, se Figur 3. Utöver berg i dagen finns grönytor med träd och buskar.

Information från AFRY (2019) samt ritningar från tidigare undersökningar visar på att markytan varierar mellan ca +33 vid den plana marken i sydväst till omkring +40,5 vid höjdens norra del. Markytan i aktuellt undersökningsområde sluttar från nordöst till sydväst.



Figur 3. Terrängskuggningskarta med undersökningsområdet ungefärligt markerat i streckat rött.
© Lantmäteriet

3 Genomförande

3.1 Strategi och omfattning

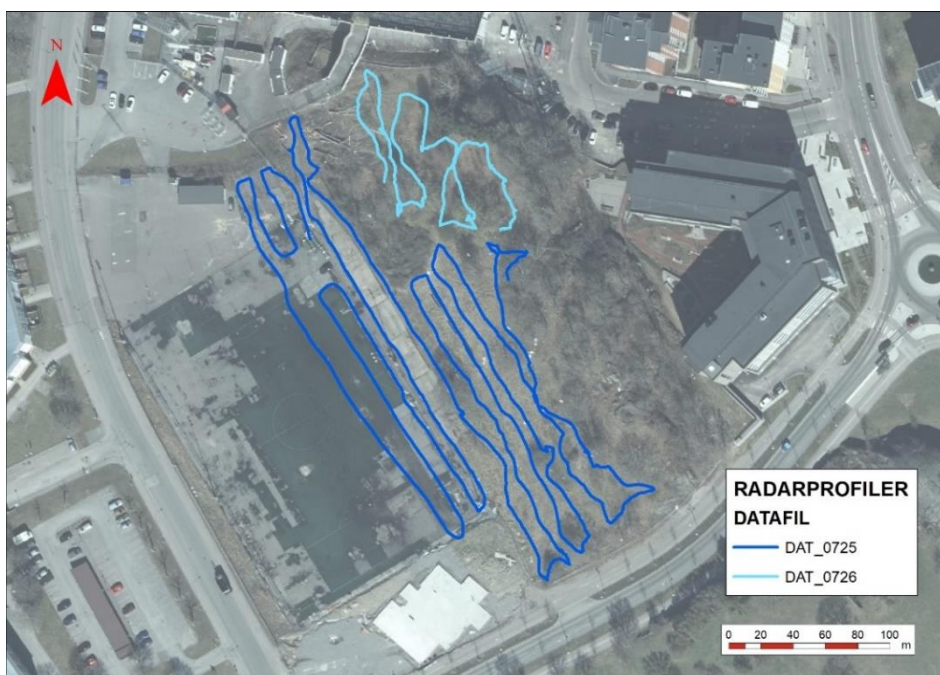
Fältundersökningen omfattade följande moment:

- Markradarundersökning längs ett flertal linjer över undersökningsområdena för bestämning av djup till berg, variationer i jordlagerföljd och eventuella lerområden.
- Inmätning av berg i dagen med RTK-GPS.
- Utsättning av borrhöjningspunkter med RTK-GPS.
- Utförande av jord-bergsonderingar i fyra punkter för bestämning av bergytans läge.
- Utförande av skruvprovtagningar i fyra punkter för bestämning av jordarter.
- Etablering av fyra grundvattenrör för mätning av grundvattennivåer.
- Renspumpning och funktionstest av grundvattenrör.
- Inmätning av provpunkter, markyta samt grundvattenrörens överkanter.

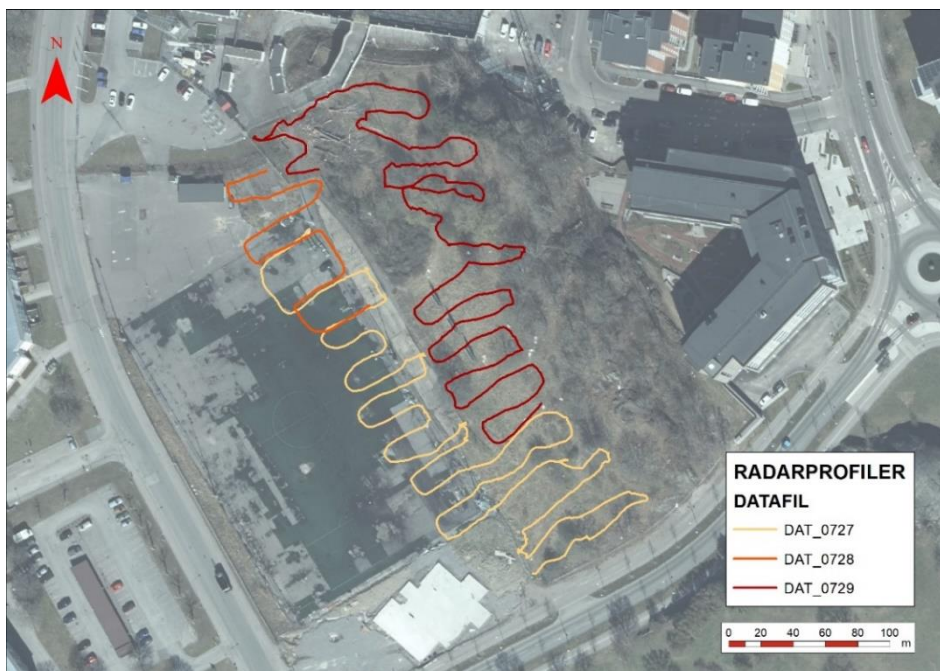
RAPPORT

Radarprofiler visas översiktligt på plan i Figur 4, Figur 5 och borrhpunkter visas i situationsplanen i Figur 6.

Radarprofilerna samt borrhpunkternas lokaliseringar har placerats med syftet att undersöka de geotekniska och hydrogeologiska förhållandena vid övergången mellan de mäktigare jordlagren i släntfot samt bergets slänt. Grundvattenrören har placerats med hänsyn till planerade lägen för byggrätter och gata enligt Figur 2 samt till var grundvatten förväntas påträffas, på något olika avstånd från bergets slänt för att ge en bredare bild av undersökningsområdets förhållanden.

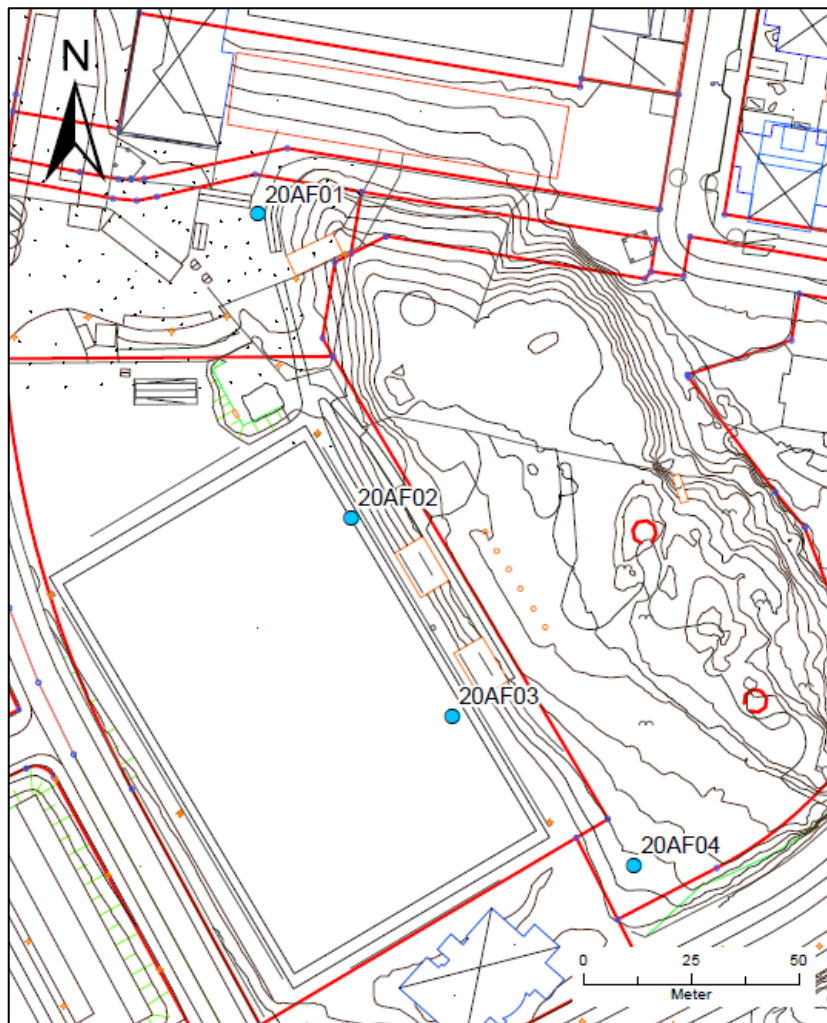


Figur 4. Bild på radarlinjer DAT_0725 och DAT_0726.



Figur 5. Bild på radarlinjer DAT_0727, DAT_0728 och DAT_0729.

RAPPORT



Figur 6. Översiktskarta över de fyra borrhöjningarna med jordbergsondering (jb2), skruvborring (SKR) och etablering av grundvattenrör (GW). Röda linjer motsvarar fastighetsgränser.

3.2 Fältarbeten

3.2.1 Markradarundersökning

I Tabell 1 sammanfattas samtliga utförda markradarmätningar. Radarmätningar omfattar ca 3097 m.

Tabell 1. Sammanfattning av samtliga utförda radarlinjer.

Datafil	Generell riktning	Längd (m)	Frekvens (mHz)	Kommentar
DAT_0725.rd7	N-S	1367	160	På fotbollsplan, kullen och gröna områden österut
DAT_0726.rd7	N-S	291	160	På kullen
DAT_0727.rd7	V-Ö	649	160	På fotbollsplan, kullen och gröna områden österut
DAT_0728.rd7	V-Ö	175	160	På fotbollsplan
DAT_0729.rd7	V-Ö	615	160	På kullen och gröna områden österut

RAPPORT

3.2.2 Utsättning av borrhörlinjer

Utsättning av undersökningspunkter skedde med precisions-GPS innan påbörjade markundersökningar. Provpunkterna märktes ut med käppar och färgspray.

3.2.3 Jord-bergsondering

Jord-bergsondering (jb2) utfördes i fyra punkter ca 3 m ned i berg för bestämning av bergytans läge.

3.2.4 Skruvborring

Provtagning med skruvborr och borrhörlinjevagn utfördes i fyra punkter. Under borringen utfördes kontinuerlig dokumentation i fältprotokoll avseende jordlagerföljder, provtagningsdjup och okulära intryck.

3.2.5 Installation av grundvattenrör

Fyra grundvattenrör av PEH med filterlängd 1 m och ytterdiameter 50 mm installerades på området vid samma lägen som skruvborring utfördes. Rören installerades med rörspets mot berg alternativt med filter under grundvattenytan. Vid behov användes foderrör vid installationen. Rör 20AF01 är installerad under dexel.

Efter installationen rensumpades grundvattenrören tills vattnet var klart och fritt från partiklar. Ett funktionstest utfördes för att säkerställa rörens funktion. Mätning av grundvattennivåerna i rören utfördes även en vecka efter rensumpningen/funktionstestet.

3.2.6 Inmätning av grundvattenrör och synligt berg

Inmätningar skedde i koordinatsystem SWEREF99 16 30 och höjdsystem RH2000.

Grundvattenrören mättes in enligt följande:

- Koordinater för rörets placering.
- Röröverkant (RÖK).
- Markyta vid rör (MY).

Inmätning skedde även av gränslinjer för eventuellt synligt berg (bergfot) inom området.

4 Geoteknik

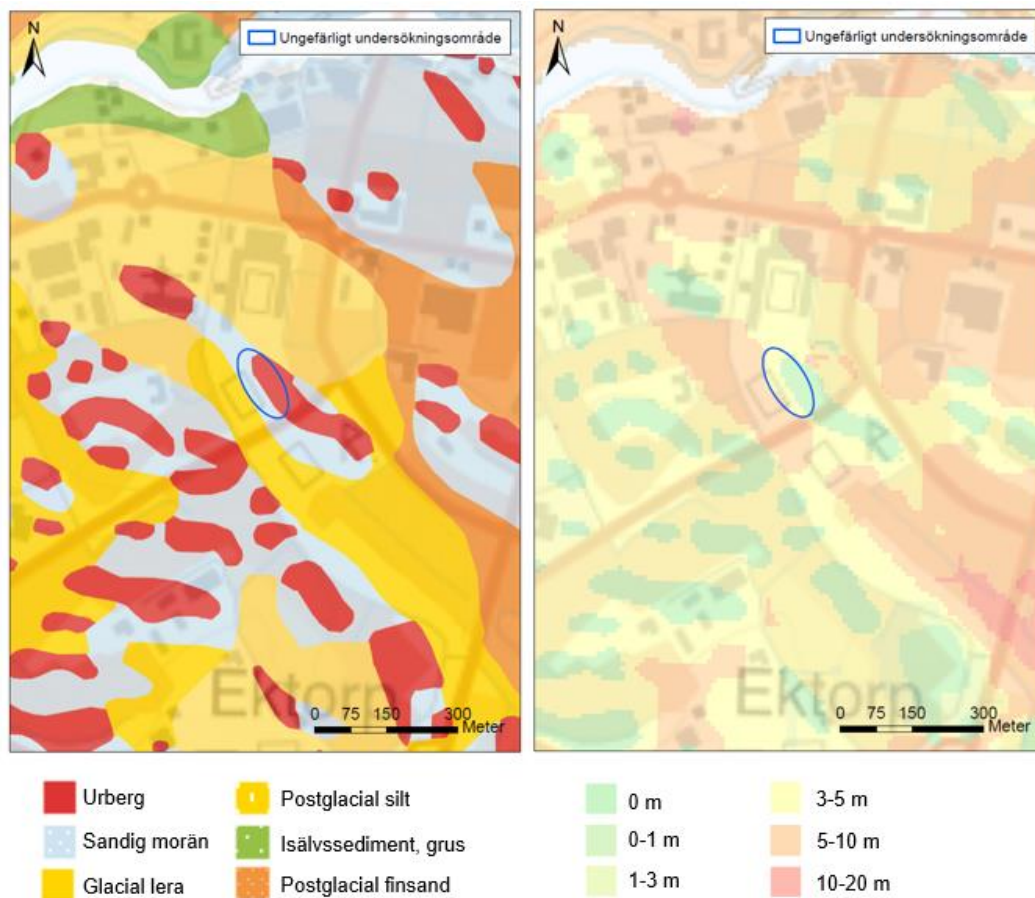
4.1 Geologi

Enligt SGU:s kartvisare utgörs undersökningsområdets närområde av urberg, sandig morän och postglacial finlera, se Figur 7.

I omgivningen finns flertalet bergsknallar med sandig morän mellan höjderna. I dalgångarna mellan dessa förekommer glaciallera. Norröver påträffas postglacial silt och österut förekommer postglacial finsand.

Jorddjupet i närområdet varierar enligt SGU mellan 0 m och ca 10 m.

RAPPORT



Figur 7. Jordartskarta (vänster) och jorddjupskarta (höger) enligt SGU:s kartvisare. Undersökningsområdet är beläget vid bergets sydvästra slänt. Bakgrundsbild: © Lantmäteriet.

4.2 Tidigare utförda geotekniska undersökningar

Undersökningar inom samt intill området vid Helgeberg har visat på en jordlagerföljd som generellt består av fyllning (ca 0,4-2 m mäktighet) på silt på siltmorän som i sin tur underlagras av urberg (AFRY, 2019; Ramböll, 2018). Slagsonderingar har utförts till mellan 1,6 m och 3,6 m under markytan (Ramböll, 2018).

Tidigare undersökningar strax norr om undersökningsområdet, vid fotbollsstadion, visar på mäktiga lager av lera samt en bergyta mellan 9,5 till 25 m under markytan (WSP, 2006). Detta tyder på stora jorddjup vid Helgebergs släntfot.

4.3 Nya utförda geotekniska undersökningar

Fältundersökningarna har utförts av MITTA under februari 2021. Undersökningarna utfördes av F. Stenqvist och A. Isaksson med borrhandsvagn GM65.

Totalt omfattar fältarbetet 4 st undersökningspunkter. Antalet undersökningsmetoder fördelas enligt tabell 2.

RAPPORT

Tabell 2. Utförda geotekniska fältundersökningar.

Metod	Syfte	Antal
Jord-bergsondering	Bestämning av gränsen mellan jord och berg, blockförekomst i jord samt förekomst av sprickor eller krosszoner i berg.	4
Skruvprovtagning	Upptagning av störda jordprover samt okulär bedömning	4
Installerade grundvattenrör	Mätning av grundvattennivåer	4

Jord-bergsonderingar har i detta fall används som förberedande metod inför installation av grundvattenrör, samt för bestämning av bergytans läge.

Hantering av jordprover har utförts enligt SGF rapport 1:2013. En fältbedömning av proven har gjorts och störda prover har inte förvarats eller analyserats. Dessa redovisas i Bilaga 2.

5 Geofysik

5.1 Utrustning

Markradarmätningar utfördes den 23 februari 2021. Ansvarig geofysiker från AFRY var Carlos Lino Bralo. En Malå GX kontrollenhet har använts tillsammans med GX450 MHz och GX160 MHz HDR skärmdade antenner, se Figur 8. 450 MHz antennen ger i icke konduktiv mark ett mätdjup om maximalt ca 5-6 m och motsvarande djup för 160 MHz antennen är maximalt ca 10-11 m.

Inom projektet utfördes kontrollmätningar med båda ovan nämnda antenner. Utifrån dessa togs beslutet att utföra mätningar och analys med den antennen som bedöms lämpligast för undersökningssyften och markförutsättningar.



Figur 8. Markradarutrustning, Malå GX samt 450 mHz HDR antenn och terränganpassat mätjulk.

RAPPORT

5.2 Positionering

Utsättning och inmätning av kontrollpunkter, ytor och mätsträckor har utförts med instrument Leica Zeno 20 RTK-GNSS av AFRY AB i koordinatsystem SWEREF99 16 30, höjdsystem RH2000. Profillinjen som undersökts har även mätts in i plan med radarutrustningens inbyggda GNSS-system i koordinatsystem WGS84 (lat/long).

Linjernas position och avstånd mellan varandra anpassades i fält med hänsyn till ytbeskaffenhet, eventuella hinder på marken, vegetation, topografi, bergets lutning och provtagningsplan bl. a. Vissa linjer kan sträcka sig utanför undersökningsområdets gränser.

Notera att i de redovisade linjerna och tillhörande radargram indikeras längdmätningar enligt radarutrustningens mätthjul. Dessa kan ibland avvika från det verkliga avståndet mellan inmätta GNSS positioner beroende på olika faktorer.

5.3 Databearbetning

En automatisk processering sker parallellt med insamlandet av radardata under mätningen. Vid tolkning användes programvaran Reflex-Win 7.2.3 för att ytterligare förtydliga intressanta objekt och horisonter. Redovisning har utförts i ArcMap 10.6.1.

5.4 Tolkning

Hastigheten för radarvågorna i områdets jordmaterial är efter en hastighetsanalys satt till 0,12 m/ns. Denna hastighet används för att beräkna ungefärligt mätdjup i hela radargrammet. Hastigheten kan finkalibreras i enskilda fall med hjälp av objekt och lager i marken, såvida djup till dessa är känt i förväg.

5.5 Redovisning

Radargram för samtliga analyserade profiler redovisas i Bilaga 4 i olika längd- och djupskalor. Det bör observeras att i de presenterade radargrammen har ingen korrigering gjorts med avseende på absolut höjder varför radargrammen redovisas som djup under markyta i överdriven vertikal skala.

Dessutom redovisas dess tolkningsresultat på plan i Bilaga 3 i form av bergmodell baserad på djup till tolkad bergöverytan i färgskala. Där redovisas även tolkningskommentarer på plan och en avgränsning av eventuella område med kohesionsjord som har identifierats i radarmätningar.

Redovisat resultat och djup bör betraktas som en fackmannamässig tolkning och ej som objektiv fakta.

5.6 Kvalitetsinformation och observationer med betydelse för datakvaliteten

Efter en utvärdering på plats av utförda testlinjer med både antenner bedömdes den 160 MHz antennen som generellt lämpligast med syfte att identifiera och kontrollera variationer i bergöveryta. Denna antenn är den som ger maximal penetration i icke-konduktiva material, vilket i denna undersökning har blivit ca 5-6 m i djup. Tidigare geotekniska undersökningar indikerar dock att det kan finnas mycket större djup till berg i vissa partier, fast dessa större djup är i de flesta fallen kopplad till konduktiva markförhållande (kohesionsjordlager) som omöjliggör att metoden får tillräckligt djuppenetration. Blockigheten i det grova fyllnadsmaterialet som finns i vissa delområden har orsakat oönskade reflektioner som påverkar kvaliteten och försvårar tolkningar.

RAPPORT

Övriga hinder som ligger i marken, topografin och den pågående etableringen av arbetsplatsen i form av uppställda föremål, skrot och byggnadsmaterial har också påverkat mätningkontinuiteten och tolkningen. Se Figur 9 och Figur 10. I Figur 11 redovisas flera av de identifierade hinder på plan enligt GPS inmätningar.



Figur 9. Bild på undersökningsområdet vid fotbollsplanen mot norr. Objekt och föremål på marken påverkar mätningkontinuiteten. Notera även sittplatser och släntytor som är gjorda av betong.



Figur 10. Bild på den branta slänten på norra delen där lutningen är för brant för att kunna utföra radarmätningar.

RAPPORT



Figur 11. Bild på inmätta ytor som representerar övriga hinder på marken och övriga områden som omöjliggör utförande av radarmätningar.

5.7 Tolkningskommentarer

Innanför kullen och delvis i slänten består jorden av siltig sandig morän som ofta överlagras av tunna lager med torrskorpelera som dämpar radarvågorna och försvårar tolkning t.o.m. där ytligt berg påträffats. Lermäktigheterna är dock begränsade här till några få decimeter och profilerna är tolkbara vid dessa. Moränen är mestadels inte blockig men utspridda block kan finnas, framförallt på djupet.

Inom detta område ligger berget generellt grunt mellan 1-2m djup och går även i dagen in i vissa partier (se röda streckade ytor i Bilaga 3). Däremot har ett flertal potentiella svackor identifierats där bergöverytan kan ligga djupare än 4m vid sydöstra och nordöstra delar av undersökningsområdet.

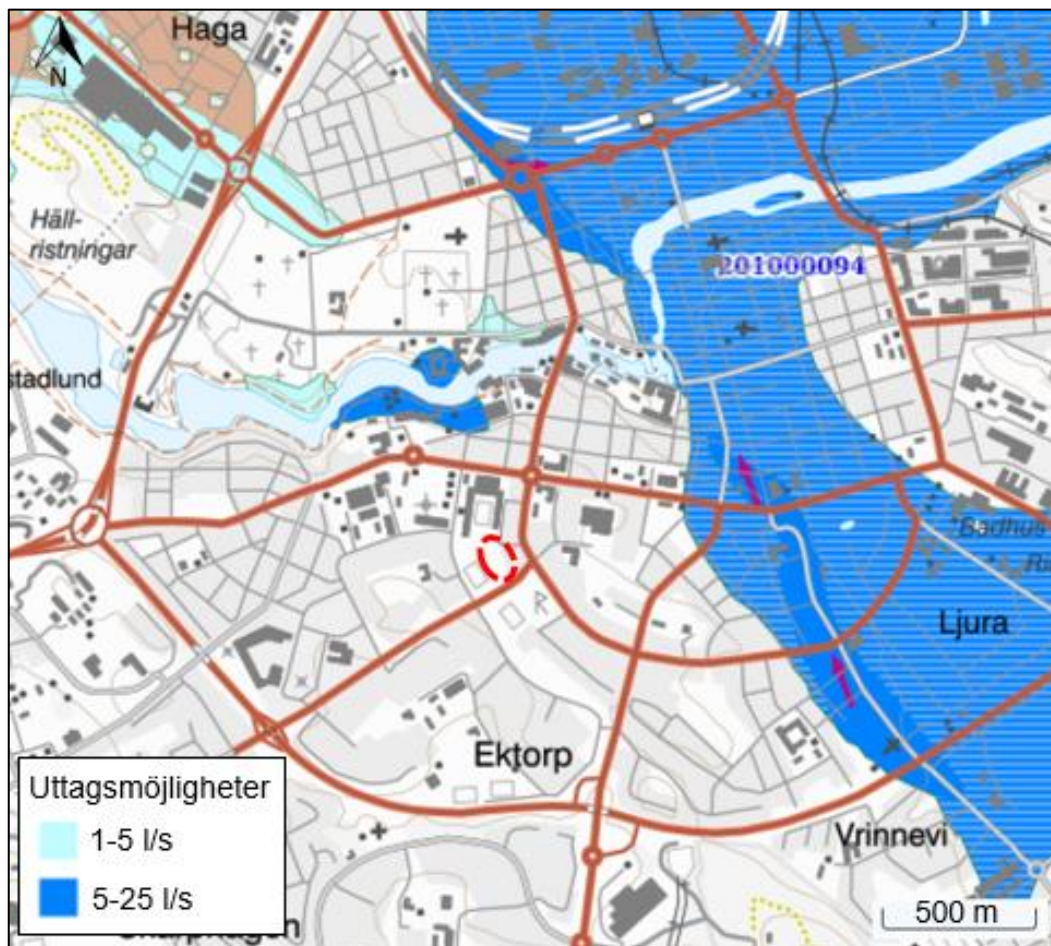
Nedanför slänten återfinns likadana jordartsförhållanden, d.v.s. siltig och sandig morän som överlagras av jordlager rikare på kohesionsjord, men berget ligger generellt betydligt djupare (3-6m djup) och flera områden med konduktiva förhållanden (lera och silt) kan identifieras. Vid dessa minskar djuppenetrationen kraftigt, vilket omöjliggör tolkning under överkant lera eller under vattenmättade siltlager. Se svarta streckade ytor på bergmodellen i Bilaga 3.

RAPPORT

6 Hydrogeologi

6.1 Översiktligt

Enligt information från SGU finns inget betydande grundvattenmagasin i direkt närhet till undersökningsområdet, se Figur 12. Större grundvattenmagasin finns ca 500 m norr samt öster om området.



Figur 12. Översiktsbild på grundvattenmagasin i närheten av undersökningsområdet (rött streckat område). Källa: SGU.

6.2 Nya grundvattenrör

Den 9 februari 2021 installerades 4 rör i undersökningsområdet, se rörens lägen i Figur 6 och rörens inmätningar i Tabell 3. Installations- och nivåmätningsprotokoll för dessa rör redovisas i Bilaga 1. Alla rör är installerade med 1 m filter. Samtliga rör har installerats mot eller mycket nära berg.

Funktionstest av rören utfördes den 26 februari 2021 som visade att samtliga rör (förut 20AF04 som var torrt) har god kommunikation med omkringliggande jord.

RAPPORT

Tabell 3. Inmätningar av de fyra grundvattenrören. Koordinatsystem är SWEREF99 16 30 och höjdsystem är RH2000.

Grundvattenrör	Y	X	Röröverkant [m ö h]	Djup till rörspets (m under markytan)
20AF01	6496312,26	130936,18	31,82	3,73
20AF02	6496241,82	130957,79	34,14	1,11
20AF03	6496195,88	130981,20	33,82	2,28
20AF04	6496161,33	131023,36	36,64	1,89

6.3 Grundvattenobservationer

6.3.1 Tidigare mätningar

Vid tidigare utförd geoteknisk undersökning i slänten vid den norra delen av undersökningsområdet påträffades inget grundvatten i borrhålen (AFRY, 2019). Inget grundvatten påträffades heller i undersökningspunkterna som utfördes till ca 1,6-3,6 m djup vid Helgebergs sluttningar vid en miljö- och geoteknisk utredning år 2018 (Ramböll, 2018).

6.3.2 Nya mätningar

Grundvattennivåerna i de 4 installerade rören har mätts vid två tillfällen, en sammanställning av uppmätta nivåer framgår av Tabell 4.

Tabell 4. Statistik över uppmätta nivåer för grundvattenrören, både som avstånd över havet (m ö h) samt meter under markytan (m u my). Markytan vid rören är inmätt med precisions-GPS.

Rör	Material vid filter	Markyta [m ö h]	2021-02-26		2021-03-03	
			Grundvattennivå		Grundvattennivå	
			[m ö h]	[m u my]	[m ö h]	[m u my]
20AF01	Sand	32,0	29,73	2,22	29,81	2,14
20AF02	Grusig sand (fyll)	33,2	32,21	1,03	32,18	1,06
20AF03	Sandig silt/Silt	33,1	31,64	1,46	30,96	2,14
20AF04	Sandig, grusig silt (fyll)/Mull/Morän	35,5	torrt	torrt	torrt	torrt

7 Slutsats och rekommendationer

Grundvattennivåerna i de fyra nya rören inom området ligger på ca 1-2 m under markytan, vilket innebär att man troligen kommer att nå ner till grundvattnet i samband med schaktning under byggnationen. Då lera och silt förekommer i området skulle dränering och bortledning av grundvatten kunna leda till sättningar i marken och orsaka skador på byggnader. För att undvika att påverka grundvattenförhållandena i området rekommenderar AFRY istället att byggnader byggs med vattentät grundläggning.

Då grundvattennivåer varierar naturligt under året rekommenderar AFRY att nivåmätningar utförs kontinuerligt för att kunna se grundvattnets nivåvariationer i området.

För att förhindra att jordmassor rör sig ner från slänten mot byggnaderna rekommenderar AFRY att erosionsskydd installeras.

Markradarundersökning och borrhning kunde inte genomföras i den branta slänten och där marken täckts av sprutad betong, vilket försvårar tolkningen för dessa områden.

RAPPORT

Ingen kraftigt lutande bergslänt kan konstateras öster om den skissade svarta linjen i Bilaga 3 enligt radarmätningar. Väster om denna linje kan troligtvis större bergdjup förekomma men inga tolkningar kan erhållas utifrån de utförda linjerna inom detta område p.g.a. väldigt konduktiva förhållanden (lera/silt).

8 Referenser

AFRY (2019). *Geoteknisk undersökning Såpkullen, Norrköping, teknisk PM Geoteknik*. Daterat 2019-12-20.

Ramböll (2018). *Geo- och miljöteknisk markundersökning, fastighet Såpkullen 1:6*. Daterad 2018-05-07.

WSP (2006). *Geoteknisk undersökning, Idrottsparken*. Daterad 2006-04-18.