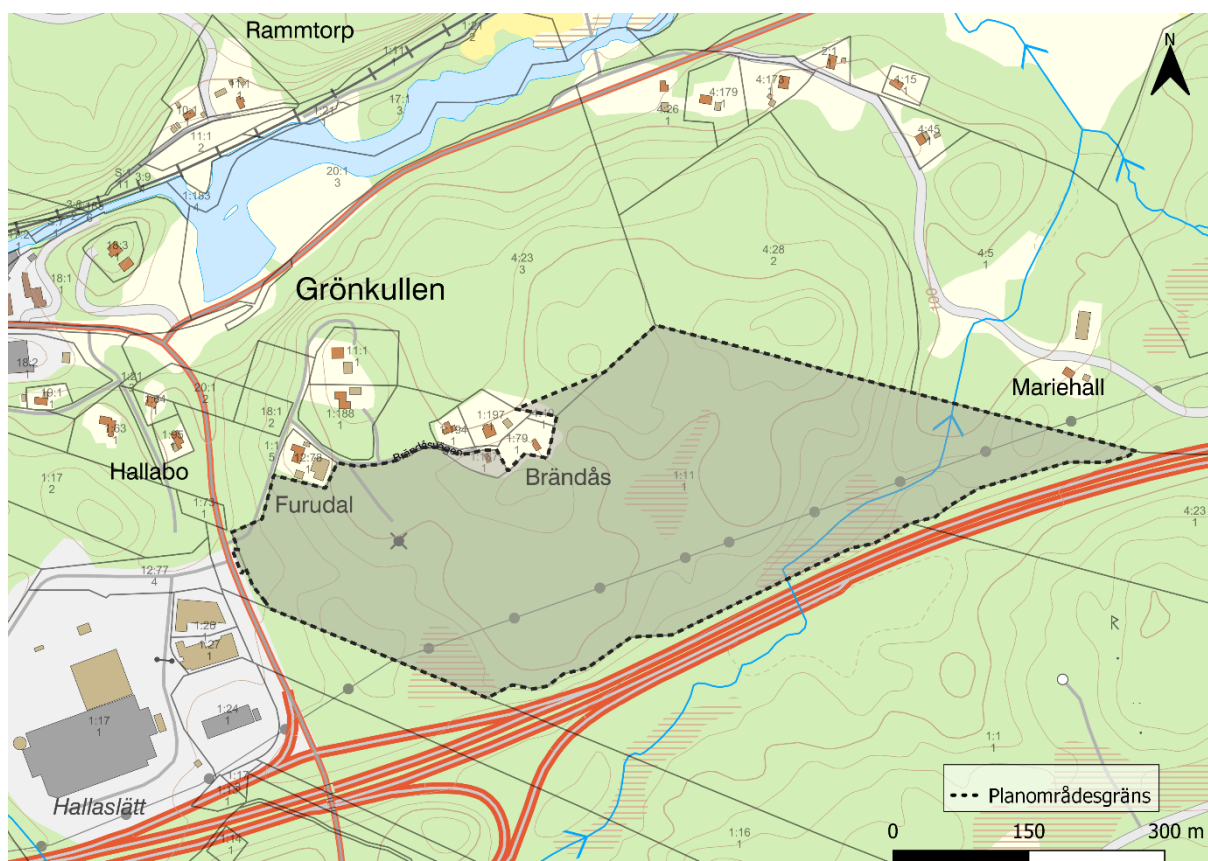


## PM

UPPDRAG/ANLÄGGNING Utredning av grundvattenavsänkning vid logistikpark, Bollebygd	UPPRÄTTAD AV Maria Granberg	GRANSKAD AV Maria Widmark Maria Tranvik
UPPDRAGSNUMMER 22075	DATUM 2025-06-17	BESTÄLLARE Infrahubs

## Bakgrund

Bollebygds kommun arbetar med en detaljplan för Låddekärnsbu 1:1 f. fl. sedan 2021. Detaljplanen syftar till att möjliggöra anläggandet av ett nytt verksamhetsområde för en logistikpark (Figur 1) Verksamhetsområdet är kraftigt kuperat och kräver bland annat att bergmassa avlägsnas för att jämna ut marken inför en framtida verksamhetsetablering. Om grundvattnets trycknivå i berget som avlägsnas ligger ovan den planerade nya marknivån, riskerar en grundvattenavsänkning att uppkomma till följd av den planerade verksamheten. Den planerade verksamheten kan även påverka grundvattenbildningen i området, genom hårdgörande av markyta och anläggande av dagvattensystem.



Figur 1. Översiktsskarta över planområdet.

Vatten & Miljökonserterna har tidigt inom detaljplaneprocessen tagit fram ett PM, där en mycket grov undersökning av hur verksamheten eventuellt kan påverka omgivningen till följd av en grundvattenavsänkning i berg genomfördes. Undersökningen genomfördes baserat på information om

grundvattnets trycknivå från SGU:s brunnarkiv, vilka ska ses som grova uppgifter. Länsstyrelsen i Västra Götaland har inom samrådet för planförslaget inkommit med ett yttrande om en eventuell grundvattenavsänkning. Vatten & Miljökonserterna har, baserat på detta yttrande, fått i uppdrag att genomföra en utökad utredning av hur verksamheten eventuellt kan påverka enskilda eller allmänna intressen till följd av en grundvattenavsänkning i berg. Utredningen omfattar även en bedömning av eventuell påverkan på enskilda och allmänna intressen genom en förändrad grundvattenbildning till berg och jordlager. Detta PM redovisas utredningen.

## Syfte och genomförande

Utredningens syfte är att, baserat på mer tillförlitliga data än vid tidigare undersökning, bedöma om en grundvattenavsänkning i berg är aktuell till följd av planerad verksamhet eller inte. Om så är fallet bedöms omfattning på avsänkningen och eventuell påverkan på enskilda och allmänna intressen, främst enskilda vattentäkter. Utredningen syftar även till att bedöma om risk finns för påverkan på enskilda vattentäkter i jordlager från planerad verksamhet.

Utredningen har genomförts enligt följande:

- En brunninventering har genomförts för att identifiera enskilda vattentäkter i närområdet, bland annat i syfte att kunna använda dessa som mätpunkter för att undersöka grundvattenförhållandena i berg. Inventeringen har utförts baserat på information i SGU:s brunnarkiv och ett antagande om att alla fastigheter som inte ligger inom kommunalt verksamhetsområde har enskilt dricksvatten.
- Fastighetsägare i närområdet som har enskild vattentäkt har kontaktats för att få mer information om brunnen, utöver den som eventuellt finns i SGU:s brunnarkiv, samt för att be om tillåtelse att genomföra mätningar i deras brunn.
- Grundvattnets trycknivå i berg har vid två tillfällen (våren 2024 och våren 2025) uppmätts i brunnarna för att ta reda på ungefär var trycknivån ligger, i förhållande till den tänka marknivån för planerad verksamhet. Vid det första mättillfället har brunnarnas lägen mätts in (x-, y- och z-koordinater) och vattenprover tagits för att få en bild av brunnarnas nuvarande dricksvattenkvalitet, samt för att få referensvärden från brunnarna innan planerade åtgärder genomförs. Mätningarna har genomförts av personal från MITTA AB.
- Data och information från genomförda mätningar av grundvattnets trycknivå och öppna data har använts för att beräkna ett påverkansavstånd, från en förväntad grundvattenavsänkning i berg. Påverkansavståndet har bland annat beräknats med analytiska beräkningsmodeller från SGU:s handledning<sup>1</sup>.
- Baserat på påverkansavståndet, grundvattenmagasinets egenskaper och de enskilda vattentäkternas utformning har en bedömning av grundvattenavsänkningens påverkan på enskilda vattentäkter genomförts. En bedömning av påverkan på övriga enskilda eller allmänna intressen har också gjorts.

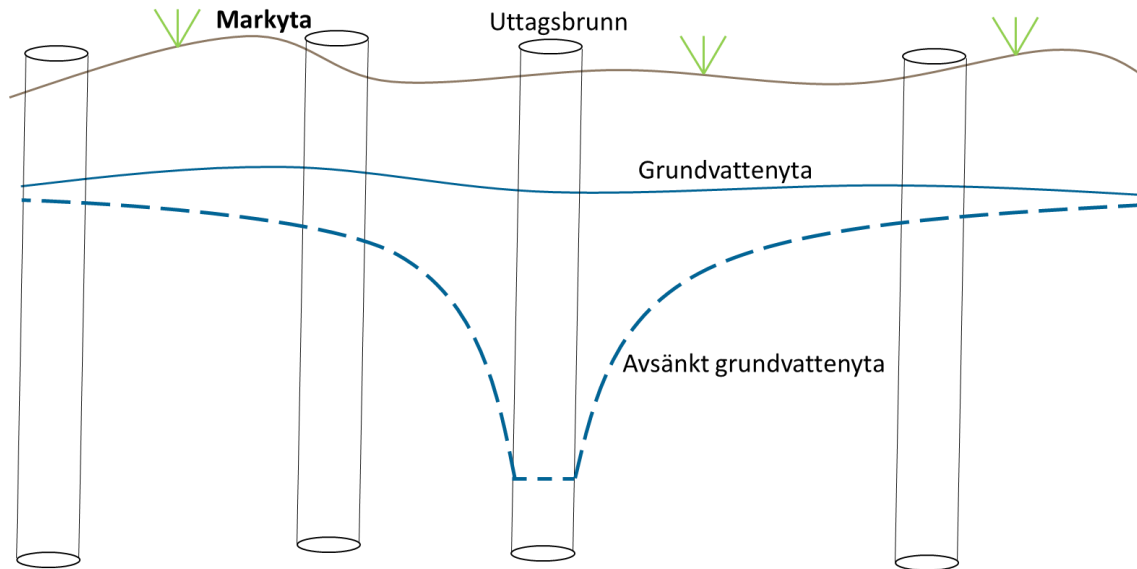
Utredningen har, utöver påverkan från en grundvattenavsänkning i berg, även inkluderat en bedömning av den planerade verksamhetens eventuella påverkan på enskilda och allmänna intressen genom en förändrad grundvattenbildning till berg och jord. Det innebär att även vattentäkter i jordlager har identifierats och inventerats. Bedömningen om påverkan har baserats på topografiska, hydrogeologiska och hydrologiska data.

---

<sup>1</sup> SGU. Digital handledning - Bedömning av influensområde avseende grundvatten. 2025-06-10.

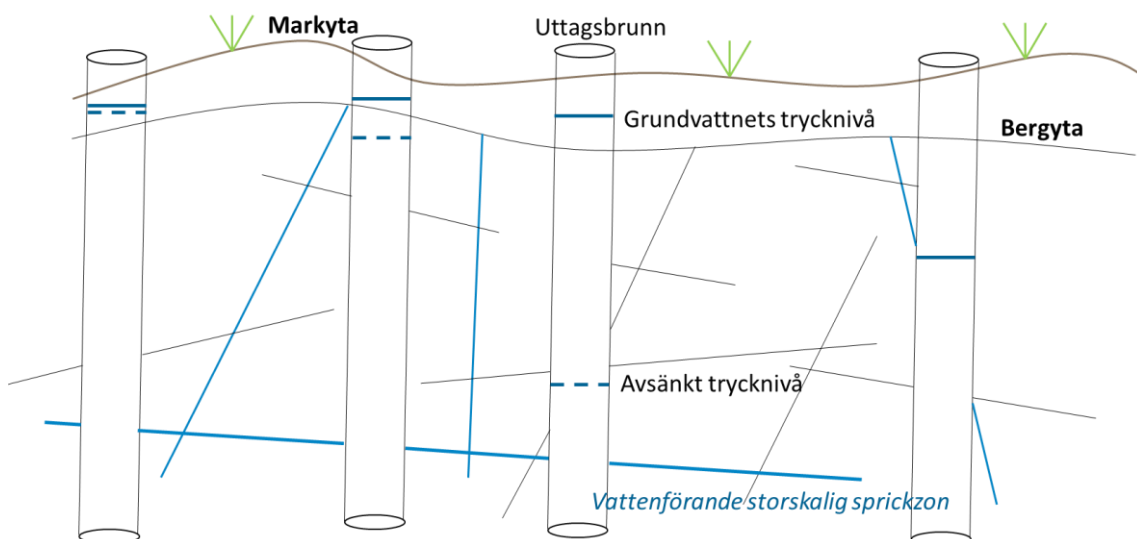
## Grundvatten i jord och berg

Grundvatten i jordlager förekommer i porer mellan jordpartiklar. Grundvattennivån i ett öppet grundvattenmagasin i jordlager motsvarar en grundvattenyta under vilken porerna är vattenmättade. När man pumpar upp eller dränerar ut grundvatten från jordlagren sänks grundvattentytan av i form av en trutt, där avsänkningens största vid uttagspunkten/dräneringsytan och avtar i princip logaritmiskt med avståndet. I Figur 2 visas en schematisk skiss över hur en grundvattenavsänkning teoretiskt ser ut i ett öppet grundvattenmagasin i jordlager.



Figur 2. Schematisk skiss över hur en grundvattenavsänkning i jordlager ser ut i teorin.

Grundvatten i berg förekommer i vattenförande sprickor/spricksystem och det hydrogeologiska systemet ser därför helt annorlunda ut än i ett öppet magasin i jord. Det är mer komplext. Det finns ingen grundvattentyta i berg där berget under ytan är vattenmättat, utan "grundvattentytan" motsvarar grundvattnets trycknivå i ett spricksystem. Grundvattenmagasin i berg utgörs av spricksystem och kan vara mycket små och kraftigt avgränsade, vilket innebär att grundvattnets trycknivå kan ha stor variation på korta avstånd. Vid en grundvattenbortledning/dränering uppstår endast en avsänkning av grundvattnets trycknivå i aktuell sprickzon. Avsänkningens avtar i princip logaritmiskt i sprickans riktning. I Figur 3 visas en schematisk skiss över hur en grundvattenavsänkning teoretiskt kan se ut i berg.



Figur 3. Schematisk skiss över hur en grundvattenavsänkning teoretiskt kan se ut i berg. Blå linjer illustrerar vattenförande sprickor/spricksystem och svarta linjer icke vattenförande.

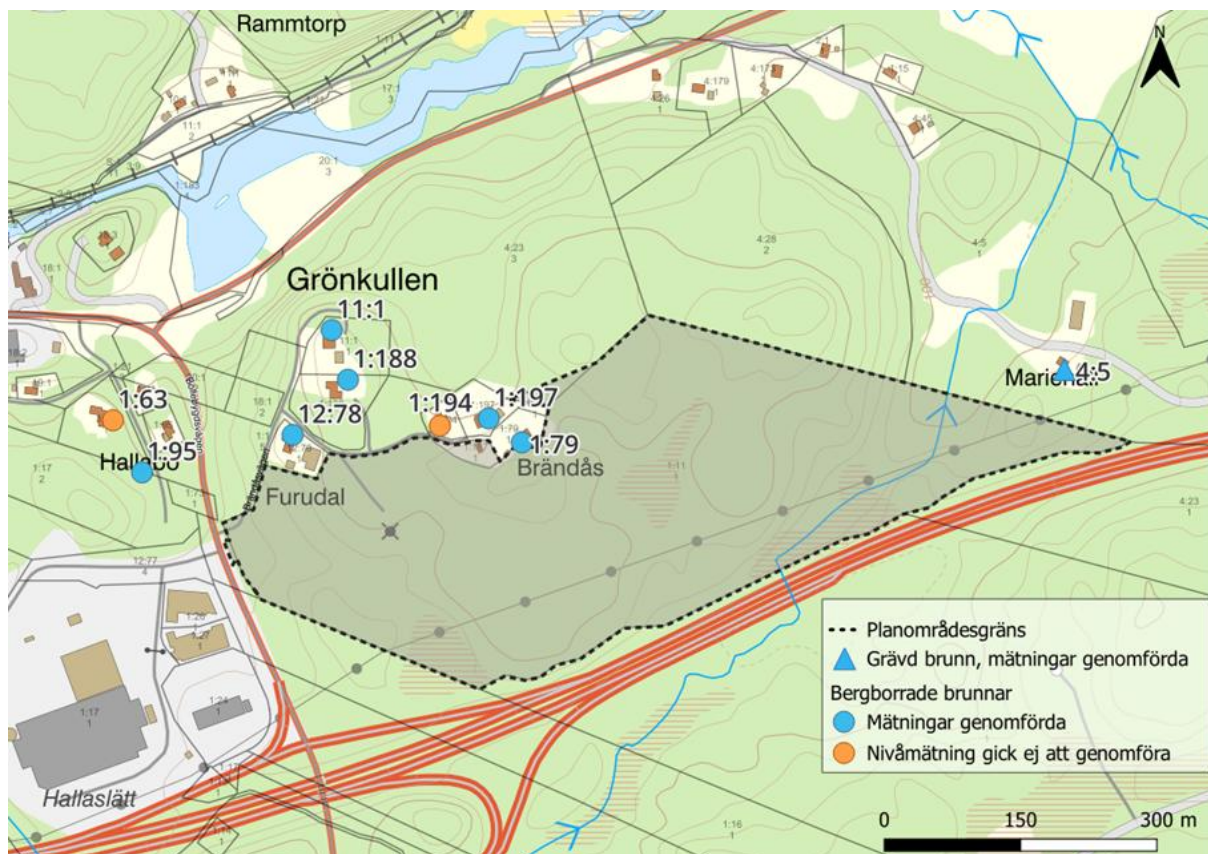
## Brunnsinventering

Samtliga enskilda vattentäkter i närområdet har identifierats med hjälp av SGU:s brunnarkiv och ett antagande om att alla fastigheter som ligger utanför kommunalt verksamhetsområde för vatten har enskild vattentäkt. Utifrån framför allt topografiskt läge kontaktades de fastighetsägare vars fastighet är belägen så att grundvattnets trycknivå i berg skulle kunna ligga i närheten av (från ca 10 m under), eller högre, än den planerade marknivån på 120 m.ö.h. Det innebar sex fastigheter på Grönkullen, höjdområdet som ligger norr om planområdet och söder om Sörån. Utöver dessa har ägare till ett par fastigheter vid Hallabo, direkt väster om Bollebygdsvägen, kontaktats. Dessa har kontaktats trots att de topografiskt ligger betydligt lägre än planerad markyta, främst för att få en översiktlig bild över det hydrogeologiska systemet i berg, till exempel över strömningsriktningar och grundvattenkvalitet. En fastighet med enskild vattentäkt i jordlager (grävd brunn), belägen öster om planområdet vid Mariehall, har identifierats och kontaktats.

Samtliga fastighetsägare som har kontaktats gav tillstånd att mäta grundvattnets trycknivå, ta vattenprover och mäta in brunnens läge. I Tabell 1 finns en sammanställning av brunnsinformation och i Figur 4 visas lägen för samtliga brunnar/fastigheter som ingick i inventeringen.

*Tabell 1. Sammanställning av information för de brunnar som har ingått i brunnsinventeringen. Notera att brunnen på fastighet Flässjum 4:5 är en grävd brunn i jordlager.*

Fastighet	Brunnstyp	Borrad (år)	Brunnsdjup (m)	Jorddjup (m)	Får mätningar utföras?
FLÄSSJUM 1:79	Bergborrad	2004	81	1	Ja
FLÄSSJUM 1:197	Bergborrad	1991	69	2	Ja
FLÄSSJUM 1:194	Bergborrad	-	-	-	Ja, gick ej att mäta nivå p.g.a. brunn i kryptgrund
FLÄSSJUM 11:1	Bergborrad	2005	67	2	Ja
FLÄSSJUM 1:188	Bergborrad	-	-	ca 2	Ja
FLÄSSJUM 12:78	Bergborrad	-	-	litet	Ja
FLÄSSJUM 1:63	Bergborrad	-	-	-	Ja, men fick ej tag på vid måttillfälle så ingen mätning
FLÄSSJUM 1:95	Bergborrad	-	-	-	Ja
FLÄSSJUM 4:5	Grävd	-	-	-	Ja



Figur 4. Kartan visar de inventerade brunnarnas läge i förhållande till planområdet, samt i vilka brunnar som mätningar har utförts.

## Genomförda mätningar

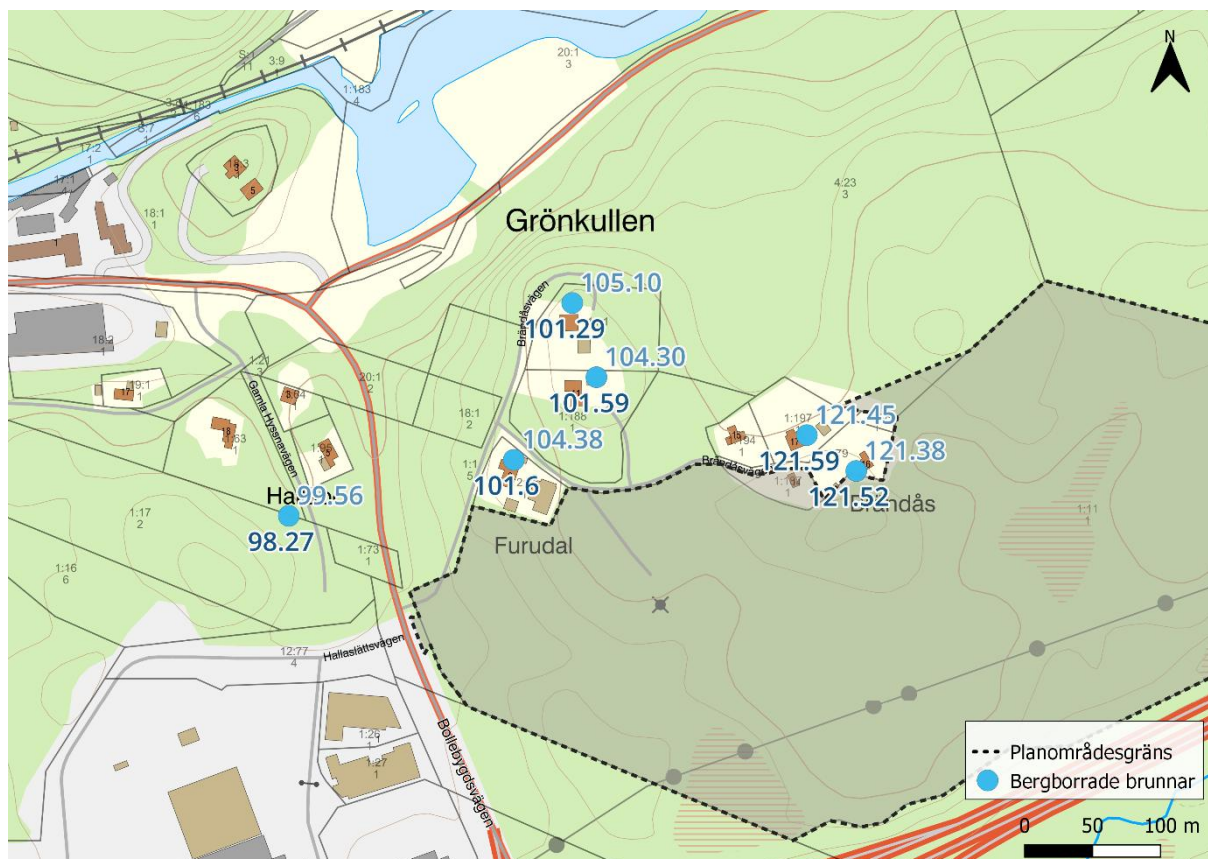
I samtliga brunnar där mätningar fick och kunde genomföras har grundvattnets trycknivå uppmätts vid två tillfällen, under våren 2024 och våren 2025. Undantaget brunnen i jordlager där endast en mätning genomförts. Vid det första mättillfället har även brunnens läge mätts in (x-, y- och z-koordinat) och vattenprover tagits. Resultatet från nivåmätningarna och inmätningen redovisas i Tabell 2 och Figur 5.

Notera att de uppmätta trycknivåerna i brunnarna representerar punktdata från två specifika tidpunkter. Notera även att mätningarna har utförts i befintliga dricksvattenbrunnar, vilket innebär att brunnarna används på daglig basis. Vid användning av brunnarna sänks grundvattnets trycknivå av. Fastighetsägarna har upplysts om denna problematik inför mätning så att de kunde undvika att använda brunnen så långt som möjligt innan mätning, åtminstone några timmar. I bergbore brunnar kan ofta trycknivån sänkas av snabbt och relativt kraftigt vid pumpning, till stor del eftersom inströmningsmotståndet är stort. Om så är fallet sker återhämtningen också snabbt, när pumpen slås av. Mot bakgrund av det gjordes bedömningen att någon eller några timmar borde vara tillräckligt för att brunnarna skulle hinna återhämta sig. Uppmätta trycknivåer indikerar att ingen påverkan från användning av brunnarna förekom vid mättillfällena, eller att en sådan var icke märkbar. Vid en påtaglig påverkan från användning skulle bland annat nivåskillnaderna ha varit relativt stora mellan nära belägna brunnar.

Vattenprovtagningen har primärt genomförts för att få en översiktlig bild över dricksvattenkvaliteten i området, och för att få referensdata från respektive brunn innan planerade åtgärder genomförs. Analysresultaten från vattenprovtagningen används inte inom denna utredning. Analyssvaren har delgetts respektive fastighetsägare.

Tabell 2. Sammanställning av koordinater (SWEREF99 13 30 och RH 2000) och grundvattnets trycknivå (förkortat GV-nivå) för de brunnar där nivåmätningar har utförts. Förkortningen m.u.rök. står för meter under rörets överkant, det vill säga brunnens kant i detta fall.

Fastighet	X	Y	Rör överkant (m.ö.h)	GV-nivå (m.u.rök)		GV-nivå (m.ö.h)	
				2024	2025	2024	2025
FLÄSSJUM 1:79	6394942,742	96797,025	130,25	9,22	9,08	121,38	121,52
FLÄSSJUM 1:197	6394948,437	96754,861	129,20	8,11	7,97	121,45	121,59
FLÄSSJUM 11:1	6395063,306	96587,158	130,85	25,75	29,56	105,10	101,29
FLÄSSJUM 1:188	6395008,655	96604,966	133,00	28,70	31,41	104,30	101,59
FLÄSSJUM 12:78	6394947,816	96544,094	121,13	16,75	19,53	104,38	101,60
FLÄSSJUM 1:95	6394906,579	96378,377	100,01			99,56	98,27
FLÄSSJUM 4:5	6395019,92	97393,475	105,30	1,70	–	103,6	–



Figur 5. Kartan visar grundvattnets trycknivå (m.ö.h.) i de bergboreade brunnarna, uppmätta under våren 2024 (ljusblå siffror) och våren 2025 (mörkblå siffror).

## Grundvattnets trycknivåer och hydrogeologiska förutsättningar

Grundvattennivån i den grävda brunnen är inte aktuell för utvärdering av en grundvattenavsänkning i berg, eftersom den representerar grundvattennivån i jordlager.

I brunnarna på den nordvästra delen av Grönkullen (Flässjum 11:1, 1:188 och 12:78) låg grundvattnets trycknivå på ungefär samma höjd, både i april 2024 och juni 2025. Det indikerar att brunnarna ligger i samma grundvattenmagasin. Trycknivån i magasinet var högst vid mättilfället i april 2024, ca 104-105 m.ö.h., men låg vid båda tillfällena med god marginal under den planerade marknivån på 120 m.ö.h.

I de två brunnarna på den sydöstra delen av Grönkullen (Flässjum 1:79 och 1:197) var grundvattnets trycknivå ungefär densamma i båda brunnarna, både i maj 2024 och i juni 2025. Trycknivån i magasinet låg vid båda mättilfällena ca 1,5 m över den planerade marknivån för planområdet, det vill säga ca 121,5 m.ö.h. Dessa två brunnar bedöms således ligga i samma grundvattenmagasin, men inte i samma magasin som brunnarna i nordväst. Nivån i brunnarna på Flässjum 1:79 och 1:197 var tydligt högre än i brunnarna i nordväst, trots ungefär samma marknivå, vilket indikerar två olika magasin. På fastighet Flässjum 1:194 är brunnen lokaliserad så att det inte går att mäta nivån i brunnen.

Grundvattnets trycknivå i brunnen på fastighet Flässjum 1:95, i dalgången väster om Grönkullen, ligger lägre än nivåerna på Grönkullen. Detta är förväntat eftersom markytan är lägre. Baserat på trycknivå och avstånd (lutningen på grundvattenytan) skulle denna kunna ligga i samma grundvattenmagasin som brunnarna på nordvästra Grönkullen, men inte i samma magasin som brunnarna på sydöstra Grönkullen. Även lokala deformationszoner (sprickzoner) karterade av SGU talar för att brunnen kan ligga i samma spricksystem som brunnarna på nordvästra Grönkullen. Dessa har nämligen en nordost-sydvästlig orientering.

Mätningarna av grundvattnets trycknivå indikerar att det finns flera små grundvattenmagasin i området. Den tydliga nivåskillnaden mellan magasinerna på Grönkullen tyder på ingen eller en mycket begränsad hydraulisk kontakt mellan dessa.

Grundvattnets trycknivåer i berg och därmed grundvattnets strömningsriktning, tolkas generellt variera med topografin. Notera dock att den lokala strömningsriktningen styrs av sprickriktningar och sprickegenskaper och kan avvika från den generella.

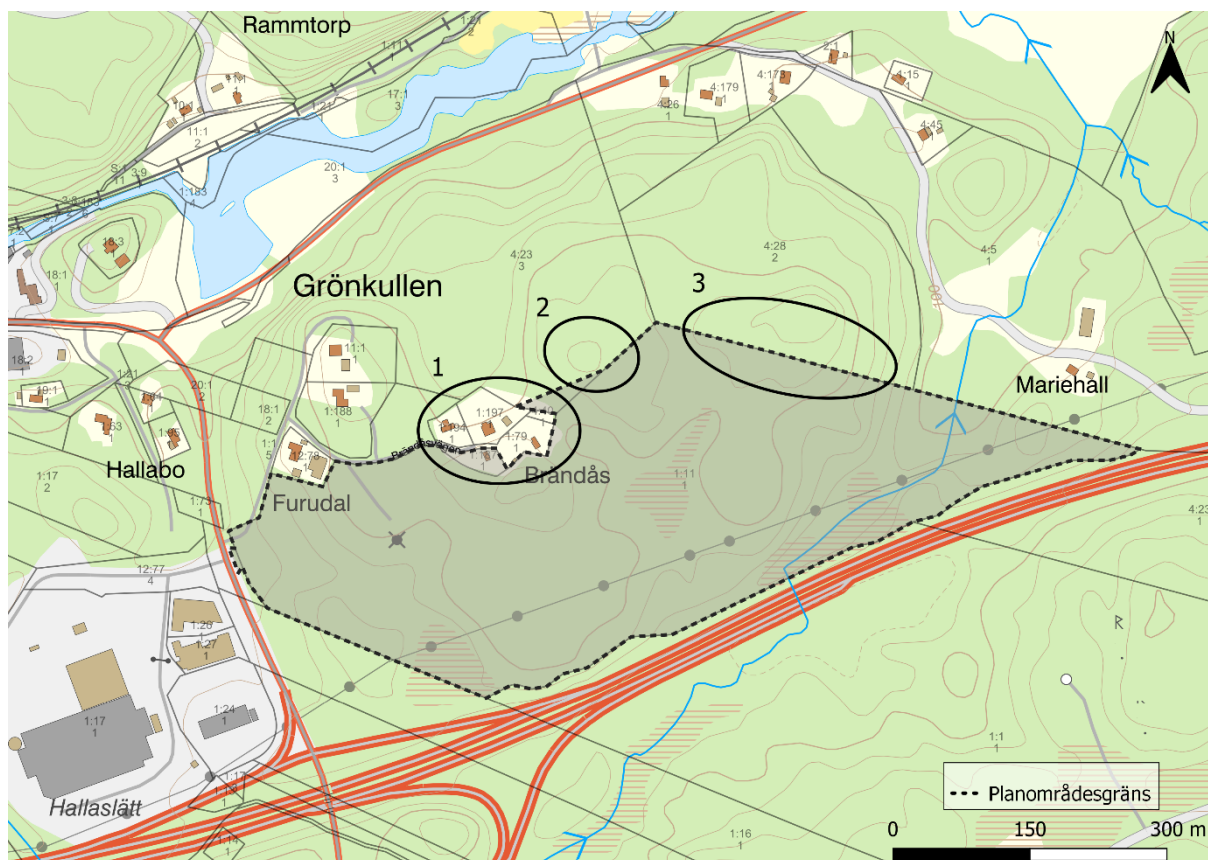
Grundvattenbildningen till de små grundvattenmagasinen i berg, som förser de enskilda vattentäkterna med dricksvatten, bedöms i huvudsak inte ske genom direkt infiltration i berg eller genom infiltration från ovanliggande jordlager på Grönkullen, eller inom planområdet. Sannolikt är avrinningen i området stor, eftersom jordlagren är tunna och sporadiskt förekommande. I tillägg förekommer många små våtmarker, vilka samtliga karterats som kärrtorv av SGU. Kärrtorv är en grundvattenberoende våtmark, vilket indikerar att området är ett utströmningsområde för grundvatten (ett område i terrängen där det sker ett utflöde av vatten ur grundvattenzonen) och inte ett inströmningsområde (ett område där grundvatten bildas genom att vatten tränger ned från ytan). Sannolikt förekommer spricksystemen (grundvattenmagasinen) på ett relativt stort djup nere i berget. Tillrinningen av grundvatten kan därmed komma från flera olika ställen inom ett större område, eller från ett större tillflöde någonstans uppströms spricksystemet. Detta går endast att spekulera om i detta fall.

## Påverkan på enskilda vattentäkter i berg

### Bedömning av påverkan från en grundvattenavsänkning

Grundvattnets uppmätta trycknivå i de enskilda brunnarna i berg (Flässjum 1:79 och 1:197) som ligger på den sydöstra delen av Grönkullen (område 1 i Figur 6) låg vid båda mättilfällena ca 1,5 m över den lägsta, nya marknivån på 120 m.ö.h. När bergmassa avlägsnas från planområdet i närheten av det spricksystem som brunnarna sitter i finns risk att en avsänkning av grundvattnets trycknivå i spricksystemet uppkommer. För att en avsänkning av trycknivån i spricksystemet ska uppstå krävs att det finns hydraulisk kontakt mellan spricksystemet och den bergmassa som avlägsnas. Trycknivån sänks i sådant fall som mest ned till 120 m.ö.h. Det rör sig därmed om en begränsad avsänkning och eventuellt endast under vissa perioder. Det finns ytterligare höjdområden nordost om detta (område 2

och 3 i Figur 6) där en viss avsänkning kan uppkomma i eventuella grundvattenmagasin. Om så är fallet bedöms även en sådan avsänkning vara begränsad och eventuellt tillfällig. Det förekommer inga enskilda eller allmänna intressen som kan påverkas av en eventuell grundvattenavsänkning i dessa områden. En avsänkning i grundvattenmagasinet inom område 1 i Figur 6 är därför styrande för föreliggande beräkningar och bedömningar.



Figur 6. Kartan visar ungefärliga områden vid planområdets gräns där en grundvattenavsänkning kan uppkomma till följd av planerad verksamhet. Områdena ska inte ses som faktiska, utan syftar till att grovt visa aktuella gränsområden.

### Beräkning av påverkansavstånd

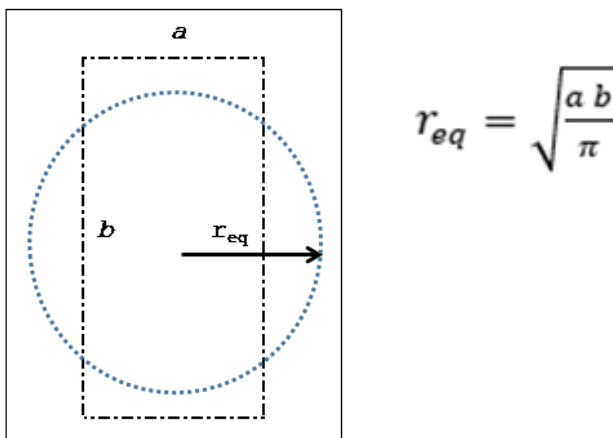
Vid avsänkning av grundvattnets trycknivå i berg förekommer ofta begreppen påverkansområde och influensområde. Enligt SGU:s definitioner utgör influensområdet hela det område inom vilket grundvattennivån påverkas av en avsänkning och påverkansområdet avser området inom vilket grundvattennivåpåverkan överskrider medgivet gränsvärde. I denna utredning ligger fokus på påverkansområdet och begreppet påverkansavstånd används. Det avser avståndet från den maximala avsänkningen till gränsvärdet. Ett påverkansavstånd är passande vid bedömning av påverkan på specifika intressen, enskilda vattentäkter i detta fall.

SGU har tagit fram en handledning för bedömning av influensområde avseende grundvatten. Handledningen omfattar bland annat vägledning av fem vanligt förekommande analytiska modeller för att beräkna pumpflöde och influensområde vid dränering av schakter, dagbrott eller täkter. De fem modellerna är tillämpbara för olika typer av hydrogeologiska förhållanden och utformning på anläggningar. I Tabell 3 ses SGU:s översiktliga sammanfattning av modellerna.

Tabell 3. SGU:s sammanfattning av fem analytiska modeller för att beräkna pumpflöde och influensområde/påverkansområde vid dränering av schakter, dagbrott och täkter. SGU:s angivna referenser återges i fotnoten nedan<sup>2</sup>.

Modell	Förklaring	Referens
1	Radiellt grundvattenflöde till en cirkulär anläggning i ett magasin med öppna magasinförhållanden och en tät botten	Kresic 2007
2	Radiellt grundvattenflöde till en cirkulär anläggning i ett magasin med öppna magasinförhållanden och en genomsläpplig botten	Kresic 2007 Marinelli och Niccoli 2000
3	Endimensionellt grundvattenflöde till en långsträckt anläggning i ett magasin med öppna magasinförhållanden och en tät botten	Todd och Mays 2005
4	Radiellt grundvattenflöde till en cirkulär anläggning i ett magasin med slutna magasinförhållanden och en tät botten	Todd och Mays 2005
5	Endimensionellt grundvattenflöde till en långsträckt anläggning i ett magasin med slutna magasinförhållanden och en tät botten	Todd och Mays 2005

Modell 1 och modell 2 är avsedda för cirkulära anläggningar men kan även användas för anläggningar med mer rektangulär form, genom att beräkna radien för en ekvivalent cirkel (Figur 7).



Figur 7. Principskiss för beräkning av radien för en ekvivalent cirkel. Källa: SGU:s handledning för bedömning av influensområde avseende grundvatten.

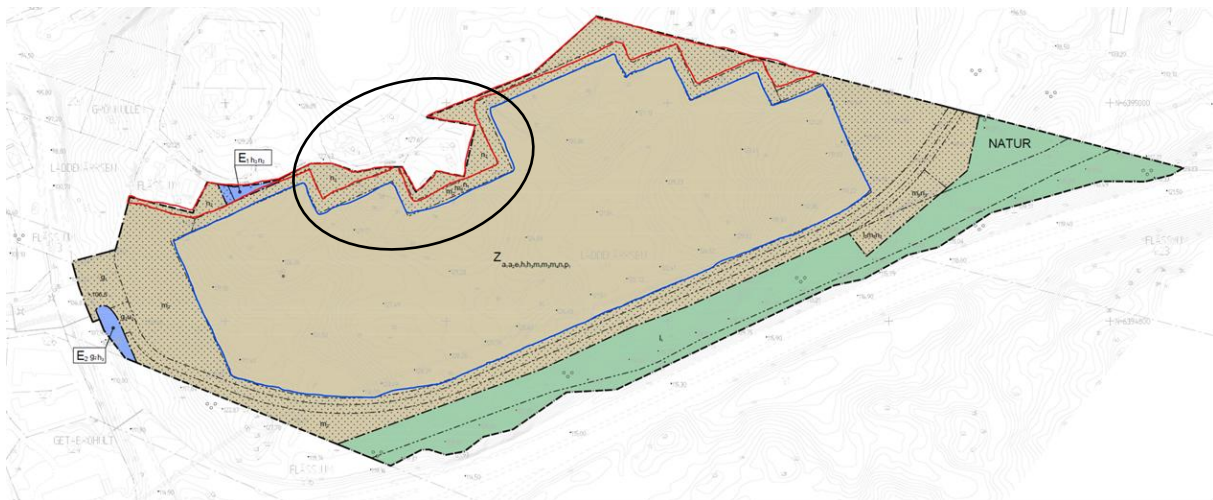
Ett påverkansavstånd från förväntad grundvattenavsänkning i grundvattenmagasinet inom område 1 har beräknats med de analytiska beräkningsmodeller från SGU:s handledning, vars kriterier bäst överensstämmer med områdets förutsättningar. I detta fall innebär det främst modell 3, men beräkningar har även gjorts med modell 1 för jämförelse. Båda modellerna baseras på antagandet att Darcys lag är tillämplig (det vill säga att flödet beror av den hydrauliska konduktiviteten, den hydrauliska gradienten och den vattenförande tvärsnittsarean), att grundvattenmagasinet initialt har en försumbar gradient och att homogena och isotropa förhållanden råder. Vid beräkning av ett påverkansavstånd har en tillåten avsänkning på 1 m i berg använts. Gränsvärdet har satts utifrån de naturliga variationer av grundvattnets trycknivå som kan förväntas i området, samt att en avsänkning mindre än så inte kan antas medföra en påverkan, oavsett intresse.

<sup>2</sup> Kresic, N. (2007). *Hydrogeology and groundwater modeling*.  
Marinelli, F. & Niccoli, W. (2000). *Simple Analytical Equations for Estimating Ground Water Inflow to a Mine Pit*.  
Todd, D. & Mays, L. (2005). *Groundwater Hydrology*.

En influensradie har även beräknats med Thurners ekvation för att kunna jämföra resultat från flera olika analytiska modeller. Thurners ekvation<sup>3</sup> är empiriskt framtagen och ger en uppfattning om hur stort influensområdet blir vid en permanent grundvattenavsänkning.

Generellt kan sägas att det, som ofta i liknande hydrogeologiska bedömningar, råder viss osäkerhet kring parametervärden i de beräkningar som redovisas i detta kapitel. I detta fall har därför beräkningar genomförts med ett visst mått av försiktighet, i syfte att inte underskatta påverkansavståndet.

I Figur 8 visas ett utklipp från plankartan. Inom den rödmarkerade zonen får marknivån inte ändras alls och i den blåmarkerade zonen får marknivån sänkas till 120 m.ö.h. Zonen däremellan (beige prickad yta) har inga bestämmelser om hur marken får höjas eller sänkas. Påverkansavståndet har således beräknats för aktuellt grundvattenmagasin med antagandet att gränsen för en maximal grundvattenavsänkning går vid den inre röda zongränsen, inom markerat område (svart ellips). Gränsen är ca 300 m lång och har i beräkningarna antagits vara rak. I modell 3 har därmed påverkansavståndet för en 300 m lång anläggning beräknats. I modell 1 har området för grundvattenavsänkning approximerats med en rektangel, med sidorna 300 m och 100 m. Modell 1 förutsätter en cirkulär anläggning och därför har radien för en ekvivalent cirkel beräknats utifrån den approximerade rektangeln.



*Figur 8. Plankarta med markerade zoner för bestämmelser om ändring av marknivå. Inom blåmarkerad zon får marknivån sänkas till 120 m.ö.h. och inom rödmarkerad zon får marknivån inte sänkas alls. Svart ellips markerar aktuella zongränsen för beräkning av påverkansavstånd. Kartan är ett utklipp från plankarta, Bollebygd kommun, upprättad 25-06-17.*

I beräkningarna har avsänkningen satts till 2 m, vilket förutsätter att grundvattnets trycknivå är ca 0,5 m högre än vid båda mättillfällena. Avsänkningen antas för det mesta vara mindre än 2 m. I perioder kan den vara 0 m, det vill säga grundvattnets trycknivå ligger under den planerade marknivån, eller överstiga 2 m. Sannolikt är dessa perioder relativt korta.

Ett värde på bergets hydrauliska konduktivitet har erhållits från SGU-rapport 2021:09<sup>4</sup>. Enligt SGU är medelvärdet för aktuell bergart, Monzodioritisk-granodioritisk gnejs, ca  $5 \cdot 10^{-7}$  m/s.

Grundvattenbildningen har satts till 20 mm/år, baserat på uppgifter om att grundvattenbildningen till en kristallin svensk berggrund under en morän uppgår till ca 20 mm/år i medeltal under ostörda förhållanden, enligt Rodhe & Bockgård, 2006<sup>5</sup>. Grundvattenbildningen ökar om grundvattnets trycknivå

<sup>3</sup>  $R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{K}$ . Thurner, A. (1967). *Hydrogeologie*.

<sup>4</sup> SGU-rapport 2021:09. Hydraulisk konduktivitet i Sveriges berggrund. Februari 2021.

<sup>5</sup> Rodhe, A. & Bockgård, N (2006). *Groundwater recharge in a hard rock aquifer: A conceptual model including surface-loading effects*.

i berggrunden minskar till följd av en grundvattenavsänkning, som i detta fall. 20 mm/år anses därmed vara lågt satt, vilket medför att påverkansavståndet inte underskattas.

Beräkningar med SGU:s modell 3 visar att påverkansavståndet (för en avsänkning på 1 m) uppgår till ca 8 m. Motsvarande siffra med modell 1 uppgår till ca 7 m. Enligt Thurners ekvation uppgår influensradien till 4,5 m. I berg, där grundvattenmagasinen utgörs av spricksystem, kan dock avståndet bli något längre eftersom magasinet inte är homogent och isotropt.

#### *Sammanfattande bedömning av påverkan*

Det förekommer tre enskilda vattentäkter i berg inom ett kort avstånd från planområdesgränsen på den sydöstra delen av Grönkullen, där en grundvattenavsänkning i berg förväntas uppkomma till följd av planerad verksamhet. Två av dessa ligger i det grundvattenmagasin som beräknade påverkansavstånd baseras på. Mätningar har inte kunnat genomföras i den tredje brunnen, på fastighet Flässjum 1:194, men det bedöms som sannolikt att även denna ligger i samma grundvattenmagasin. En bedömning av påverkan på respektive vattentäkt följer nedan. Notera att det krävs att grundvattenmagasinet, det vill säga spricksystemet, har hydraulisk kontakt med det berg som sprängs bort för att det ska kunna uppstå en påverkan på de enskilda vattentäkterna från en grundvattenavsänkning inom planområdet. Bedömningarna nedan baseras på antagandet att så är fallet.

I övriga enskilda vattentäkter i närområdet ligger grundvattnets trycknivå med god marginal under planerad marknivå och ingen grundvattenavsänkning kommer att uppkomma i dessa magasin.

Utöver enskilda vattentäkter finns det inga enskilda eller allmänna intressen som kan påverkas av en grundvattenavsänkning i berg.

#### **Enskild vattentäkt på Flässjum 1:79**

Brunnen på fastigheten ligger ca 16 m från den rödmarkerade zonens inre gräns, det vill säga från gränsen för var en maximal grundvattenavsänkning kan uppstå. Notera dock att marknivån inte med säkerhet kommer att sänkas till 120 m.ö.h. fram till denna gräns. 16 m är dubbla påverkansavståndet, vilket innebär att en eventuell avsänkning på detta avstånd är mindre än 1 m (ca 0,6 m). Brunnen är 81 meter djup enligt uppgifter i SGU:s brunnsarkiv och vattenpelaren i brunnen uppgår till ca 72 meter, baserat på genomförda nivåmätningar.

Trots det korta avståndet bedöms ingen negativ påverkan uppkomma på den enskilda vattentäkten till följd av en grundvattenavsänkning orsakad av planerad verksamhet. Den lilla avsänkning som kan uppkomma i brunnen är försumbar i förhållande till vattenpelaren och bedöms ligga inom storleken för de naturliga grundvattenfluktuationerna i brunnen och magasinet. Dessutom bedöms grundvattnets trycknivå i magasinet sannolikt ligga under den lägsta nivån för en grundvattenavsänkning (120 m.ö.h.) under torra perioder, till exempel i slutet av sommaren när grundvattnets trycknivå har varit låg under en längre period. Det innebär att spricksystemet och brunnarna är anpassade till en lägre nivå än planerad maximal avsänkning.

#### **Enskild vattentäkt på Flässjum 1:197**

Brunnen på fastigheten ligger drygt 40 m från gränsen för var en maximal grundvattenavsänkning kan uppstå. Den ligger därmed med god marginal utanför beräknat påverkansavstånd. Avsänkningen på detta avstånd är enligt beräkningar minde än 0,1 m. Brunnen är 69 meter djup enligt uppgifter SGU:s brunnsarkiv. Vattenpelaren uppgår till 61 meter, baserat på genomförda mätningar. Mot bakgrund av detta bedöms ingen negativ påverkan uppkomma på den enskilda vattentäkten till följd av en grundvattenavsänkning orsakad av planerad verksamhet.

#### **Enskild vattentäkt på Flässjum 1:194**

Avståndet till brunnen är ca 35 m från gränsen för var en maximal grundvattenavsänkning kan uppstå. Det finns ingen information om brunnsdjup eller grundvattnets trycknivå, och vattenpelaren i brunnen är därmed okänd. Men likt brunnen på Flässjum 1:197 blir avsänkningen i brunnen mycket liten, vilket medför att ingen negativ påverkan bedöms uppkomma på vattentäkten till följd av en grundvattenavsänkning orsakad av planerad verksamhet.

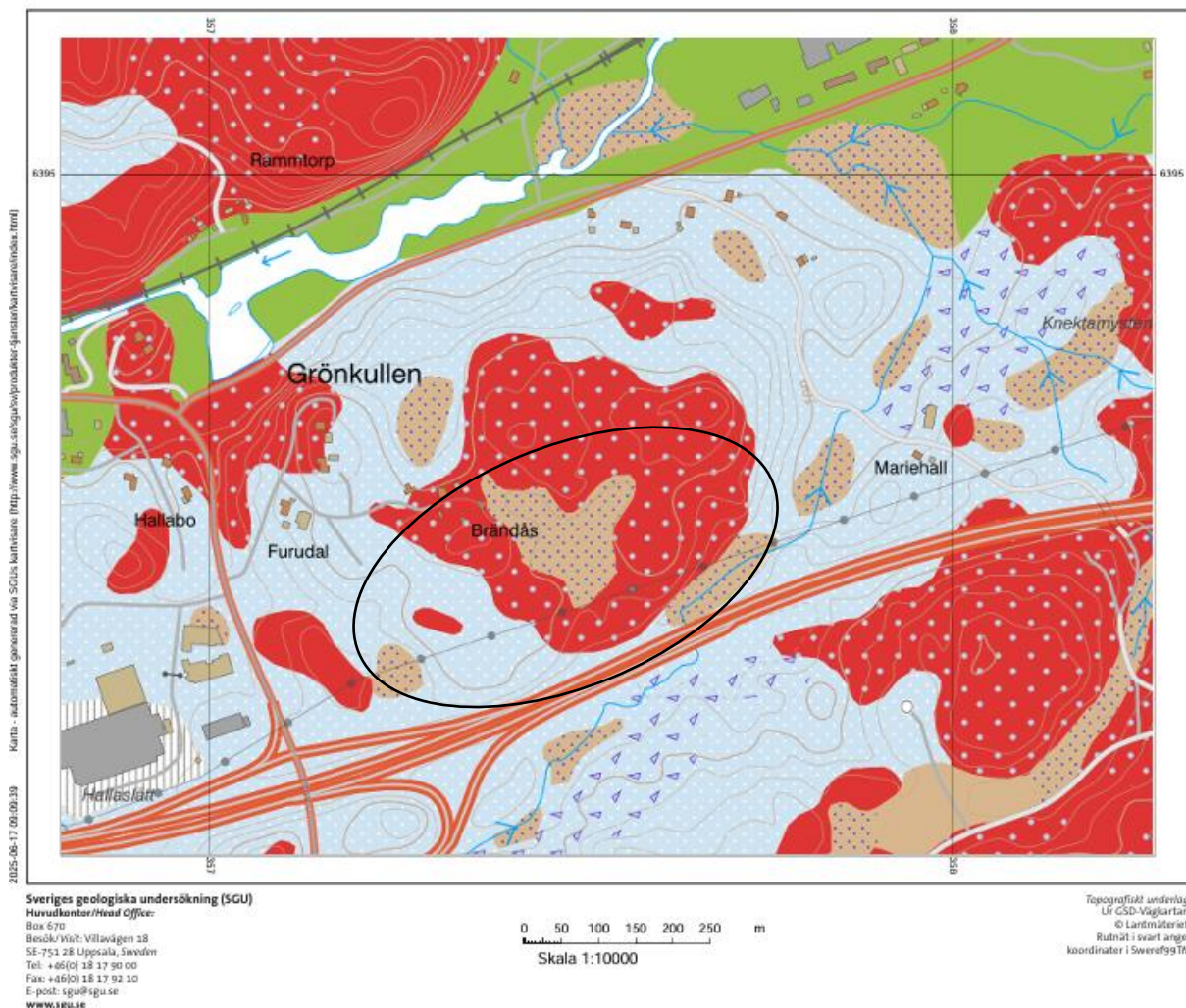
### Bedömning av påverkan på grundvattenbildning till berg

Den förändring av grundvattenbildning som kan uppkomma till följd av planerad verksamhet, genom hårdgörande av ytor och viss bortledning av grundvatten, bedöms inte medföra någon märkbar påverkan på grundvattenbildningen till aktuella grundvattenmagasin i berg. Bedömningen utgår från att den andel grundvatten som tillförs aktuella grundvattenmagasin genom direkt infiltration i markytan inom planområdet utgör en mycket begränsad del av den totala grundvattenbildningen till magasinerna.

### Påverkan på enskild vattentäkt och kärrtorv i jordlager

Planerad verksamhet kommer mycket lokalt att innebära en minskad grundvattenbildning till jordlager. Detta bedöms dock inte påverka den enskilda vattentäkten i jordlager på fastighet Flässjum 4:5. Delvis eftersom det rör sig om en liten och lokal reducering, men framför allt för att vattentäkten ligger på andra sidan av en bäck som rinner i en sänka med kärrtorv, enligt SGU:s jordartskarta, samt ligger på andra sidan av en mindre vattendelare. Torven är belägen vid bäcken, nordost om planområdet. Kärrtorv är, som tidigare nämnts, en torv som får sin främsta vattenförsörjning från grundvatten. Att kärrtorv omger bäcken och förekommer i sänkan som separerar vattentäkten från planområdet, indikerar att bäcken och sänkan utgör ett utströmningsområde för grundvatten i jordlager. Det innebär att vattentäkten inte förses med grundvatten från planområdet och således inte påverkas av planerad verksamhet.

Det finns ett flertal mindre områden karterade som kärrtorv inom och just utanför planområdet (Figur 9). Nedan följer en bedömning av påverkan på dessa till följd av eventuellt förändrade grundvattenförhållanden. Notera att övrig påverkan på dessa, till följd av till exempel planerad dagvattenhantering, inte har utförts inom denna utredning. Det största kärrtorvområdet ligger ungefär mitt i planområdet, ca 122 m.ö.h. En stor del av detta kommer att försvinna till följd av planerad verksamhet och en bedömning av påverkan till följd av förändrade grundvattenförhållanden är därför inte aktuell. Det minsta området karterat som kärrtorv ligger på sydvästra gränsen av planområdet och ligger i huvudsak inom område för exploatering. Det kommer således att påverkas genom exploatering och en bedömning av påverkan från förändrade grundvattenförhållanden är därmed inte aktuell. Det ligger ett kärrtorvområde vid bäcken inom planområdet och ett utanför, det som nämns i stycket ovan. Det som ligger inom planområdet, i den sydöstra utkanten, ligger delvis utanför exploaterat område. Detta område bedöms förses med grundvatten från spricksystem i intill- och underliggande berg. Torvområdet ligger som högst 108 m.ö.h., det vill säga med god marginal under planerad marknivå. Det innebär att en stor del av det intilliggande berget blir kvar efter förändrad marknivå. Spricksystemen som förser området med grundvatten antas till allra största del ligga under planerad marknivå. Grundvattentillförseln till detta kärrtorvområde bedöms således inte påverkas av planerad verksamhet. Det område som ligger utanför planområdet, som nämns i stycket ovan, bedöms förses med grundvatten från omgivande berg och morän. Marken öster om området ligger utanför planområde och förblir oförändrad. Mycket av berget väster om torven ligger under 120 m.ö.h. och blir därmed kvar, bland annat marken som utgörs av morän. Av denna avledning bedöms planerad verksamhet inte medföra någon märkbar påverkan på detta torvområde, avseende grundvattentillförsel.



Figur 9. Jordartskarta från SGU. Rött markerar berg i dagen, blå med vita prickar markerar sandig morän och beige med mörka prickar markerar kärrtorv. Svart ellips markerar kärrtorvområden belägna helt eller delvis inom planområdet.

## Slutsats

Planerad verksamhet kommer att medföra en begränsad, och eventuellt periodvis, avsänkning av grundvattnets trycknivå i det grundvattenmagasin på sydvästra Grönkullen, som förser de enskilda vattentäkterna på fastighet Flässjum 1:79, 1:197 och 1:194 med dricksvatten. Dessa brunnar ligger utanför beräknat påverkansavstånd (med ett gränsvärde på 1 m avsänkning) från förväntad grundvattenavsänkning. Det innebär att avsänkningen i brunnarna blir mindre än 1 m. Den avsänkning som kan förväntas uppkomma i brunnarna är försumbar i förhållande till vattenpelaren i brunnarna och ligger inom den naturliga variationen av trycknivå i brunnarna och grundvattenmagasinet.

Grundvattnets trycknivå i brunnarna och magasinet antas dessutom sannolikt ligga under den lägsta nivån för en grundvattenavsänkning (120 m.ö.h.) under torra perioder. Den grundvattenavsänkning i berg som kan uppkomma till följd av planerad verksamhet bedöms därmed inte medföra någon negativ påverkan på dessa enskilda vattentäkter.

Grundvattnets trycknivå i övriga enskilda vattentäkter i berg (Flässjum 11:1, 1:188, 12:78 och 1:95) i närområdet ligger med god marginal under den planerade marknivån. Det innebär att ingen risk för en negativ påverkan från en grundvattenavsänkning föreligger för dessa.

En eventuell minskad grundvattenbildning till berg som kan uppkomma till följd av planerad verksamhet, genom hårdgörande av ytor, bedöms inte medföra någon negativ påverkan på de enskilda vattentäkterna. Detta eftersom den andel grundvatten som tillförs aktuella grundvattenmagasin genom direkt infiltration i markytan inom planområdet, bedöms utgöra en mycket begränsad del av den totala grundvattenbildningen till magasinen.

Det förekommer inga andra enskilda eller allmänna intressen, utöver de enskilda vattentäkterna, som kan påverkas av en grundvattenavsänkning i berg eller en minskad grundvattenbildning till följd av planerad verksamhet.

Den enskilda vattentäkt i jordlager, som ligger på fastighet Flässjum 4:5, bedöms inte påverkas av planerad verksamhet, främst eftersom vattentäkten och planområdet åtskiljs av ett utströmningsområde för grundvatten i jordlager.

Flera av de kärrtorvområden som förekommer inom planområdet påverkas av planerad verksamhet på andra sätt, så att en bedömning av påverkan från förändrade grundvattenförhållanden inte är aktuell. Grundvattentillförseln till de kärrtorvområden som ligger längs bäcken i den östra delen av planområdet, ett inom och ett utanför planområdet, bedöms inte påverkas märkbart av planerad verksamhet. För området inom planområdet kommer endast en mindre andel av det intilliggande berget att avlägsnas. Det är en del som ligger långt ovan torvområdet och sannolikt inte bidrar till grundvattenbildning i någon stor utsträckning. Torvområdet utanför planområdet bedöms förses med grundvatten från både morän och berg. Moränen blir i huvudsak kvar och samma scenario som beskrivs ovan, för området inom planområdet, gäller avseende berg.