

Projekterings PM Geoteknik

Utvidgning Berthåga kyrkogård
Berthåga 11:30
Uppsala kommun



Projekterings PM, Geoteknik

UppdragsnamnBerthåga 11:30
Uppsala kommun**Uppdragsgivare**Uppsala Pastorat
Peter Berglund**Vår handläggare**

Klara Skoog / Henrik Håkansson

Datum

2025-01-17

Rev. datum

2025-11-18

Innehåll

1	Sammanfattning	3
2	Uppdrag	3
3	Objektsbeskrivning – översiktlig	4
4	Utförda undersökningar	4
5	Markförhållanden	4
6	Grundvatten och ytvatten	5
7	Grundläggning av byggnad	7
8	Grundläggning markbädd	7
9	Schakt för gravar	8
10	Övrig schakt samt dräneringsledningar	8
11	Ras och skred	9
12	Övrigt	12
13	Bilagor	12

1 Sammanfattning

Jordlagerföljden består av ett ca 0,8 – 12 m mäktigt lager **kohesionsjord** ovan **frikationsjord** vilandes på **berg**. Lermäktigheten ökar åt öster, d.v.s. i riktning mot närliggande vattendrag.

Grundvattnets trycknivå inom området varierar mellan ca 0,8 – 7,6 m under markytan, med de grundare nivåerna i den södra delen av undersökningsområdet. Grundvattennivåer fluktuerar över året och ytterligare mätningar kommer att utföras månadsvis fram till oktober 2025 för att se dessa variationer.

För att förhindra att kontaminerat lakvatten kan förorena grundvattnet föreslås en skyddande barriär av lera under gravarnas schaktbotten. Mäktigheten på detta lerlager föreslås till 2 m. Vid ett gravdjup om 2 m innebär detta att en total lermäktighet på minst 4 m krävs för att uppnå tillräcklig täthet och vid ett gravdjup om 1,5 m motsvarande 3,5 m total lermäktighet.

Inom ramen för undersökningen har även placeringen av en byggnad i den sydvästra delen samt en markbädd i den norra delen av området beaktats.

2 Uppdrag

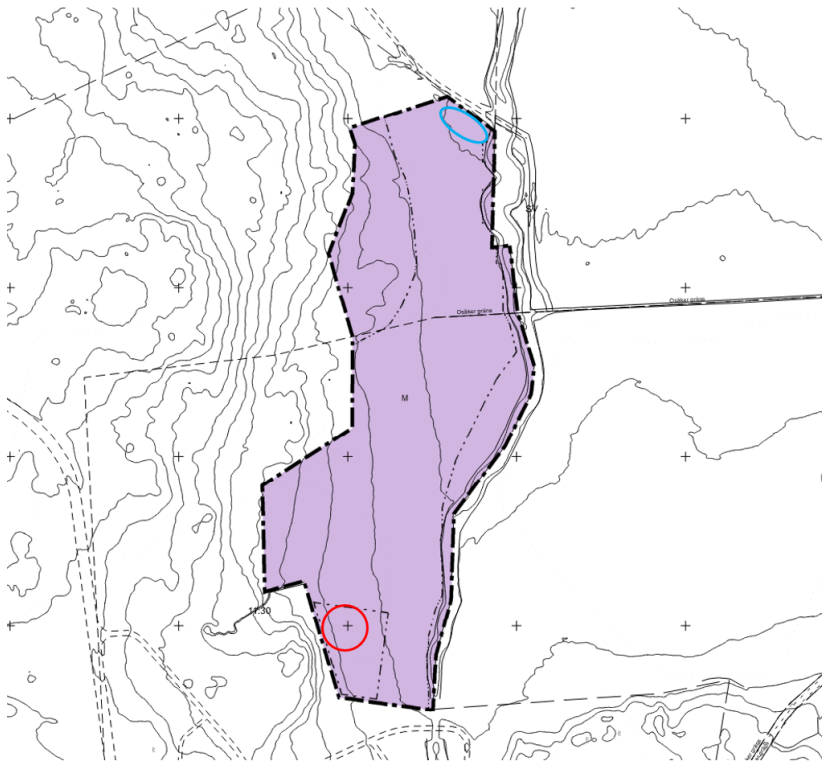
Bjerking AB har på uppdrag av Uppsala Pastorat utfört en geoteknisk undersökning på fastigheten Berthåga 11:30 för undersökning av lerdjup och kontroll av grundvattnets trycknivå. Det undersökta området ligger i Berthåga, Uppsala kommun. Se Figur 1 för ungefärligt undersökningsområde.



Figur 1. Ungefärligt undersökningsområde markerat med röd gränslinje. Bild från Bjerking's kartportal 2024-11-26. ©Lantmäteriet.

3 Objektsbeskrivning – översiktlig

Berthåga kyrkogård planeras att utvidgas med fler gravplatser för kistbegravningar. En byggnad i södra delen av undersökningsområdet kan bli aktuellt. För utkast på plankarta se **Fel! Hittar inte referenskölla..**



Figur 2. Utkast plankarta. Ungefärlig placering av byggnad markerad med röd cirkel och markbädd med blå cirkel. Plankarta daterad 2024-11-16.

4 Utförda undersökningar

Resultaten från utförda undersökningar framgår av tillhörande Markteknisk undersökningsrapport (MUR) med uppdragsnummer 24U1713, daterad 2025-10-01 upprättad av Bjerking AB.

5 Markförhållanden

Jordlagerföljden består överst av ett lager **muljord** överlagrandes **kohesionsjord** ovan **friktionsjord** vilandes på **berg**. Lerans mäktighet ökar i östlig riktning.

Kohesionsjorden utgörs av lera som i de översta 0,3 m har inslag av hummus. Ner till ca 1-2 m djup är leran av torrskorpekaraktär för att djupare ner övergå till att i huvudsak utgöras av med låg till mycket låg skjuvhållfasthet. Den totala lermäktigheten uppgår till mellan ca 0,8 - 12 m och ökar i östlig riktning mot vattendraget.

Friktionsjordens mäktighet och **bergets** överyta har inte undersökt inom ramen för detta uppdrag.

6 Grundvatten och ytvatten

Mot bakgrund av registrerade grundvattenobservationer, se Tabell 1, bedöms grundvattenytans trycknivå ligga mellan ca 0,8 – 10,2 m under markytan med en fallande gradient norrut. I september 2025 installerades fyra nya grundvattenrör längre västerut där lerdjupet uppskattades till 3 m utifrån den interpolerade lerdjupskartan. Tre av dessa grundvattenrör var torra vid avläsningstillfällena, men baserat på avläsningar från det fjärde röret ligger grundvattenytans trycknivå ca 4,4–4,7 m under markytan, vilket är nära bergets överyta i denna punkt.

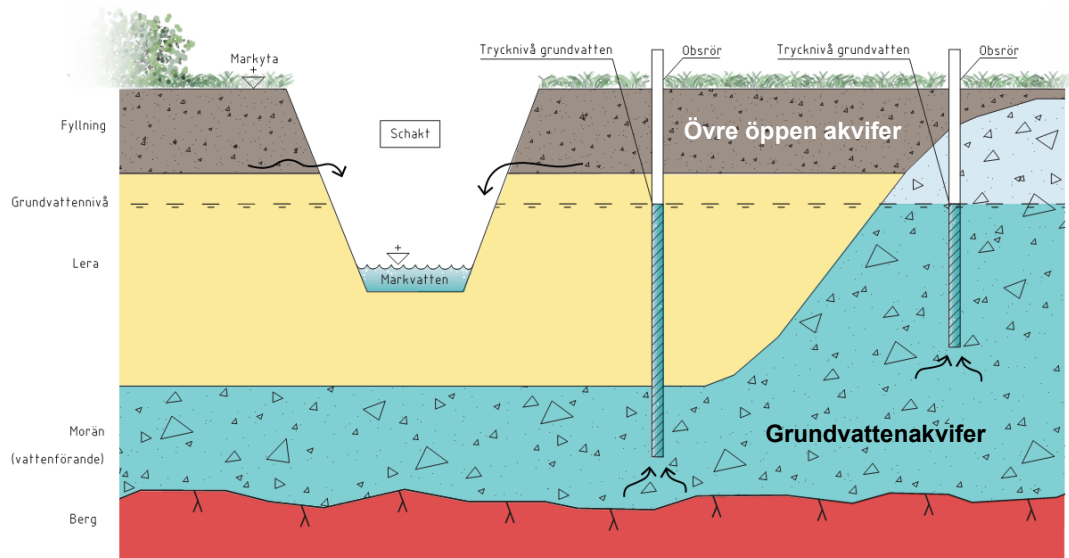
Tabell 1. Registrerade grundvattenobservationer. Nivåer angivna i höjdsystem RH2000.

Grundvattenrör	Marknivå	Datum	Nivå GVY	Anmärkning
24B01GV	+19,7	2024-11-25	+10,0	Ej stabil
		2024-11-26	+10,4	
		2024-12-05	+12,4	
		2025-01-07	+12,1	
		2025-02-10	+12,5	
		2025-03-10	+11,5	
		2025-04-10	+10,0	
		2025-05-07	+9,7	
		2025-06-11	+9,6	
		2025-08-14	+9,6	
		2025-09-10	+9,5	
24B02GV	+20,3	2024-11-26	+18,1	Ej stabil
		2024-12-05	+17,5	
		2025-01-07	+16,6	
		2025-02-10	+16,2	
		2025-03-10	+15,6	
		2025-04-10	+14,6	
		2025-05-07	+13,8	
		2025-06-11	+13,2	
		2025-08-14	+12,7	
		2025-09-10	+12,5	
		2025-09-23	+12,4	
24B03GV	+20,9	2024-11-26	+19,7	Ej stabil
		2024-12-05	+19,4	
		2025-01-07	+18,6	
		2025-02-10	+18,6	
		2025-03-10	+17,9	
		2025-04-10	+16,5	

		2025-05-07	+16,8	
		2025-06-11	+15,4	
		2025-08-14	+15,1	
		2025-09-10	+14,8	
		2025-09-23	+14,7	
24B04GV	+21,7	2024-11-26	+19,7	Ej stabil
		2024-12-05	+20,9	
		2025-01-07	+19,9	
		2025-02-10	+20,7	
		2025-03-10	+19,4	
		2025-04-10	+18,2	
		2025-05-07	+17,8	
		2025-06-11	+18,4	
		2025-08-14	+17,8	
		2025-09-10	+16,9	
		2025-09-23	+16,9	
25B01GV	+20,3	2025-09-19	-	Torrt
		2025-09-23	-	Torrt
25B02GV	+21,4	2025-09-19	-	Torrt
		2025-09-23	-	Torrt
25B03GV	+22,0	2025-09-19	+17,6	
		2025-09-23	+17,3	
25B04GV	+22,8	2025-09-19	-	Torrt
		2025-09-23	-	Torrt

Historiskt har grundvattnets trycknivå generellt stått som högst under våren (mars-maj). Utförda avläsningar under senare år har dock visat att höga nivåer även förekommer under höst och vinter. Med anledning av detta kommer mätning av grundvattnets trycknivå utökas och utföras månadsvis under hösten och vintern fram till juni 2026.

Observera att vid förekomst av *lera* är nivån på det vatten som ansamlas i en schaktgrop eller liknande inte detsamma som grundvattenytans trycknivå, se Figur 3. Lerans låga permeabilitet (vattenförande förmåga) skapar en tät barriär mellan den övre öppna akviferen (markvattnet i fyllning/ytliga jordlager) och grundvattenakviferen. Grundvattnet flödar enbart i det vattenförande jordlager som underlagrar leran, t.ex. morän.



Figur 3. Skillnad mellan markvattnen och grundvattnen, framtagen av Bjerking 2018-09-10.

Ytvatten sjunker normalt ner i humusjord eller avbördas via befintligt dagvattensystem. Vid riklig nederbörd eller tjälade förhållanden kan även ytavrinning ske i terrängens lutningsriktning.

7 Grundläggning av byggnad

En översiktlig bedömning har utförts inför uppförande av en mindre byggnad i den sydvästra delen av undersökningsområdet. Mått och laster för planerad byggnad är i nuläget inte kända mer än att det planeras för en kvalificerad byggnad som kan tillhandahålla möjlighet för tvagning och kylrum.

För att kunna grundlägga byggnaden direkt i mark, d.v.s. undvika pålning eller annan geoteknisk förstärkningsåtgärd, bör byggnaden placeras där lerdjupet är mindre än 2,5 meter, se lerdjupskarta i Figur 4.

Förslaget förutsätter att en mindre differenssättning på 1 – 2 cm kan accepteras.

När projekteringsförutsättningar har kommit längre rekommenderas att en kompletterande geoteknisk undersökning utförs.

8 Grundläggning markbädd

I den nordöstra delen av området planeras för en markbädd. Schakten för markbädden planeras ner till 2 meters djup.

Schakt kan utföras som planerat med släntlutning 1:1 utan särskilda förstärkningsåtgärder¹. Detta under förutsättning att släntkrön hålls fritt minst 1,0 m och att last på släntkrön inte överstiger 2 ton/m².

¹ Typschakt 4 ur Schakta säkert 2015.

9 Schakt för gravar

Schakt för gravar planeras ner till 2 meters djup. Utifrån avlästa värden på grundvattnets trycknivå t.o.m. 2025-10-31 kan schakt utföras som planerat ner till 2 meters djup utan risk för bottenuppträckning under förutsättning att lerans totala mäktighet uppgår till mer än 3,5 meter. Se Figur 4 avseende lerdjup.

Kontroll av trycknivån kommer dock ske månadsvis fram till juni 2026. Före arbetets start skall kontrolleras så att inga högre nivåer noterats som kan påverka schaktdjupet.

För att minimera risken för att föroreningar och patogena ämnen sprids i grundvattnet föreslås att ett skyddande tätt lerskikt om 2 meter lämnas kvar under gravarnas botten. Kvarvarande lera fungerar då som en tät och skyddande barriär tack vare sin låga permeabilitet.

Grundvattnet rör sig enbart i det vattenförande jordlager som underlagrar leran, d.v.s. i friktionsjorden.

Sammanfattningsvis innebär detta att ytor inom undersökningsområdet som har mindre än 4 m lerdjup inte anses lämpliga för schakt av gravar vid ett gravdjup på 2 m. Motsvarande lerdjup vid 1,5 m gravdjup blir då 3,5 m. Gränser för olika lerdjup inom undersökningsområdet framgår av Figur 4.

Samma sak gäller om marken fylls upp. Två meter orörd lera skall då lämnas att utgöra ett skyddande lager mot underliggande vattenförande jordlager.

Av figur 5 – 7 framgår på ett par sektioner vilken yta som kan användas för gravsättning utifrån förutsättningarna ovan.

10 Övrig schakt samt dräneringsledningar

Temporära ledningsschakter i lera kan utföras ner till ca 2,0 m under befintlig markyta med släntlutning 1:1 utan särskilda förstärkningsåtgärder². Detta under förutsättning att släntkrön hålls fritt minst 1,0 m och att last på släntkrön inte överstiger 2 ton/m².

Enligt uppgift kommer det krävas att vissa dräneringsledningar förläggs på 3 m djup. Schakt inom området är inte möjlig ner till 3 m djup utan geotekniska förstärkningsåtgärder i form av t.ex. spont. Eftersom spont är en mycket dyr åtgärd föreslås att man i stället utför en mycket smal schakt och lägger ner ledningen från markytan. **Ingen person får under några omständigheter gå ner i schakten.** Förslagsvis kan man på detta sätt få ner ledningen till avsett djup på ett ur arbetsmiljöperspektiv acceptabelt sätt.

När huvuddräneringsledningen anläggs är det således viktigt att man förbereder anslutningar från anslutande dräneringsrör så man inte heller i framtiden inte behöver gå ner i schakten.

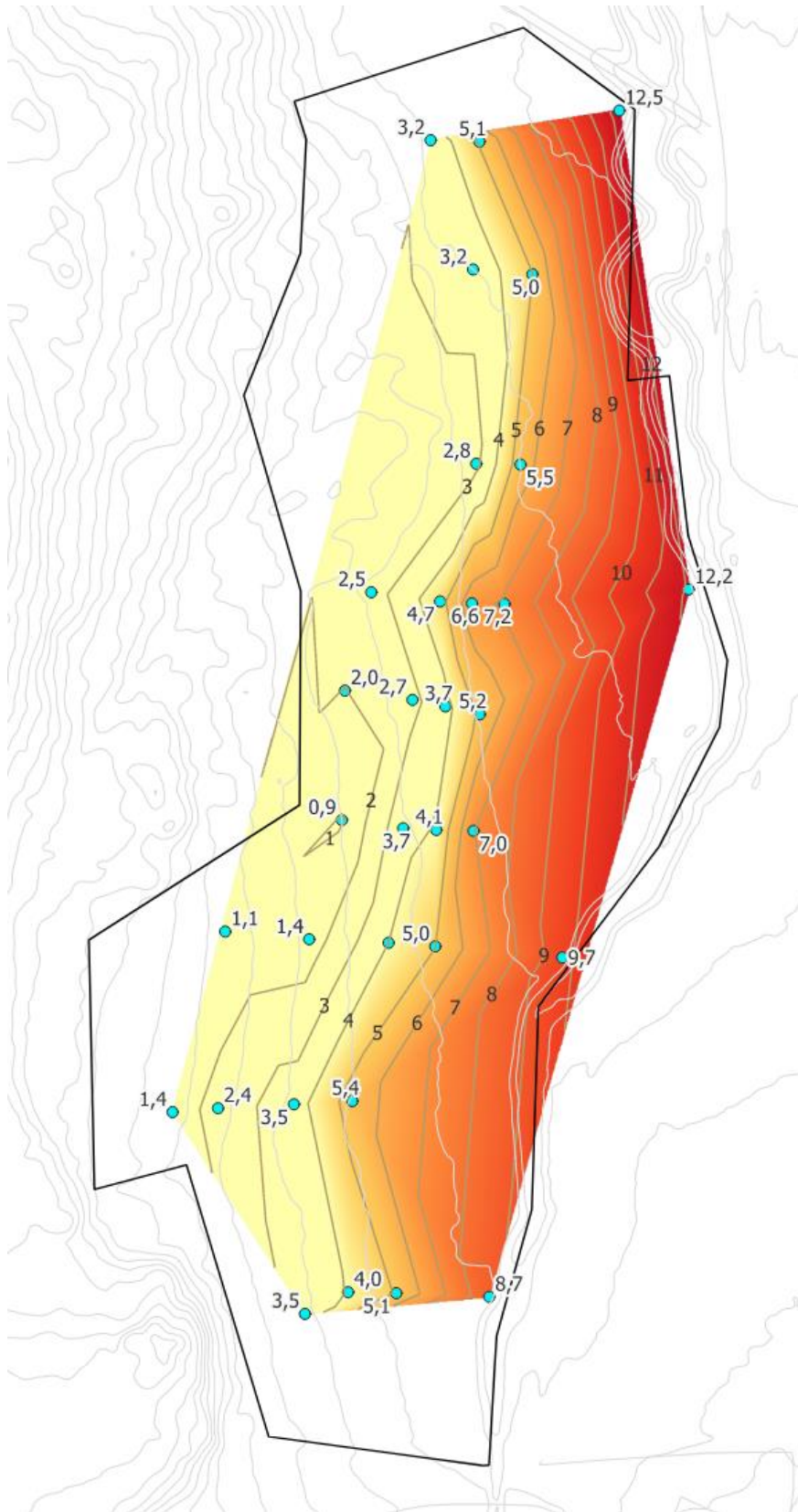
² Typschakt 4 ur Schakta säkert 2015.

11 Ras och skred

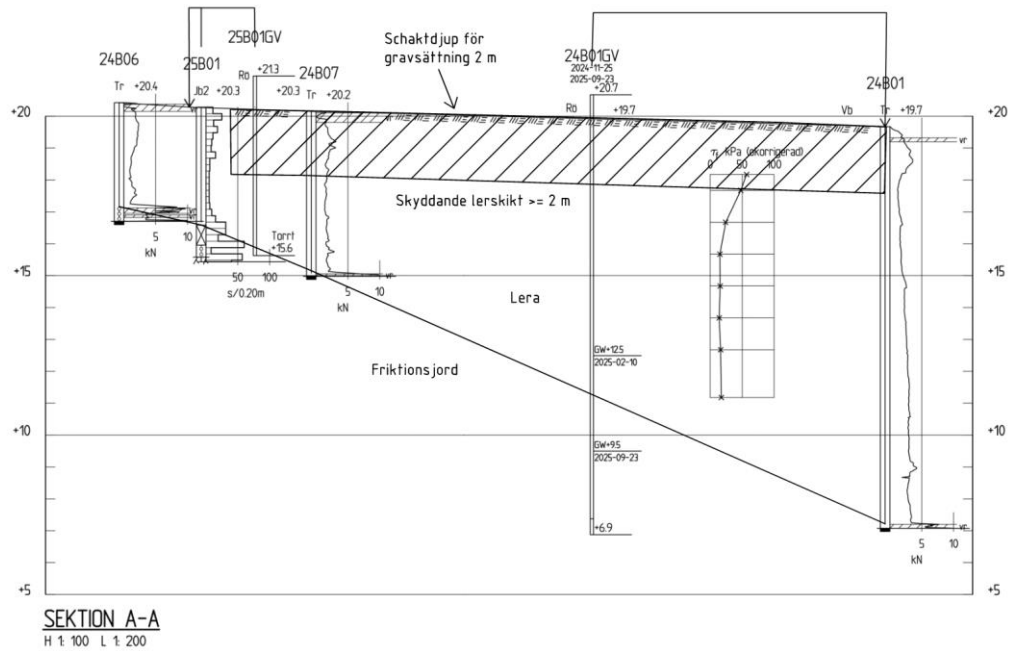
Ras utbildas i friktionsjordar. Risk för ras föreligger då lutningen överskrider materialets friktionsvinkel, d.v.s. mellan ca 33 – 45°. Inom området förekommer endast friktionsjord i den västra delen där inget arbete planeras. Den naturliga marklutningen är också mindre än 33 – 45°. Detta innebär att det inte föreligger någon risk för ras inom området.

Skred utbildas i kohesionsjordar. Detta förutsätter att större mäktigheter av lera/silt med sämre beskaffenhet förekommer och att större höjdskillnader återfinns inom området.

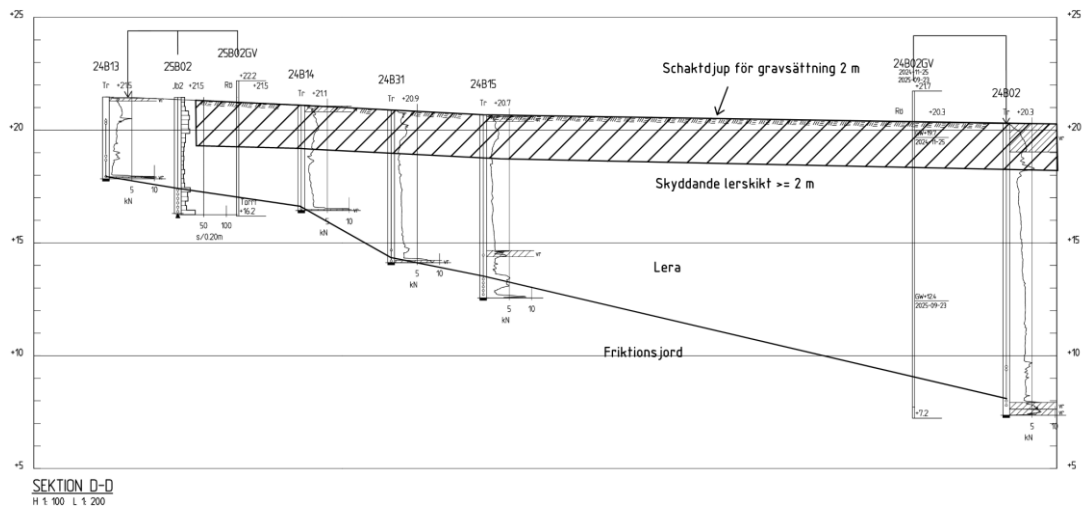
Inom aktuellt området rinner ett mindre vattendrag. Dikesbotten i vattendraget ligger mellan +19,3 och 20,0. Markytan jämsides varierar mellan +20,5 och 20,8. Det innebär en höjddifferens mellan dike och kringliggande mark på som mest ca 1,2 m. Jämför man med "Schakta säkert" kan man utan vidare kontroll schakta ner till 1,2 m djup med en släntlutning 1:1 med last på släntkrön (grävmaskin). Det föreligger således inte någon risk för totalstabiliteten i området.



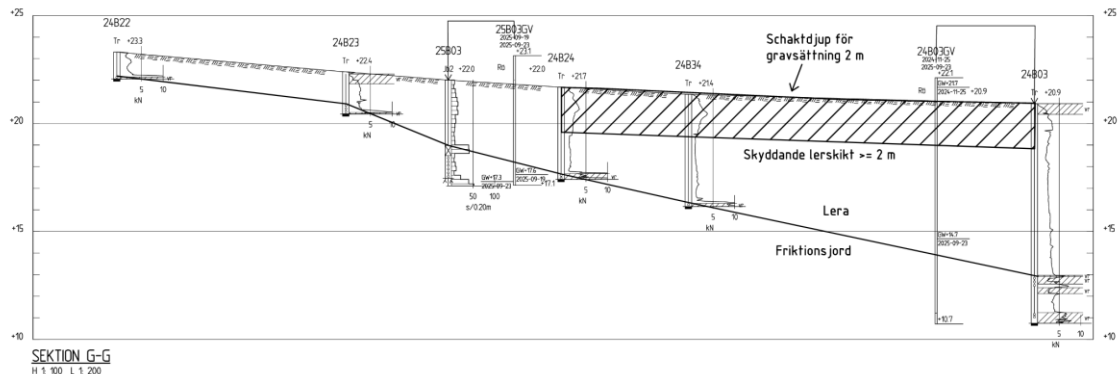
Figur 4. Plankarta där lerdjup interpolerats fram utifrån utförda sonderingar.



Figur 5. Sektion A med skrafferad yta där ytan kan användas för gravsättning.



Figur 6. Sektion D med skrafferad yta där ytan kan användas för gravsättning.



Figur 7. Sektion G med skrafferad yta där ytan kan användas för gravsättning.

12 Övrigt

Samtliga installerade 8 grundvattenrör kommer att läsas av månadsvis fram till juni 2026 för att få en bredare uppfattning om den naturliga variation som sker på årsbasis. Redovisning av detta sker successivt. Redovisade antaganden i detta dokument är dock styrande inför fortsatt projektering. Huvudsyftet med kommande avläsningar är att ytterligare säkerställa de hydrogeologiska förutsättningarna inom området.

13 Bilagor

Benämning	Beskrivning	Skala	Daterad
Lerdjupskarta	Planritning	1:400	2025-01-17

Bjerking AB

Handläggare Geoteknik

Granskad av

Klara Skoog
010-211 86 13
klara.skoog@bjerking.se

Henrik Håkansson
010-211 81 06
Henrik.hakansson@bjerking.se