

Projekt

- **Omledning och kapacitetsökning
VA Del 1, Täby Kommun**

Entreprenad

- **Utförandeentreprenad**

Status

- **Förfrågningsunderlag**

Dokument

-13.1 MUR-Geoteknik

Projektnummer: 75504

Diarienummer: SBN 2021/281

Datum: 2023-04-04

Innehållsförteckning

1	Uppdrag	4
2	Bakgrund och syfte.....	4
3	Områdesbeskrivning	4
3.1	Geologi.....	4
4	Underlag	6
4.1	Tidigare utförda undersökningar.....	6
5	Styrande dokument	7
6	Utsättning / Inmätning	8
7	Geotekniska undersökningar	10
7.1	Fältundersökningar.....	10
7.2	Undersökningsperiod	10
7.3	Provtagningskategori.....	11
8	Geotekniska laboratorieundersökningar	11
8.1	Utförda undersökningar	11
9	Hydrogeologiska fältundersökningar.....	11
9.1	Tidigare utförda hydrogeologiska undersökningar	11
9.1.1	Grundvattennivåmätningar	11
9.1.2	Hydraultest.....	12
9.1.3	Grundvattenprovtagning	13
9.2	Utförda hydrogeologiska undersökningar	13
9.2.1	Grundvattennivåmätningar	13
9.2.2	Grundvattenprovtagning	14
9.2.3	Vattenförlustmätning	15
9.3	Sammanställning grundvattennivådata.....	15
9.3.1	Viggbyholm, DP5	16
9.3.2	Stockholmsvägen, DP8	18
9.3.3	Stolpaskogen	18
9.3.4	Ensta, anslutning Käppala.....	19
10	Kärnkartering	21
11	Härledda värden	21
11.1	Hållfasthetsegenskaper	21
11.2	Deformationsegenskaper	22
12	Markmiljötekniska fältundersökningar	23
12.1	Utförda undersökningar	23
12.2	Undersökningsperiod	24

12.3	Fältingenjör	24
13	Markmiljötekniska laboratorieundersökningar	24
13.1	Utförda undersökningar	24
13.2	Undersökningsperiod	24
13.3	Laboratorium	24
14	Redovisning av fält- och laboratorieundersökningar	24
15	Bilagor	25
16	Ritningsförteckning	25

1 Uppdrag

Lektus har på uppdrag av Täby kommun tagit fram bygghandling för omledning och kapacitetsökning av VA-systemet (KaVA) i Täby kommun. KaVA omfattar nya självfalls- och tryckavloppsledningar samt 2 nya pumpstationer.

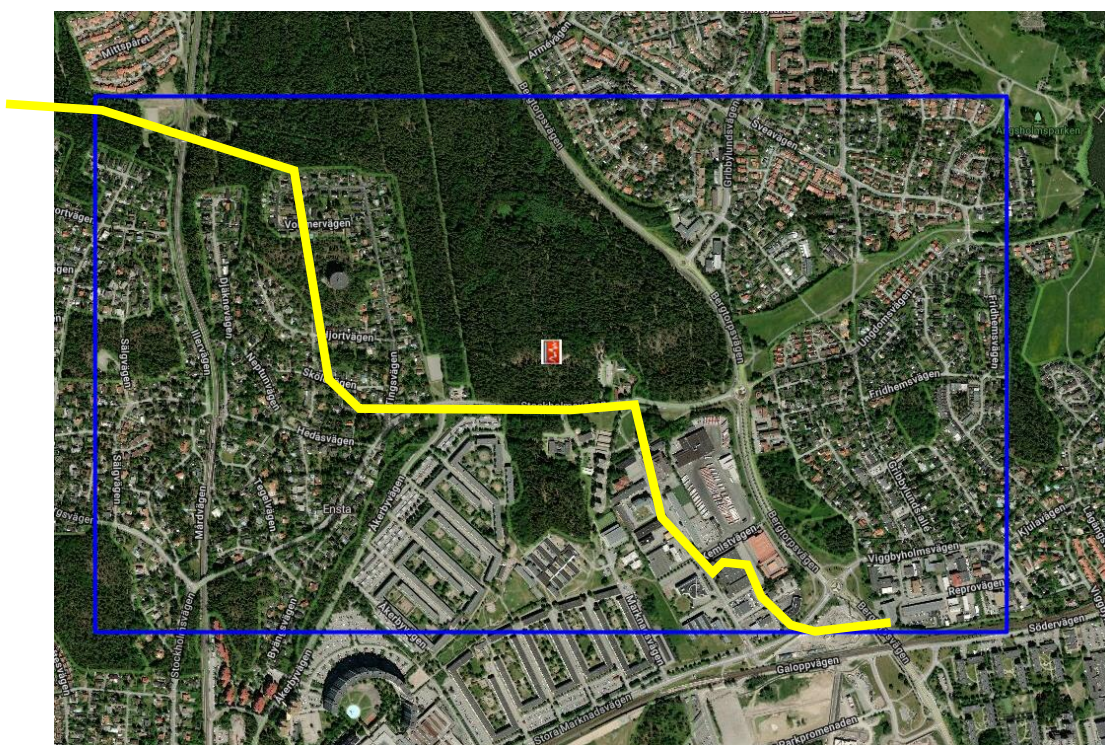
2 Bakgrund och syfte

Syftet med undersökningarna är att utreda de geotekniska, hydrogeologiska och miljötekniska förutsättningarna för att i ett bygghandlingsskede kunna beskriva erforderliga tekniska åtgärder för planerad VA-anläggning.

Rapporten redovisar omfattning och resultat av samtliga utförda geotekniska och hydrogeologiska undersökningar längs sträckan.

3 Områdesbeskrivning

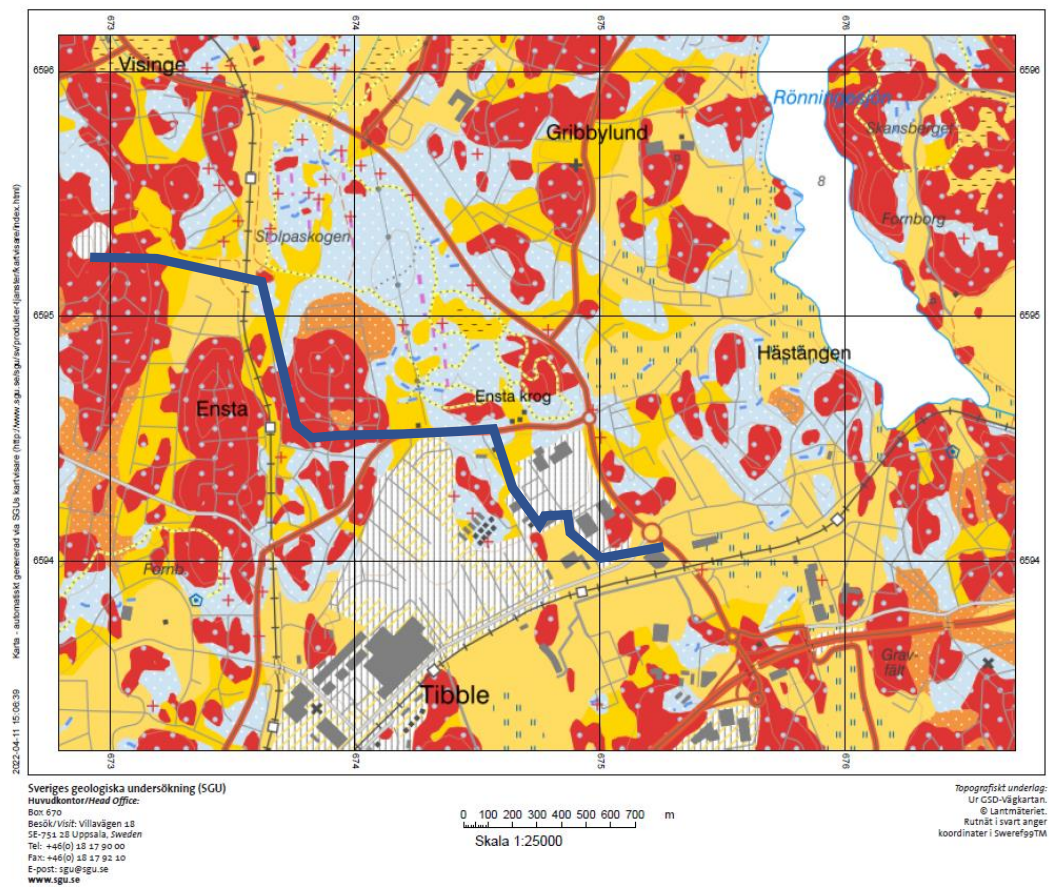
Ledningen går omväxlande genom tätbebyggt område och skogsmark. Från anslutningen till Käppala i väster går ledningen under Roslagsbanan innan den fortsätter upp genom Stolpaskogen och ner under Stockholmsvägen. Därefter går ledningen på södra sidan om och parallellt med Stockholmsvägen fram till pumpstation DP8 vid korsningen med Bergtorpsvägen. Därefter fortsätter ledningen väster om Bergtorpsvägen innan den går under Bergtorpsvägen i höjd med Viggbyholmsvägen. Ledningen fortsätter sedan på östra sidan av Bergtorpsvägen innan den svänger av mot öster längs med Roslagsbanan mot pumpstation DP5 i Viggbyholm, se figur 1.



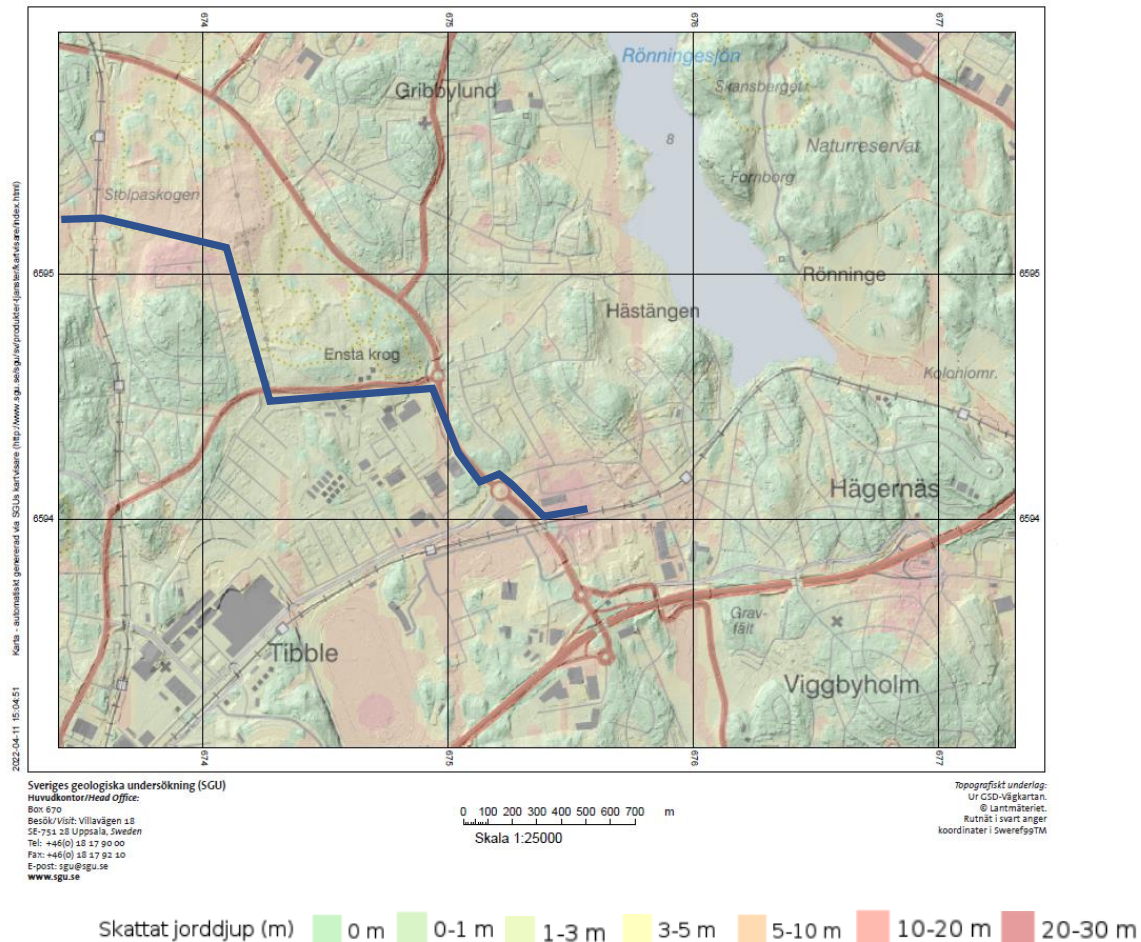
Figur 1: Översiktskarta (gul markering), [Trimble maps]

3.1 Geologi

SGU:s jordartskarta ger att undersökningsområdet till största del utgörs av jordarten morän och finlera med förekomst av gyttjelera eller lergyttja i sydöst och fyllning samt sandig morän centralt inom området. Jorddjup varierar mellan 0–20 m, se figur 2 samt figur 3 nedan.



Figur 2: Jordartskarta från SGU (blå markering).



4 Underlag

- Uppdragsbeskrivning
- DWG-underlag samt Pdf-underlag från beställaren
- SGU:s jordarts- och jorddjupskarta
- Ledningsmaterial har inhämtats från Ledningskollen.se
- Tidigare utförda undersökningar erhållna från beställaren.

4.1 Tidigare utförda undersökningar

Följande undersökningar har arbetats in:

1. MUR & PM omledning och kapacitetsökning VA, Täby, 2021-04-23- AFRY.
2. Utredning Bygghandling Roslagsbanan, utförare Sweco 1991.
3. Utredning Bygghandling Roslagsbanan Kårstagrenen, utförare Sweco 2016.
4. Utredning Grundförhållandena för södra Gribbylund, Täby Köping, utförare Allmänna ingenjörbyrå AB 1970.
5. Utredning Södra Visinge Grundundersökning, utförare Allmänna Ingenjörbyrå AB 1974.

5 Styrande dokument

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga samt SS-EN 1997-2. Fältundersökningar är utförda enligt SGF Rapport 1:2013 och redovisade enligt SGF/BGS beteckningssystem 2001:2 med komplettering 2016-11-01.

Tabell 1: Planering och redovisning

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Fältplanering	TK Geo 13, Publikation 2013:0667 SS-EN 1997-2:2007 SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk fälthandbok
Fältutförande	SS-EN-ISO 22475-1:2006 SS-EN 1997-2:2007 SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 2:2013
Beteckningssystem	SGF/BGS beteckningssystem 2001:2 SS-EN 14688-1 med tillägg SS-EN ISO 14688-1/A1:2013 Kompletterad version av Berg och Jord Beteckningsblad 2013-04-24 (översättningsnyckel mellan SGF/BGS beteckningssystem och gällande europastandard SS-EN 14688-1, från IEG Rapport 13:2010)

Tabell 2: Fältundersökningar

Undersökningsmetod	Beteckning	Standard eller annat styrande dokument
Viktsondering, maskinell	Vim	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013. SIS-CEN ISO/TS 22476-10:2005
CPT-sondering	CPT	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013 SS-EN ISO 22476-1
JB-2 sondering	JB2	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013.
Skruvprovtagning	Skr	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013
Kolvprovtagning	KVII	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013 SGF Rapport 1:2009 – "Metodbeskrivning för provtagning med standardkolvprovtagare" EN ISO 22475-1.
Kärnborrning	KB	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013 SS-EN-ISO 22475-1:2006
Grundvattenrör	GV	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013

Tabell 3: Laboratorieundersökningar

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Jordartsbestämning, beskrivning och klassificering	SS-EN ISO 14688-1,-2 SGF R1:2016, AMA Anläggning 20
Vattenkvot	SS-EN ISO 17892-1
Konflytgräns	SS 027120
Skrymdensitet - Ostörda prover	SS-EN ISO 17892-2

CRS-försök	SS 027126
Skjuvhållfasthet	SS 027120
Sensitivitet	SS 027125

6 Utsättning / Inmätning

Utsättning/inmätning av undersökningspunkter har gjorts med GNSS-enhet med uppkoppling mot nätverks-RTK. Inmätning är utförd i samband med utförda fältundersökningar av Håkan Eklund, KF AB. Inmätning uppfyller mätklass B i enlighet med SGF:s fälthandbok.

Undersökningspunkter med borrhandsvagn är inmätta i plansystem SWEREF 99 18 00 och höjdsystem RH 2000, se tabell nedan.

Tabell 4: Samtliga borrhandspunkter, koordinater samt metoder

Id	X	Y	Z	JB	Vim	CPT	SKR	Kv	KB	Gv
21LE01	6592580.628	155384.141	9.798	x						
21LE02	6592581.816	155347.639	10.647	x						
21LE03	6592646.748	155225.308	12.234	x	x		x			x
21LE04	6592699.768	155197.717	13.472	x	x		x			
21LE05	6592732.083	155173.933	14.450	x	x		x			
21LE06	6592745.044	155166.156	14.983	x	x		x			
21LE08	6592755.705	155141.191	16.161	x	x		x			
21LE10	6592755.687	155117.445	15.723	x	x		x			
21LE12	6592752.443	155106.794	15.581	x						
21LE13	6592730.138	155067.859	15.956	x	x		x			
21LE14	6592765.209	155032.319	15.885	x						
21LE17	6592817.889	155001.493	16.113	x	x					
21LE18	6592840.056	154987.583	16.340	x						
21LE19	6592857.809	154964.440	16.324	x	x		x			x
21LE20	6592884.250	154950.343	16.701	x						
21LE21	6592907.246	154941.304	17.057	x						
21LE22	6592929.212	154933.095	17.326	x	x		x			
21LE23	6592947.587	154926.598	17.393	x						
21LE24	6592965.250	154921.798	17.733	x	x	x	x			
21LE26	6592991.671	154913.899	18.418	x						
21LE28	6593044.512	154908.208	18.957	x	x					
21LE30	6593093.422	154901.832	20.024	x	x		x			
21LE31	6593133.419	154833.702	23.978	x	x		x			
21LE33	6593112.889	154765.725	28.564	x	x		x			
21LE35	6593112.735	154699.150	30.572	x						
21LE38	6593120.830	154529.684	35.971	x						
21LE39	6593117.746	154485.521	35.317	x	x		x			
21LE42	6593108.247	154358.884	32.120	x	x		x			
21LE44	6593125.903	154243.703	29.569	x						

Id	X	Y	Z	JB	Vim	CPT	SKR	Kv	KB	Gv
21LE45	6593129.669	154198.643	30.940	x	x		x			x
21LE46	6593148.950	154176.337	31.411	x						
21LE48	6593304.520	154131.742	34.328	x	x		x			
21LE53	6593581.123	154084.650	37.694	x						
21LE55	6593655.523	154071.667	38.636	x						
21LE56	6593689.818	154059.560	39.152	x	x					
21LE58	6593767.904	153876.634	34.646	x	x					
21LE61	6593827.099	153697.592	25.007	x	x					
21LE64	6593859.888	153590.584	20.904	x	x		x			
21LE66	6593866.834	153562.935	20.411		x		x			x
21LE69	6593882.462	153443.583	20.423	x	x					x
21LE71	6592597.547	155515.808	8.203			x		x		x
21LE72	6592591.118	155273.180	11.604	x	x		x			
21LE73	6593883.652	153344.440	21.693		x		x			
21LE75	6592745.472	155054.429	15.223	x						
21LE76	6592784.515	155015.678	16.182	x						
21LE81	6593137.617	154856.853	22.358	x						
21LE83	6593120.044	154595.200	32.243	x						
21LE86	6593117.783	154419.856	35.00*	x						
21LE88	6593121.614	154315.668	31.640	x						
21LE89	6593123.830	154271.010	29.464	x						
21LE91	6593174.722	154152.113	31.853	x						x
21LE92	6593256.422	154140.723	33.497	x						
21LE94	6593356.598	154119.721	35.00*	x						
21LE95	6593413.747	154110.463	36.602	x						
21LE96	6593487.042	154098.065	37.812	x						
21LE98	6593874.668	153391.151	20.518	x	x	x	x			
21LE99	6592598.719	155533.365	7.974							x
21LE103	6593096.317	154705.578	30.127	x	x		x			
21LE104	6593116.899	154655.838	31.130	x	x		x			
23LE01	6593136.444	154849.311	22.724	X						
23LE02	6593137.727	154866.769	21.766	X						
23LE03	6593130.730	154849.882	23.749	X						
23LE04	6593132.017	154867.015	21.881	X						
23LE05	6593138.529	154896.284	19.914				x			x
23LE08	6593780.171	153340.739	20.903				X			x
23LE09	6593137.995	154856.335	22.189						x	
23LE10	6593136.061	154867.914	21.723						x	x
23LE11	6593131.275	154858.249	22.903	x			x			
23LE12	6593138.817	154849.557	22.989	x			x			
23LE13	6593140.845	154856.827	22.455	x			x			
23LE14	6593142.802	154866.430	21.195	x			x			

Id	X	Y	Z	JB	Vim	CPT	SKR	Kv	KB	Gv
23LEKB	6593883.616	153348.718	21.525						x	
Antal				63	30	3	30	1	3	11

**Ett fel har uppstått för höjden på 2 punkter, 22LE86 och 22LE94 och nivån har korrigerats efter inmätta marknivåer.*

7 Geotekniska undersökningar

Projektet faller inom geoteknisk kategori 2 (GK2) och säkerhetsklass 2 (SK2).

7.1 Fältundersökningar

Fältundersökningarna har utförts enligt krav för geotekniskt fältarbete enligt Svenska Geotekniska Föreningens (SGF:s) rekommendationer.

Provtagning för störda prover är utförd i Provtagningskategori B, dessa har förvarats och transporterats i provpåsar av plast.

Provtagning för ostörda prover är utförd i Provtagningskategori A, dessa har förvarats och transporterats i klovådor av plast.

Fältundersökningar omfattning framgår av tabell 5.

Tabell 5: Utförda geotekniska fältundersökningar

Undersökningsmetod	Syfte	Antal punkter
Jordbergsondering (JB2)	Bedömning gränsen mellan jord och berg	63
CPT-sondering (CPT)	Bedömning av jordlagerföljd och preliminär uppskattning av geotekniska egenskaper	3
Viktsondering (Vim)	Bedömning av jordlagerföljd och preliminär uppskattning av geotekniska egenskaper	30
Skruprovtagningar (Skr)	Upptagning av störda jordprover för bedömning av jordlagerföljd	30
Kolvprovtagning (KVII)	Upptagning av ostörda jordprover för analys av jordens egenskaper	1
Kärnborrning (KB)	Upptagning av bergkärnor	3
Grundvattenrör	Mätning av grundvattennivån	11

7.2 Undersökningsperiod

De geotekniska fältundersökningarna utfördes mellan 12 januari och 04 februari 2022. Ansvarig fältgeotekniker var Håkan Eklund och Emin Demiroski, KF AB. Provtagning och sondering utfördes med borrhandsvagn av typen Geomachine 65 (GM 65).

Kompletterande geotekniska undersökningar utfördes under januari 2023. Ansvarig fältgeotekniker var Patrik Dahlberg och William Björklund, AFRY. Provtagning och sondering utfördes med borrhandsvagn av typen GM8.

Geotekniska undersökningar redovisas på geotekniska ritningar och upptagna jordprover i Skruvprotokoll, se Bilaga 1.

7.3 Provtagningskategori

Fältundersökningarna har utförts enligt krav för geotekniskt fältarbete enligt Svenska Geotekniska Föreningens (SGF:s) rekommendationer.

8 Geotekniska laboratorieundersökningar

Laboratorieundersökningarna har utförts av Per Carlsson, laboratorieingenjörer, Loxia group. Se Bilaga 4 - Laboratorieprotokoll.

8.1 Utförda undersökningar

Aktuella laboratorieundersökningar omfattar:

- Okulär jordartsklassning (benämning, vattenkvot och konflytgräns) av elva (11) prover.
- Ödometerförsök (CRS-försök) av tre (3) prover.
- Rutinundersökning ostört prov (benämning, vattenkvot, skrymdensitet, sensitivitet, flytgräns, skjuvhållfasthet och konflytgräns) av tre (3) prover.

9 Hydrogeologiska fältundersökningar

9.1 Tidigare utförda hydrogeologiska undersökningar

Undersökningar som utförts av andra aktörer i projektets tidigare skeden respektive närliggande skilda projekt har inarbetats i underlaget. Lektus ansvarar ej för riktigheten i andra aktörers utförda undersökningar, varken beträffande undersökningsresultat eller lägen.

Följande underlag har inarbetats:

- Systemhandling: PM Hydrogeologi, Bilaga 1 Grundvattennivåmätningar (Afry, 2021)
- PM Hydrogeologi, Gång- och cykeltunnlar under bergtorpsvägen och stora Marknadsvägen (Tyréns, 2019)

9.1.1 Grundvattennivåmätningar

I systemhandlingen har grundvattennivåmätning genomförts utifrån en delvis skild planerad ledningssträcka jämfört med den nu gällande. Mellan april och augusti 2020 har 27 grundvattenrör mätts. För de områden som är fortsatt aktuella från systemhandlingen belägna i Viggbyholm respektive Stolpaskogen är följande grundvattenrör aktuella, se Tabell 1.

Tabell 6. Beteckningar grundvattenrör från systemhandlingen.

Beteckning grundvattenrör Viggbyholm	Beteckning grundvattenrör Stolpaskogen
20A221G	20A301G
20A211G	20A303G
20A213G	20A305G
20A237G	20A307G
20A216G	20A324G
GVRWSP1	20A329G
19T14	20A336G
19T15	20A337G

I projekt Gång- och cykeltunnlar under Bergtorpsvägen och stora Marknadsvägen har grundvattennivåmätning genomförts i 14 grundvattenrör mellan januari och oktober 2019, se Tabell 7.

Tabell 7. Beteckning grundvattenrör från projekt gång- och cykeltunnlar under stora Marknadsvägen och Bergtorpsvägen.

Beteckning grundvattenrör
NC1702
NC1720
NC1715
NC1607
NC1725
08W05G
08W04G
09W01G
08W02G
08W03G
19T06GW
19T07GW
19T14GW
19T15GW

Samtliga grundvattenmätningar som utförts i tidigare och föreliggande skeden redovisas under avsnittet sammanställning grundvattennivådata.

9.1.2 Hydraultest

Hydraultest i form av slugtest och pumptest har genomförts av Tyréns. Testmetod och resultat från utvärdering redovisas i PM hydrogeologi, gång- och cykeltunnlar under stora Marknadsvägen och Bergtorpsvägen och sammanfattas i Tabell 8.

Tabell 8. Hydraultester.

Beteckning	Testmetod	Hydraulisk konduktivitet (m/s)
19T06GW	Slugtest	9,11E-7
19T07GW	Slugtest	8,72E-7
19T14GW	Pumptest	8,70E-6
NC1715	Slugtest	6,88E-8

Afry utförde slugtest under systemhandlingsskedet. Resultaten redovisas i PM hydrogeologi, omledning och kapacitetsökning VA, Täby och sammanfattas i Tabell 9.

Tabell 9. Hydraultester systemhandling.

Beteckning	Testmetod	Hydraulisk konduktivitet (m/s)
20A303G	Slugtest	4,87E-7
20A307G	Slugtest	1,30E-8
20A336G	Slugtest	2,69E-7
20A216G	Slugtest	9,87E-6

9.1.3 Grundvattenprovtagning

Grundvattenprovtagning har genomförts av Tyréns för att klarlägga vattenkvalité inför hantering av läns hållningsvatten. Metod och analysresultat redovisas i PM hydrogeologi, gång- och cykeltunnlar under stora Marknadsvägen och Bergtorpsvägen men sammanfattas i Tabell 10.

Tabell 10: Provtagna grundvattenrör i projekt gång- och cykeltunnlar under stora Marknadsvägen och Bergtorpsvägen.

Provtagna grundvattenrör	Analyspaket
19T14GW	Dagvatten litet; alifater
19T06GW	Dagvatten litet; alifater

9.2 Utförda hydrogeologiska undersökningar

Åtta grundvattenrör har installerats i samband med det geotekniska fältarbetet, installationsprotokoll återfinns i bilaga 2. Vid installation användes stålrör med diameter 2".

I samband med de kompletterande undersökningarna har tre grundvattenrör installerats. Vid installation användes stålrör med diameter 2" för 23LE05G och 23LE08G. För 23LE10G användes 50 mm plaströr. Installationsprotokoll återfinns i bilaga 2.

Tabell 11: Installerade grundvattenrör, installationsinformation

ID	Datum Installation	Datum Avläsning	My [+]	Spets [+/-]	Topp [+]	GV [+]	GV [m u my]
21LE03G	22-01-17	22-02-07	12,23	8,71	12,71	10,78	1,4
21LE19G	22-01-16	22-02-07 22-02-07	16,32	11,19	17,19	15,44	0,9 1,0
21LE45G	22-01-27	22-02-07	30,94	27,48	31,48	28,45	2,5
21LE66G	22-02-14	22-02-07	20,41	15,34	21,34	18,13	2,28
21LE69G	22-02-14	22-02-07	20,42	15,07	21,07	18,69	1,73
21LE71G	22-01-17	22-02-07	8,20	-2,82	9,18	7,7	0,5
21LE91G	22-01-28	22-02-07	31,85	27,48	32,48	30,44	1,5
21LE99G	22-01-17	22-02-07	7,97	-3,07	8,93	Fruset	Fruset
23LE05G	2023-01-10		19,91	17,36	21,36		
23LE08G	2023-01-17		20,90	17,75	21,75		
23LE10G	2023-01-10		21,72	11,82	22,82		

9.2.1 Grundvattennivåmätningar

Manuell grundvattennivåmätning i fält har genomförts av Structor en gång per månad mellan april 2022 och januari 2023 i 22 grundvattenrör, se Tabell 12. För rörinformation och nivåmätdata, se information under respektive delområde i avsnittet Sammanställning grundvattennivådata.

Vidare har grundvattenrör 21LE69G och 21LE71G försetts med automatisk trycknivågivare (logger) mellan datum och datum. Trycknivågivarna programmerades att registrera vattentrycket en gång per timme. Mätdata från de automatiska mätningarna redovisas i Figur 4 och 8. En tredje logger installerades under januari 2023 i 22LE05G men ingen data är tillgänglig för detta rör.

Tabell 12: Beteckningar grundvattenrör.

Beteckning	Beteckning
12AT111G	20A337G
19T14GW	21LE03G
19T15GW	21LE19G
20A237G	21LE45G
20A301G	21LE66G
20A303G	21LE69G
20A305G	21LE71G
20A307G	21LE91G
20A324G	21LE99G
20A329G	23LE10
20A336G	23LE05
23LE08	

9.2.2 Grundvattenprovtagning

Structor Vatten & Miljö Uppsala AB utförde en vattenkemiska provtagningar i Täby den 2023-01-18 i syfte att kartlägga grundvattenkvaliteten inför hantering av länsvatten samt risken för föroreningsspredning i samband med vattenbortledning.

Provtagningen utfördes i grundvattenrören 21LE71G och 23LE10 med peristaltisk pump av typen Eijkellamp Peristaltic pump 12 VDC Advanced.

Vattenanalyspaketen som beställdes redovisas i tabell 13 och utfördes av ALS Life Science.

Tabell 13: Beställda provtagningspaket

GV-3 Plus	OV-3E
OV-5A	Kväve (total) i vatten
WATERPACK-7	Fosfor total i vatten
OV-34A	Suspenderade
OV-6A	Sulfat i vatten

Grundvattenrör 21LE71G är ett 2" (51 mm) stålrör med ett totalt rördjup på 11,88 meter under röröverkant (uRÖK). Grundvattennivån i röret innan provtagningen påbörjades var +7,88 efter pumpen installerades på nivå +3,18.

Grundvattenrör 23LE10 är ett 50 mm PEH-rör med ett totalt rördjup på 11,03 meter uRÖK. Den peristaltiska pumpen installerades på 10 meter uRÖK och hade en grundvattennivå innan provtagning på 5,69 m uRÖK.

Innan provtagningen omsattes respektive grundvattenrör strax över 3 rörvolymmer.

Temperaturen vid provtagningen var varierade mellan 2 °C till 5 °C och under morgonen innan provtagningen kom en kraftig regnskur under någon timme.

Proverna förvarades under dagen mörkt i kylboxar med kylklampar i laboratoriets anvisade provkärl och lämnades in på laboratoriet i Danderyd samma dag som provtagningen.

Resultaten från laboratoriets analyser redovisas i bilaga 10.

9.2.3 Vattenförlustmätning

I samband med upptagning av bergkärnor vid anslutningen mot Käppala och vid pumpstation P8 vid Stockholmsvägen utfördes vattenförlustmätning i kärnborrhål. Resultatet redovisas i bilaga 8.

9.3 Sammanställning grundvattennivådata

Föreliggande grundvattennivådata är en sammanställning av uppmätta grundvattennivåer i fält inom ramen för projektet samt relevant underlag från tidigare beskrivna källor. Presentation av nivådata sker enligt en indelning av områden där ledningssträckan planeras.

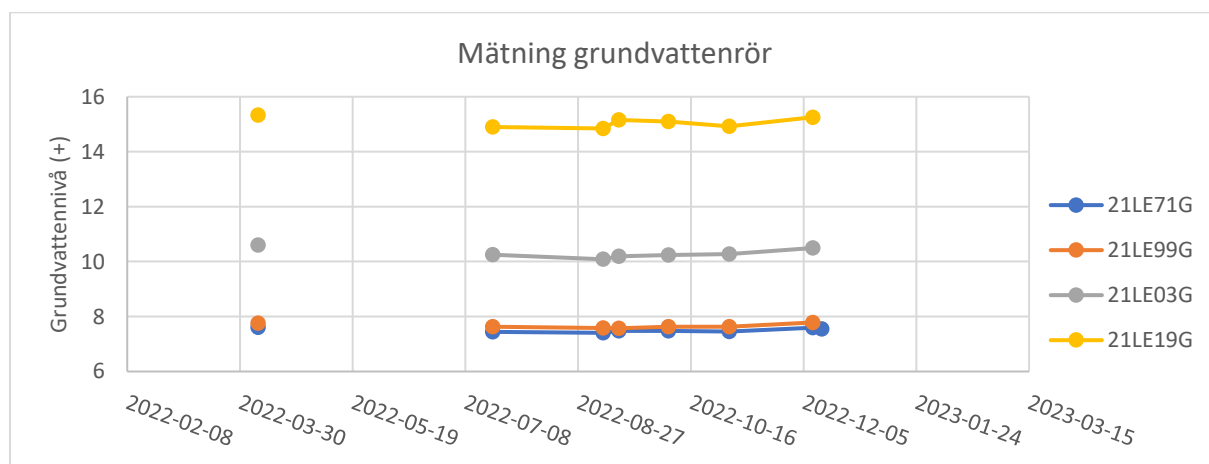


Figur 4: Sammanställning av grundvattenrör inom projektet.

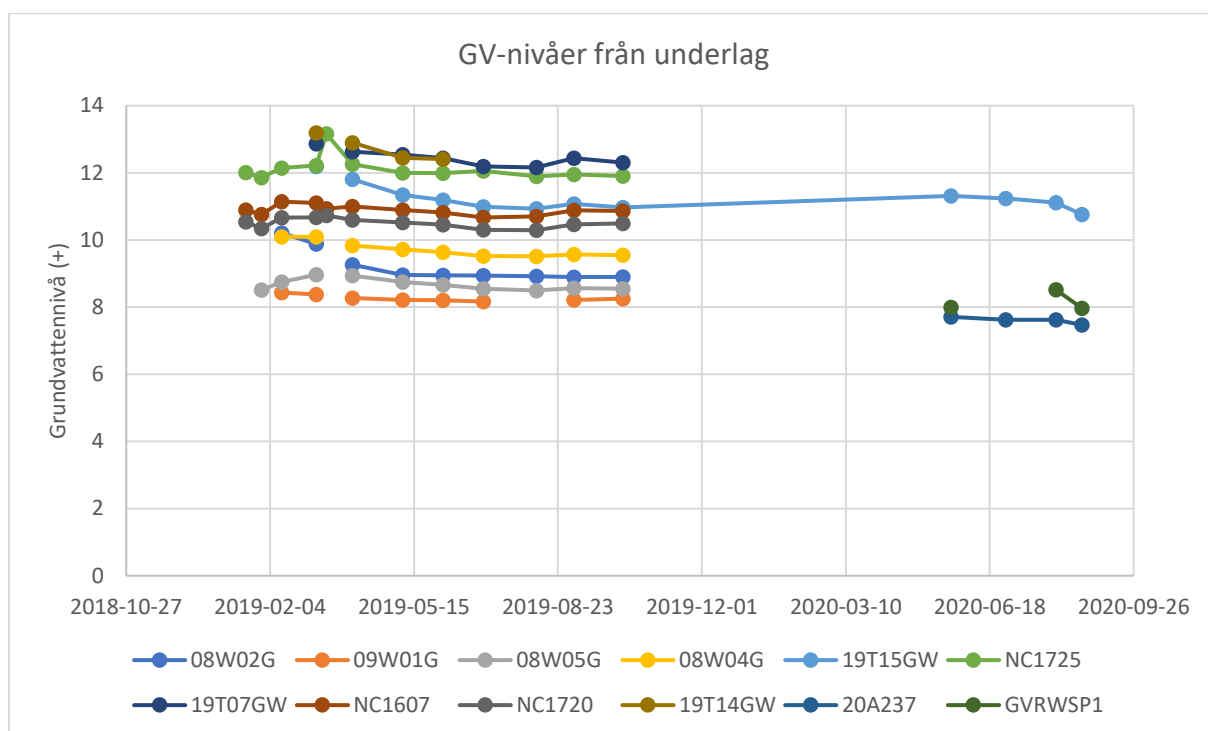
Tabell 14: Mätperiod samt plan- och höjdangivelser för grundvattenrör vid Viggbyholm.

ID	Mätperiod	X	Y	marknivå	magasin	spetsnivå	GV-max	GV-min	GV-median
21LE71G	202204-202301	155515,81	6592597,547	8,20	undre	-2,8	7,60	7,41	7,48
21LE99G	202204-202301	155533,37	6592598,719	7,97	undre	-3,1	7,78	7,57	7,62
21LE03G	202204-202301	155225,31	6592646,748	12,23	undre	8,7	10,60	10,08	10,25
21LE19G	202204-202301	154964,44	6592857,81	16,32	undre	11,2	15,32	14,84	15,09
08W02G	201902-201910	155314,41	6592450,17	10,74	undre		8,44	8,17	8,24
09W01G	201902-201910	155314,75	6592576,26	11,98	undre		10,10	9,52	9,64
08W05G	201901-201910	155308,10	6592710,15	12,49	undre		13,16	11,86	12,01
08W04G	201902-201910	155371,66	6592787,23	11,98	undre		13,06	8,50	8,67
19T15G	201903-202008	155198,61	6592719,64	14,77	undre	10,42	12,19	10,76	11,15
NC1725	201901-201910	155112,41	6592676,01	12,3	undre		11,14	10,67	10,89
19T07GW	201903-201910	155077,80	6592689,07	13,43	undre		11,15	10,81	10,95
NC1607	201901-201910	155124,27	6592605,17	12,76	undre		12,25	10,10	10,44
NC1720	201901-201910	155029,05	6592575,88	11,94	undre		10,88	10,31	10,45
19T14GW	201903-202008	155130,87	6592749,00	14,76	undre	12,16	12,87	<12,16	12,44
20A237G	202005-202008	155526	6592597	8,091	undre	-1,38	7,71	7,47	7,62
GVRWSP1	202005-202008	155331	6592584	10,495	undre	6,75	8,52	7,97	7,99

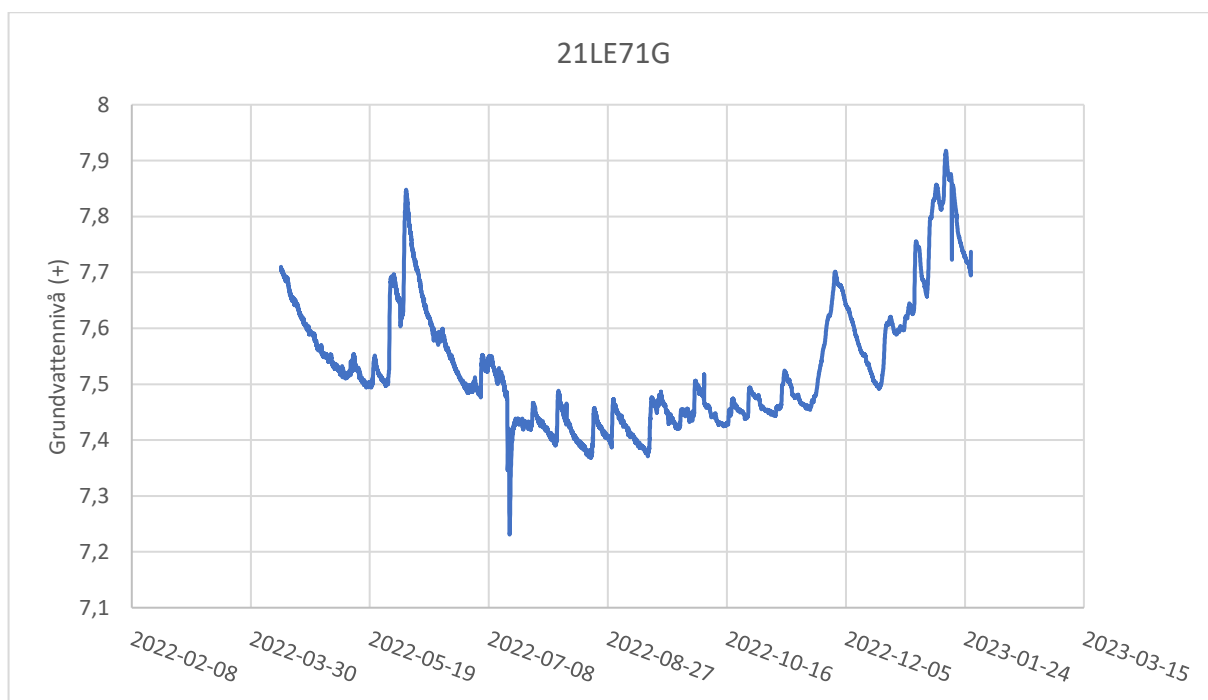
9.3.1 Viggbyholm, DP5



Figur 5: Uppmätta grundvattennivåer vid Viggbyholm.



Figur 6. Tidigare uppmätta grundvattennivåer vid Viggbyholm.

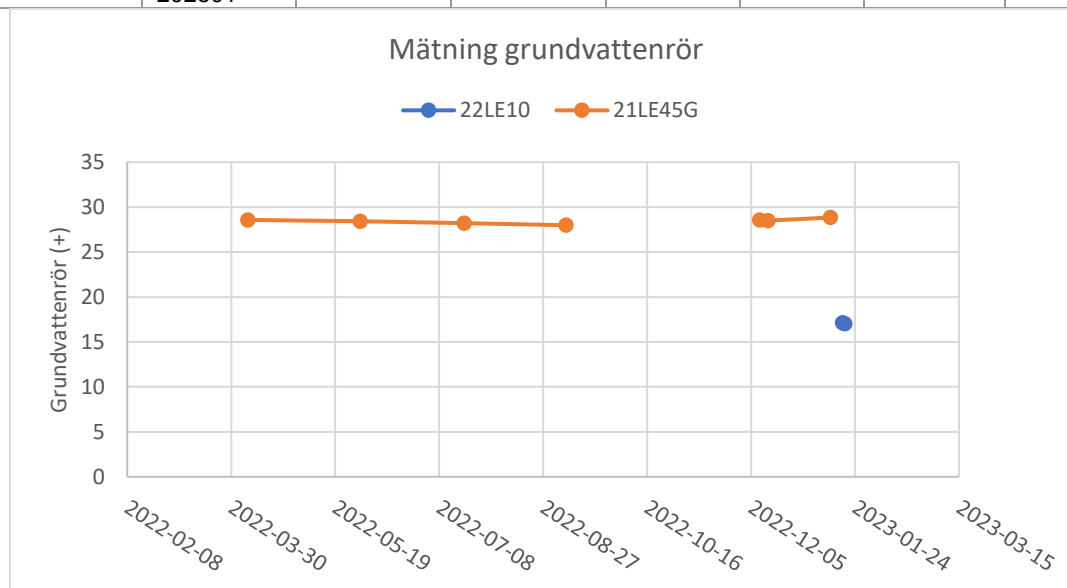


Figur 7. Loggerdata för 21LE71G.

9.3.2 Stockholmsvägen, DP8

Tabell 15. Mätperiod samt plan- och höjdangivelser för grundvattenrör vid Stockholmsvägen.

ID	Mätperiod	X	Y	marknivå	magasin	spetsnivå	GV-max	GV-min	GV-median
23LE10	202301-	6593136,08	154867,92	21,72	berg	11,82	17,13	17,02	17,075
23LE05	-	6593138,52	154896,31	19,91	undre	17,36	-	-	-
21LE45G	202204-202301	154198,64	6593129,67	30,94	undre	27,5	28,84	27,985	28,49

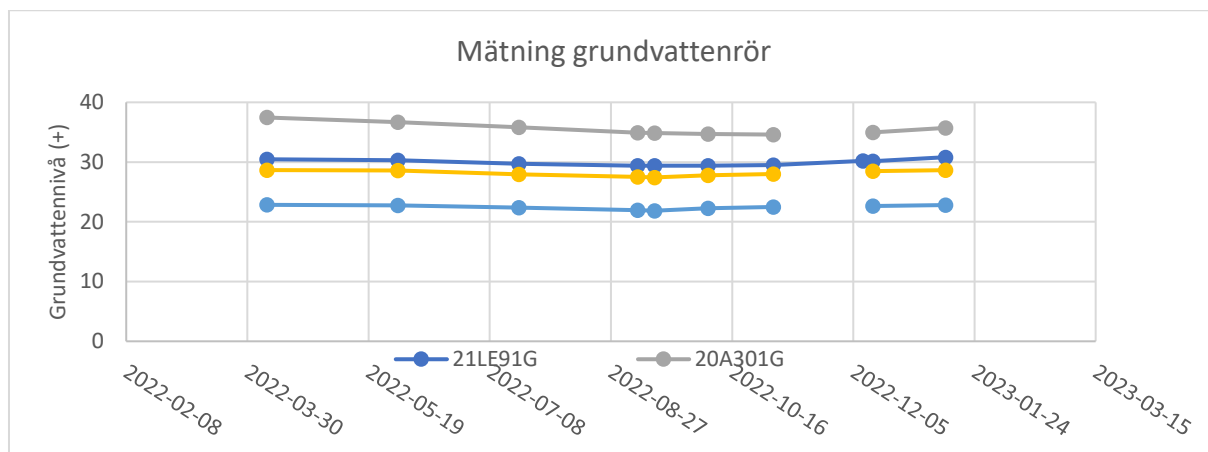


Figur 8. Uppmätta grundvattennivåer vid Stockholmsvägen.

9.3.3 Stolpaskogen

Tabell 16. Mätperiod samt plan- och höjdangivelser för grundvattenrör vid Stolpaskogen.

ID	Mätperiod	X	Y	marknivå	magasin	spetsnivå	GV-max	GV-min	GV-median
21LE91G	202204-202301	154152,11	6593174,72	31,85	undre	27,5	30,81	29,39	29,95
20A301G	202204-202301	154013,53	6593716,00	38,62	undre	-	37,46	34,60	34,94
20A305G	202204-202301	153795,85	6593806,78	28,81	undre	-	28,66	27,43	28,03
20A307G	202204-202301	153671,75	6593839,47	22,98	undre	-	22,84	21,86	22,50

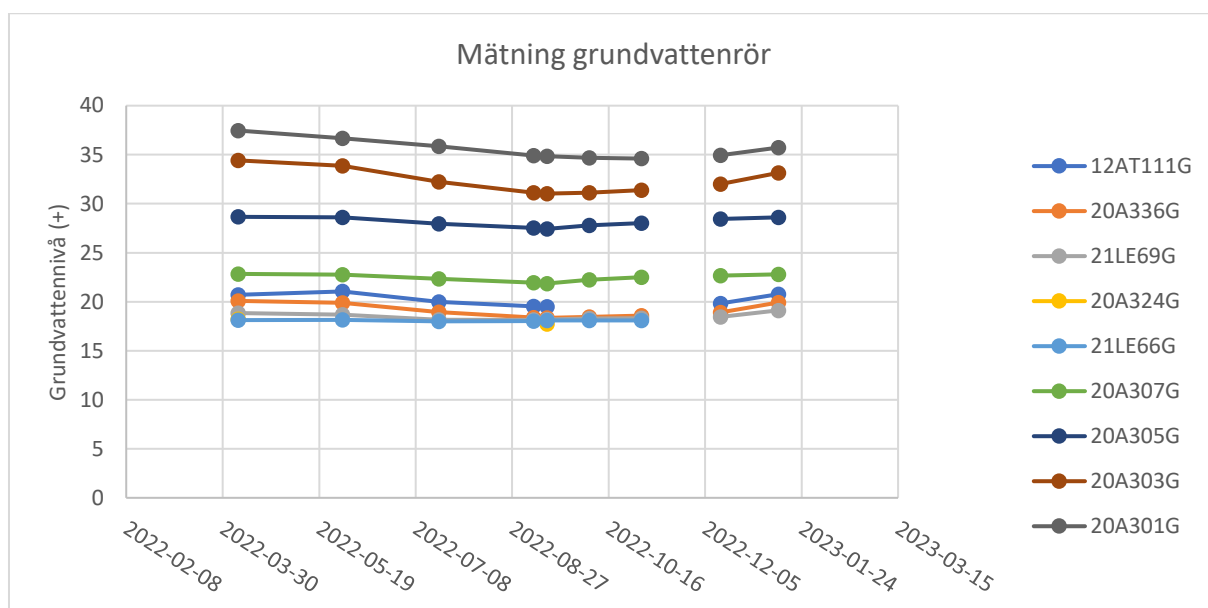


Figur 9. Uppmätta grundvattennivåer vid Stolpaskogen

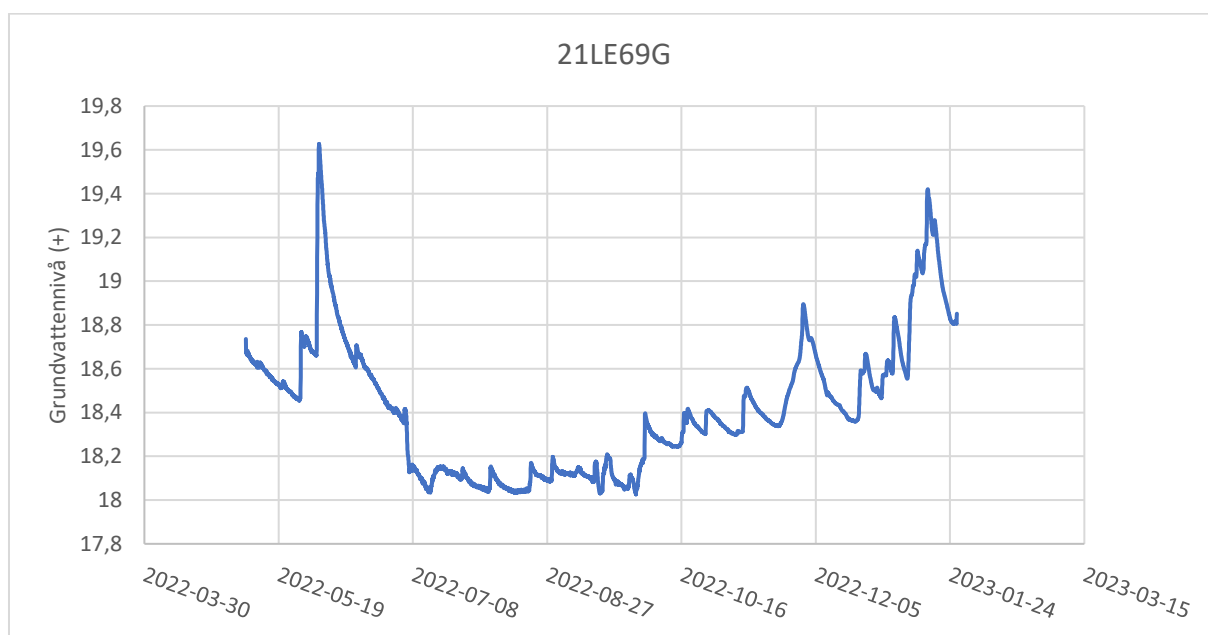
9.3.4 Ensta, anslutning Käppala

Tabell 17. Mätperiod samt plan- och höjdangivelser för grundvattenrör vid Ensta, anslutning Käppala.

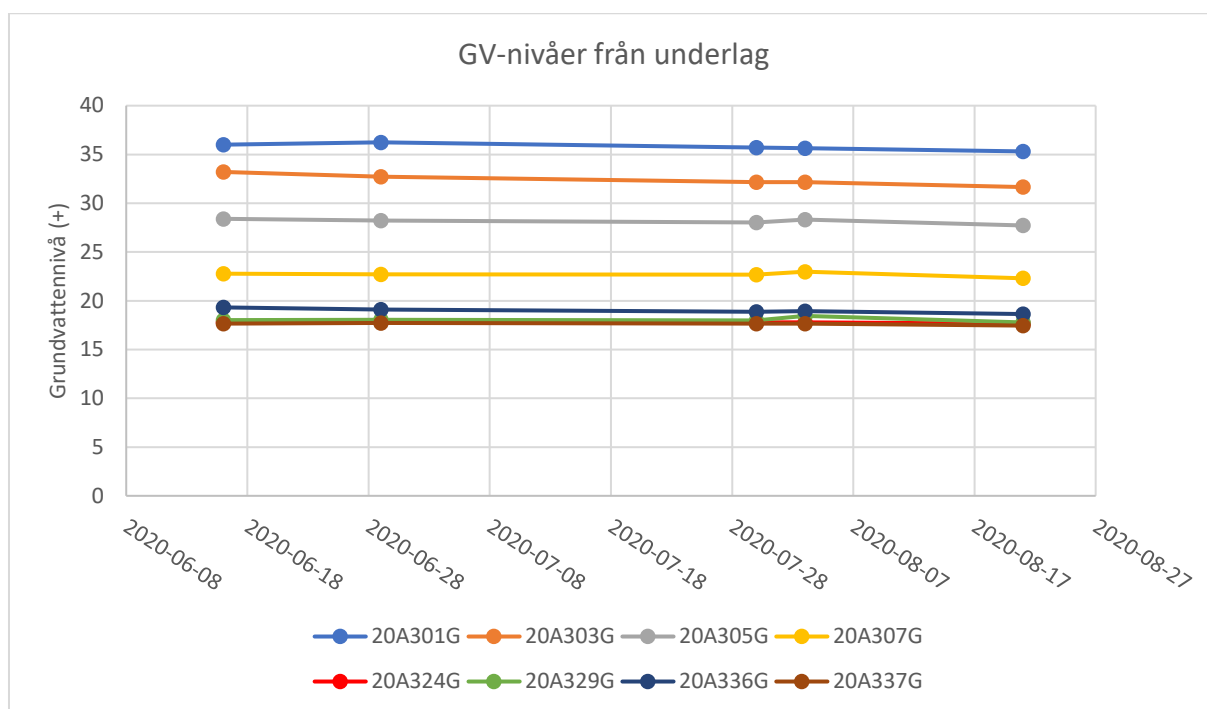
ID	Mätperiod	X	Y	marknivå	magasin	spetsnivå	GV-max	GV-min	GV-median
12AT111G	202204-202301	153317,29	6593892,98	22,03	undre	-	21,05	19,51	20,00
20A336G	202204-202301	153353,91	6593884,04	21,24	Undre	16,24	20,09	18,36	18,91
21LE69G	202204-202301	153443,58	6593882,46	20,42	Undre	15,1	19,12	18,15	18,33
20A324G	202204-202301	153482,75	6593849,83	19,78	Undre	15,56	18,22	17,75	17,98
21LE66G	202204-202301	153562,94	6593866,83	20,41	Undre	15,3	18,15	18,00	18,11
20A307G	202204-202301	153671,75	6593839,47	22,98	undre	20,18	22,84	21,86	22,50
20A305G	202204-202301	153795,85	6593806,78	28,81	undre	25,51	28,66	27,43	28,03
20A303G	202204-202301	153904,30	6593763,42	35,30	öppet	29,80	34,42	31,03	31,99
20A301G	202204-202301	154013,53	6593716,00	38,62	öppet	33,12	37,46	34,60	34,94



Figur 10. Uppmätta grundvattennivåer vid Ensta, anslutning Käppala.



Figur 11. Loggerdata för 21LE69G.



Figur 12. Tidigare uppmätta grundvattennivåer vid Ensta, anslutning Käppala.

10 Kärnkartering

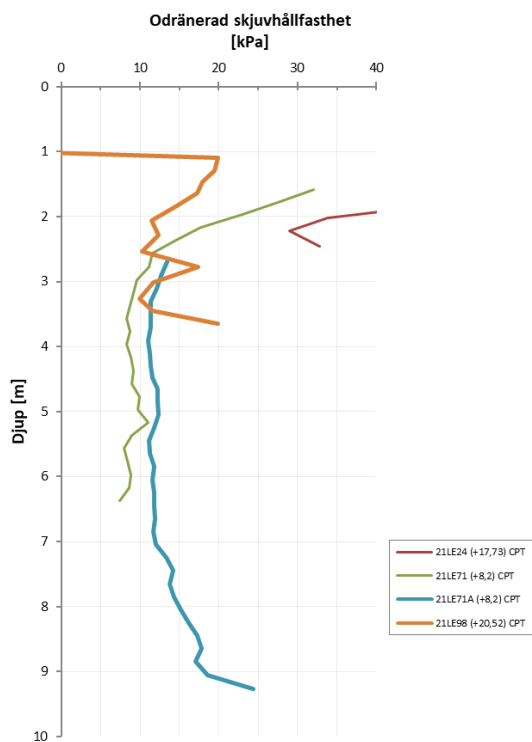
Syftet med denna kärnkartering är att ta fram kompletterande underlag för beslut och design av injektering samt stabilitet/förstärkning. Utredning utfördes av Geomechanics Sweden. Resultatet redovisas i bilaga 9.

11 Härledda värden

CPT-sonderingar har utvärderats och korrigerats för systematiska fel med programvaran CONRAD version 3.1.1 (framtagen av SGI), se bilaga 2. Utvärdering i CONRAD sker enligt SGI information nr. 15. Skjuvhållfasthet är korrigerade utifrån lerans konflytgräns enligt SGI information 3.

11.1 Hållfasthetsegenskaper

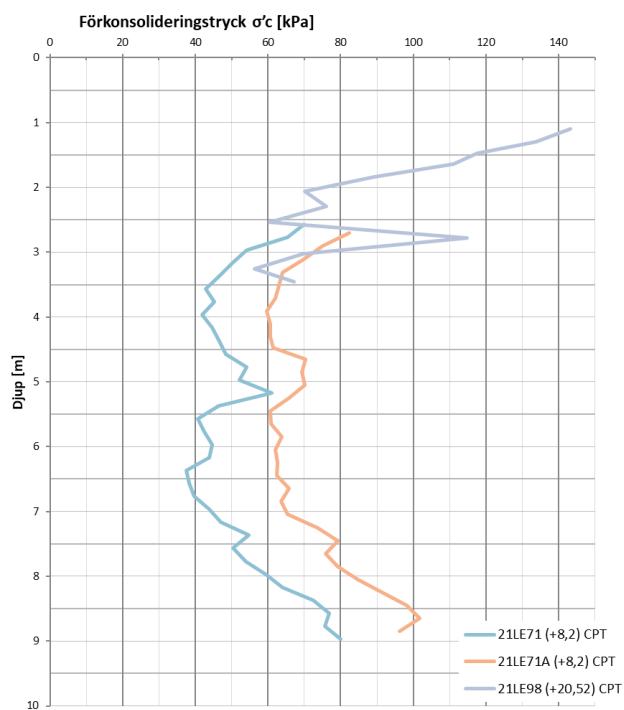
I figur 13 visas den odränerade skjuvhållfastheten utvärderad från utförd CPT-sondering. Skjuvhållfastheten är korrigerad mot konflytgräns.



Figur 13: Odränerad skjuvhållfasthet korrigerad mot konflytgräns.

11.2 Deformationsegenskaper

I figur 14 visas förkonsolideringstryck från utvärderad CPT-sondering redovisat mot djup.



Figur 14: Förkonsolideringstryck utvärderat från CPT-sondering.

12 Markmiljötekniska fältundersökningar

12.1 Utförda undersökningar

Markmiljötekniskt fältarbete i form av provtagning av jord är utfört med geoteknisk borrhandsvagn av typ GM 65 GT.

Provtagning av jord har utförts vid undersökningspunkter enligt tabell 18 nedan. Provtagningsprotokoll återfinns i bilaga 3. Prover har tagits ut per halvmeter, och/eller vid avvikande jordlager, ned till ett djup om minst ca 0,5 m under eventuellt förekommande fyllningsmaterial alternativt ned till ett djup om ca 2,0 m under markytan. Ett jordprov per provpunkt har skickats på analys, övriga prover sparas på laboratoriet för att möjliggöra eventuell komplettering av analyser. Tagna prover samt bedömda jordarter framgår av tabell nedan.

Undersökningspunkter med borrhandsvagn är inmätta i plansystem SWEREF 99 18 00 och höjdsystem RH 2000, Samtliga borrhandspunkter samt koordinater, se tabell nedan.

Tabell 18: Visar jordartstolkning i provtagna miljöpunkter samt analyserat jorddjup

Id	x	Y	Z	Analyserat jorddjup	Jordart 1,5-2,0
21LE01M	6592593.540	155496.008	8.876	0 – 2,5 2,5 – 3,0	Mg: (cl)gr Sa Le
21LE02M	6592579.736	155364.700	10.200	0 – 0,4 0,4 – 1,0	Mg: (gr)husaLe siCldc
21LE03M	6592591.118	155273.180	11.604	0 – 3,8	Mg: saclGr/grsasiCldc
21LE04M	6592699.768	155197.717	13.472	0 – 0,4 0,4 – 1,0	Mg: grsaHu siCldc
21LE05M	6592773.535	155021.586	16.000	0 – 0,5 0,5 – 1,0	Mg: gr,hu,sa,cldc (si)Cldc
21LE06M	6592848.431	154974.882	16.300	0 – 1,0 1,0 – 2,0	Mg: (gr)(sa)clHu (si)Cldc
21LE07M	6592929.212	154933.095	17.326	0 – 0,6 0,6 – 1,3	Mg: gr,sa,hu,cl (sa)(si)Cldc
21LE08M	6592991.671	154913.899	18.418	0 – 0,5 0,5 – 1,0	Mg: (gr),(sa),(hu),cl (si)Cldc/grSa
21LE09M	6593070.144	154903.388	19.000	0 – 1,5 1,5 – 2,0	Mg: stgrSa (si)Cldc
21LE11M	6593112.735	154699.150	30.572	0 – 0,8 0,8 – 1,5	husigrSa Si
21LE12M	6593096.317	154705.578	30.127	0 – 0,3 0,3 – 1,0	Hu (gr)siSa
21LE13M	6593120.044	154595.200	32.243	0 – 0,4 0,4 – 1,0	Mg: saclHu grSa
21LE14M	6593117.758	154449.527	38.750	0 – 0,8 0,8 – 1,2	Mg: cl,hu,gr,sa Sa
21LE15M	6593113.819	154352.138	32.000	0 – 1,0 1,0 – 1,4	Mg: (gr)saCl siCldc
21LE16M	6593122.967	154295.243	30.500	0 – 0,5	Mg: hu,grsiSa

Id	x	Y	Z	Analyserat jorddjup	Jordart 1,5-2,0
				0,5 – 1,2	sisaTi / siCldc
21LE17M	6593125.903	154243.703	29.569	0 – 0,4 0,4 – 1,0	Mg: (gr)hussCl siCldc
21LE18M	6593174.722	154152.113	31.853	_sivLe	(gr)_sivLe
21LE19M	6593287.193	154134.511	33.913	0 – 0,5 0,5 – 1,0	Mg: hu,cl,si,sa siSa / siCldc
21LE20M	6593356.598	154119.721	37.673	0 – 0,4 0,4 – 1,0	Mg: gr,sa, hu grsiSa / Cldc
21LE21M	6593655.523	154071.667	38.636	0 – 1,0	saHu / sisaTi
21LE22M	6593767.904	153876.634	34.646	0 – 0,7	hugrSa / sisaTi
21LE23M	6593827.099	153697.592	25.007	0 – 0,4 0,4 -1,0	Mg: clHu sisaTi
21LE24M	6593859.888	153590.584	20.904	0 – 0,3 0,3 – 1,0	Mg: sasiHu Cldc_si_
21LE25M	6593883.652	153344.440	21.693	0 – 1,0	SiCldc / grsiSa

12.2 Undersökningsperiod

De miljötekniska undersökningarna utfördes samtidigt som med geotekniska fältundersökningarna.

12.3 Fältingenjör

Håkan Eklund (KF AB) är ansvarig fältingenjör för miljötekniska undersökningar.

13 Markmiljötekniska laboratorieundersökningar

13.1 Utförda undersökningar

Utförda laboratorieanalyser redovisas i bilaga 5 och laboratorieundersökningarnas omfattning framgår av tabell nedan.

Tabell 19: Miljöprovernas analysomfattning i jord

Analys	Omfattning	Antal
Metaller	As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V Zn	27 st
Oljekolväten	Fraktionerade alifater, aromater, BTEX och PAH-16	27 st

13.2 Undersökningsperiod

Laboratorieundersökningarna har utförts mellan 2021-01-12 och 2021-02-04.

13.3 Laboratorium

Analyserna är utförda på det ackrediterade laboratoriet ALS Scandinavia AB.

14 Redovisning av fält- och laboratorieundersökningar

Redovisning av gjorda fält- och laboratorieundersökningar görs på plan-, profilritningar. Redovisade värden visar uppmätta värden enligt respektive metods standard eller SGF metodbeskrivning.

Ritningsförteckning upprättas för redovisade plan- och sektionsritningar.

15 Bilagor

Tabell 20: Förteckning Bilagor

Bilagenr.	
1	Provtagningsprotokoll
2	Grundvattenprotokoll
3	Provtagningsprotokoll Miljöprovtagning
4	Laboratorieprotokoll Geoteknik
5	Laboratorieprotokoll Miljöteknik
6	CPT-utvärdering
7	Kalibreringsprotokoll
8	Vattenförlustmätning
9	Kärnkartering
10	Laboratorieprotokoll Vattenkemisk analys

16 Ritningsförteckning

Tabell 21: Ritningsförteckning

Ritningsnr.	Typ	Skala	Format
G-10-1-001 - G-10-1-011	Planritning	1:500	A1
G-10-2-001 - G-10-2-013	Borrhålsritningar	1:100	A1
G-10-3-001 - G-10-3-016	Profilritningar	H 1:100 – L 1:500/L 1:200	A1