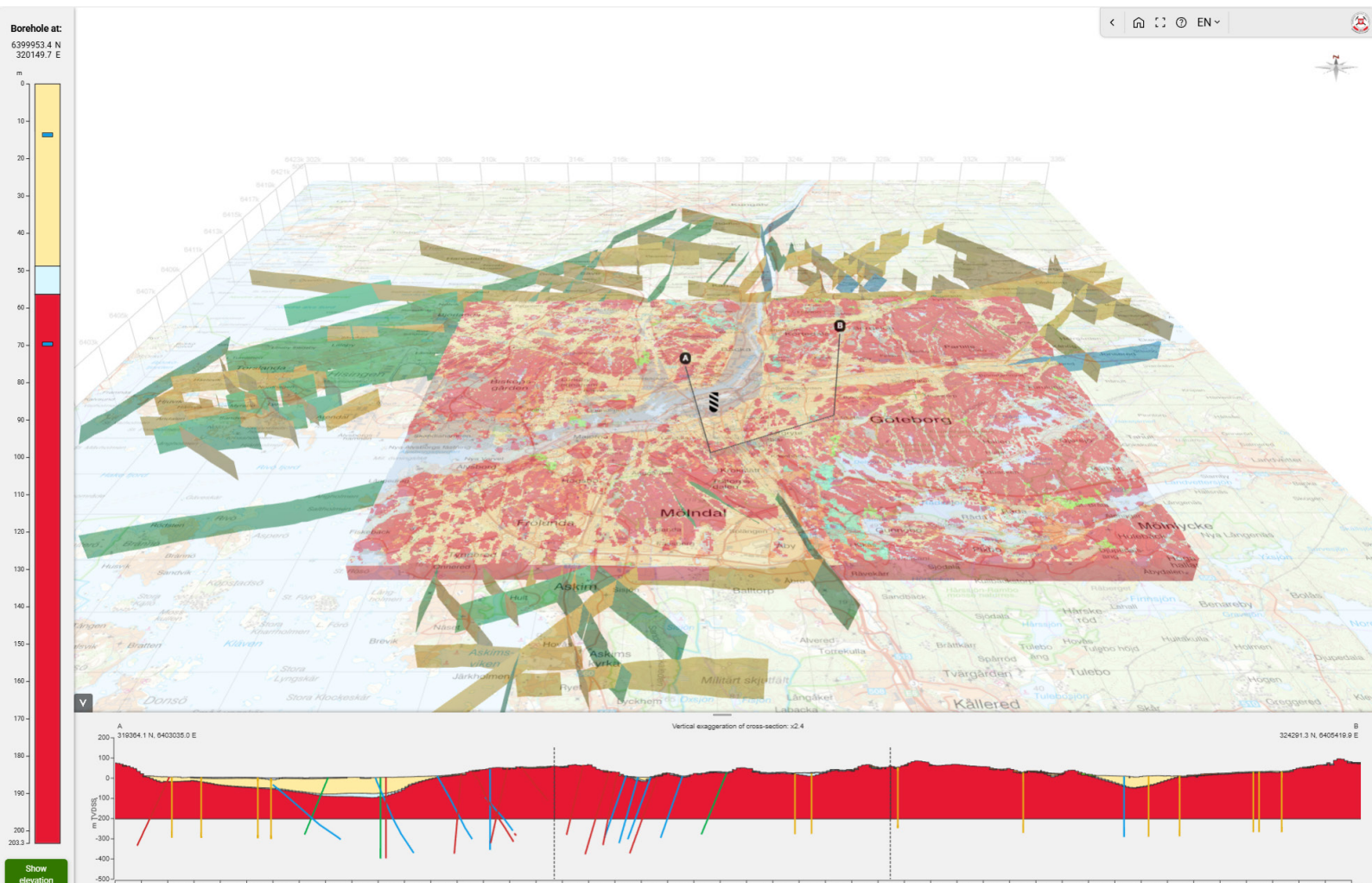


Geologisk 3D-modell av Göteborg med omnejd för undermarksplanering



Philip Curtis & Eva Wendelin

www.sgu.se

SGU-rapport 2025:10

Författare: Philip Curtis och Eva Wendelin
Granskad av: Sven Lundqvist, Ulf Bergström och Henrik Mikko
Ansvarig enhetschef: Lena Yotis
Redaktör: Johan Sporrang

Oktober 2025

Omslagsbild: Geologisk 3D-modell över Göteborgsområdet.
Skapad av: Philip Curtis och Eva Wendelin

Sveriges geologiska undersökning

Box 670, 751 28 Uppsala

tel: 018-17 90 00

e-post: sgu@sgu.se

www.sgu.se

Innehåll

Bakgrund och inledning	4
Intressenter och samarbetspartner	6
Syfte	6
Underlag	7
Kartor och databaser	7
Jordlager	7
Svaghetszoner	10
K-system	11
Kartläggningsrapportering stil och format	13
Terrängläge och geologisk översikt	14
Berggrunden	14
Deformationszoner och strukturell uppbyggnad	16
Jordlagren	17
Modellområdet	17
Metoder	18
Svaghetszoner	18
Jordlagermodellen	20
Geologiska antaganden	21
Resultat	24
Modellerade ytor, lager och volymer	24
Svaghetszoner	24
Jordlager	25
Modellens begränsningar och osäkerhet	26
Svaghetszoner	26
Jordlager	28
Rekommendationer för framtida arbete	29
Referenser	30
Bilaga A. Produktbeskrivning Svaghetszoner	
Bilaga B. Produktbeskrivning Jordlagerföljder	
Bilaga C. Produktbeskrivning Brunnar	
Bilaga D. Produktbeskrivning Jorddjupsmodell	
Bilaga E. Jordlagerprofiler	
Bilaga F. Produktbeskrivning Jordarter 1:25 000–1:100 000	

Sammanfattning

En geologisk 3D-modell har tagits fram utifrån jordlager och berggrundens svaghetszoner inom Göteborgsområdet. Modellområdet omfattar Göteborgs tätort med omnejd. Den nuvarande modellen innebär en vidareutveckling av tidigare presenterade svaghetszoner, och en ny jordlagermodell. Den tidigare berggrundsmodellen och Göteborgsområdets berggrund, jordarter och geologiska utveckling presenteras i Bergström m.fl. 2021.

Svaghetszon är en allmän byggnadsteknisk term som avser ett område i berggrunden där materialet har lägre hållfasthet, stabilitet eller motstånd än den omgivande bergmassan. Dessa zoner är särskilt viktiga att identifiera vid planering av infrastrukturprojekt, såsom tunnlar eller bergskärningar, eftersom de kan påverka säkerheten, stabiliteten och kostnaden för ett projekt. Dessa svaghetszoner representerar ofta spröda deformationszoner, såsom sprickzoner eller olika typer av gångbergarter, till exempel diabas.

Sveriges geologiska undersöknings (SGU) 3D-modeller för tätorter kan betraktas som 3D-kartor över jordlagren och berggrunden och presenterar ett grovt geometriskt ramverk av olika geologiska enheter och deras karaktär. Ramverket, tillsammans med tillhörande rapporter, syftar till att ge en förbättrad utgångspunkt för beskrivning och förståelse av områdets geologi och bidra till en mer effektiv översiktlig planering av infrastrukturprojekt i ett tidigt skede.

Tidigare modellering och rapportering har fokuserats på Stockholm (Wahlgren m.fl. 2018), Göteborg (Bergström m.fl. 2021) och Malmö (Erlström m.fl. 2023). Modellerna bygger på insamling, digitalisering, harmonisering och tolkning av extern information, som tillsammans med SGU:s befintliga data integrerats i en 3D-modell.

Modellen är framtagen i en kombination av program: ArcGIS (Esri), SKUA-Gocad (Aspentech, Mira Geoscience) och Groundhog (British Geological Survey). Modellen, rapport och underlagsmaterial presenteras och tillgängliggörs i samarbete med Polish Geological Institute (PGI) och deras visualiseringsverktyg Geo3D (geo3d.pgi.gov.pl/SGU_Goteborg/index.html). En kort demonstration presenteras här: play.mediaflow.com/ovp/16/87OECIUGPL

Bakgrund och inledning

Ett av de planeringsunderlag för samhällsbyggande som tidigare har använts i Stockholm är den byggnadsgeologiska kartan. Kartan baseras på omfattande underlag om jord och berg och visar bland annat jordarter, berg i dagen, krosszoner och sprickzoner. Kartläggningen skedde i slutet av 1970-talet och början av 1980-talet av Fastighetskontorets geobyrå. Kartan digitaliserades 1997, är översiktlig och ursprungligen i skala 1:10 000. En version från cirka 1980 är tillgänglig på Stockholms stads Geoarkiv (etjanster.stockholm.se/geoarkivet/)

Svaghetszon är en allmän byggnadsteknisk term som avser ett område med låg mekanisk stabilitet i en bergmassa, vilket kan påträffas vid ytan eller under jord. Dessa svaghetszoner representerar ofta spröda deformationszoner, såsom sprickzoner eller olika typer av gångbergarter, till exempel diabasgångar.

Den geologiska historien bakom bildandet av en spröda deformationszon är ofta komplex och har vanligtvis utvecklats stegvis under mycket långa tidsperioder. Externa förhållanden, såsom temperatur relaterad till djup samt riktningen på det regionala spänningsfältet, kan ha varierat över tid. En förkastning kan dessutom reaktiveras under flera olika geologiska förhållanden.

En översikt över områdets tektoniska historia och det rådande regionala spänningsfältet har presenterats tidigare (Bergström m.fl. 2021). Det finns ofta en övergripande förståelse för hur det regionala spänningsfältet har förändrats genom geologisk tid, samt logiska, om än hypotetiska, förklaringar till de sprickmönster som observeras i dag. Däremot är det extremt svårt, för att inte säga omöjligt, att på lokal skala rekonstruera den detaljerade spänningshistoriken och att förklara geometri och samband mellan olika sprickuppsättningar. Detta ligger långt utanför vad som är rimligt att omfatta i en geoteknisk undersökning för ett infrastrukturprojekt.

Även interna förhållanden kan variera. En större bergvolym där en förkastning utvecklas kan uppvisa variationer i både bergarters materialegenskaper och massegenskaper, inklusive förekomst och fördelning av sprickor (Goodman 1989, Hoek & Brown 1997). Detta leder till att spröd deformation ofta resulterar i en komplex intern ”arkitektur”, där zonens tjocklek, stupningsvinkel, sprickintensitet och symmetri kan variera både i strykning- och stupningsriktningen (Caine, Evans & Forster 1996).

De flesta infrastrukturtunnlar anläggs relativt grunt och har sektioner där bergtäckningen ovanför tunneltaket är begränsad. Det här innebär att tunneln kan ligga inom en bergvolym som har utsatts för tryckavlastning, och därmed öppning av tidigare slutna sprickor, ökad vittring och permeabilitet, samt försämrad mekanisk stabilitet.

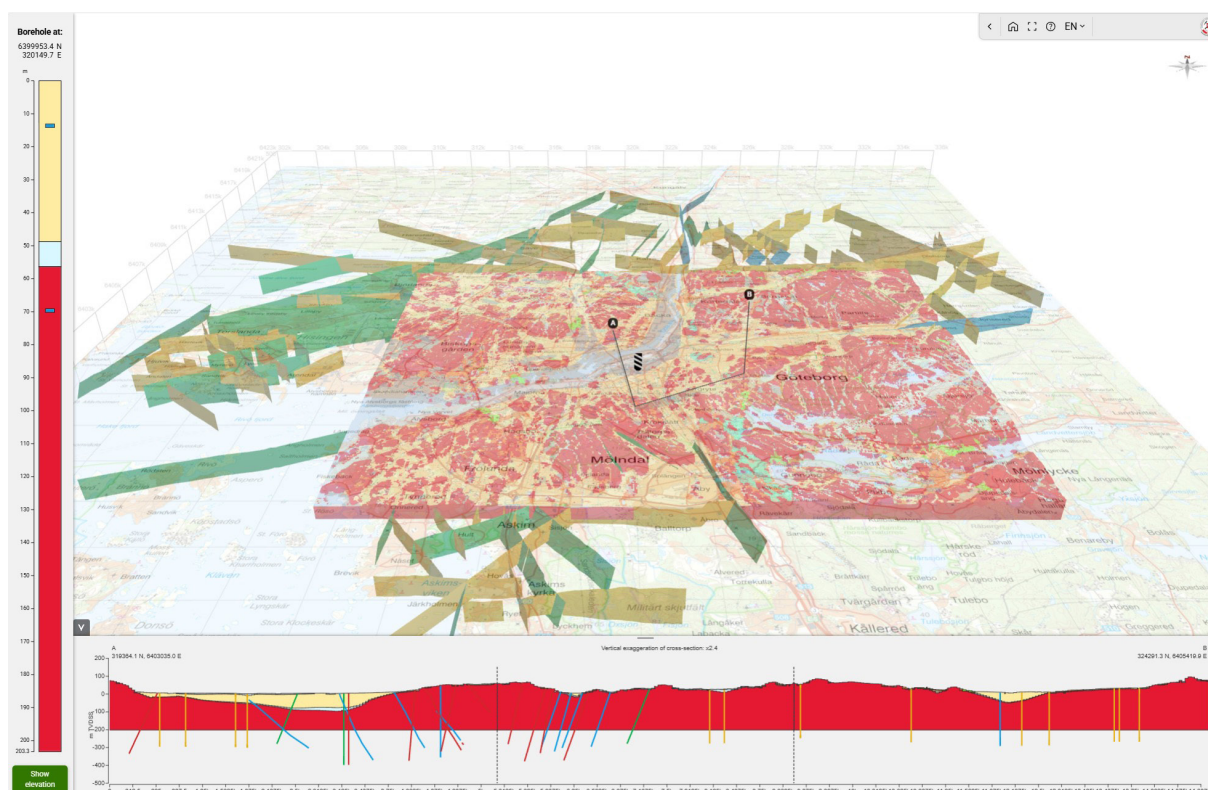
Sveriges geologiska undersökning (SGU) har arbetat med att uppdatera den byggnadsgeologiska informationen för Stockholm, Göteborg och Malmö med målet att ta fram en uppdaterad 3D-version av en byggnadsgeologisk karta för dessa städer. Det finns ett stort behov av uppdaterad information, vilket har uttryckts av olika samhällsaktörer. Dock har ansvaret för denna uppdatering varit otydligt. Stockholms stad, Trafikverket, SGU, Statens geotekniska institut (SGI) och andra branschaktörer samlar in och förvaltar jord- och bergteknisk (geoteknisk) information med varierande effektivitet. Alla berörda aktörer efterfrågar en centraliserad, välstrukturerad geoteknisk databaslösning där relevant information enkelt kan lämnas in och hämtas ut. Frågan om ett gemensamt datavärdskap för geoteknisk information har utretts flera gånger genom åren men har ännu inte realiserats. Trots detta kvarstår det som ett eftersträvat mål.

SGU har bedrivit viss verksamhet för att samla in relevant information för detta ändamål. På grund av begränsade resurser har arbetet fokuserat på specifika typer av geologisk information, i detta fall svaghetszoner, som vanligtvis inte hanteras och integreras systematiskt utanför projektspecifika korridorer.

Med hjälp av dokumentation från tunneldrivningar och detaljerad kartläggning inför grundläggning av andra konstruktioner, framför allt ingenjörsgelogiska kartläggningar i form av analoga ritningar, CAD-filer eller rapporter, har SGU extraherat information gällande observationer av svaghetszoner och genom samtolkning med SGU:s egna data och visualisering bidragit till en 3D-modell.

Den byggnadsgeologiska informationen i Göteborg kompletterades 2025 med en jordartsgeologisk 3D-modell för Göteborg med omnejd. (fig. 1) Modellen bygger på insamlad lagerföljdsinformation, SGU:s jordartskarta samt SGU:s jorddjupsmodell. Modellen är generaliserad och indelad i sju klasser. Man kan exempelvis få en uppfattning om lerdjupen i dalgångarna.

Man kan också se hur de olika jordlagren brer ut sig under markytan, exempelvis den så kallade Göteborgsmoränen.



Figur 1. Geologisk 3D-modell av Göteborg med omnejd för undermarksplanering.

Intressenter och samarbetspartner

Huvudintressenter är Göteborgs kommun, Göteborgs Spårvägar, myndigheter, såsom Trafikverket, leverantörer som Telia och Göteborgs Energi samt konsultföretag eller entreprenörer som Skanska, samt alla övriga som arbetar med undermarksplanering i de tidigaste faserna av ett projekt.

Gryaab, Göteborgs Energi, Trafikverket och Bergab har bidragit med information.

All information om enskilda tunnlar ägs av de olika tunnelägarna samt konsulter som har projekterat och genomfört undersökningar. SGU hänvisar berörda parter till respektive tunnelägare för eventuell tillhörande information. För närvarande har SGU inget formellt ansvar för att förvalta denna information.

Syfte

Den svenska skattebetalaren har i många fall direkt eller indirekt redan betalat för en stor del av den geologiska information som har tagits fram av konsulter, entreprenörer och myndigheter vid planering och byggnation av större underjordiska infrastrukturprojekt. SGU strävar efter att återanvända och integrera en del av den informationen, genom att förbättra sina egna produkter och tjänster för att minska kostnader och risker i framtida projekt.

SGU:s 3D-modeller för tätorter kan betraktas som 3D-kartor över jordlagren och berggrunden, och presenterar ett grovt geometriskt ramverk av olika geologiska enheter och deras karaktär och egenskaper. Ramverket tillsammans med tillhörande rapport syftar till att ge en förbättrad

utgångspunkt, med bättre beskrivning och förståelse av områdets geologi och bidra till en mer effektiv översiktlig planering av undermarks-infrastrukturprojekt i ett tidigt skede.

Kunskap, eller brist på kunskap, om svaghetszoner, jorddjup och andra geologiska förhållanden kan påverka tekniska beslut och projektkostnader. Den begränsade kunskapen om zonernas verkliga tjocklek, utsträckning och sammansättning gör det svårt att på förhand förutse vatteninflöden, särskilt i sprickiga och krossade zoner eller stabilitetsproblem vid tunnelbrytning. Detta påverkar både projekteringen, tidsplaneringen och kostnadsbedömningen.

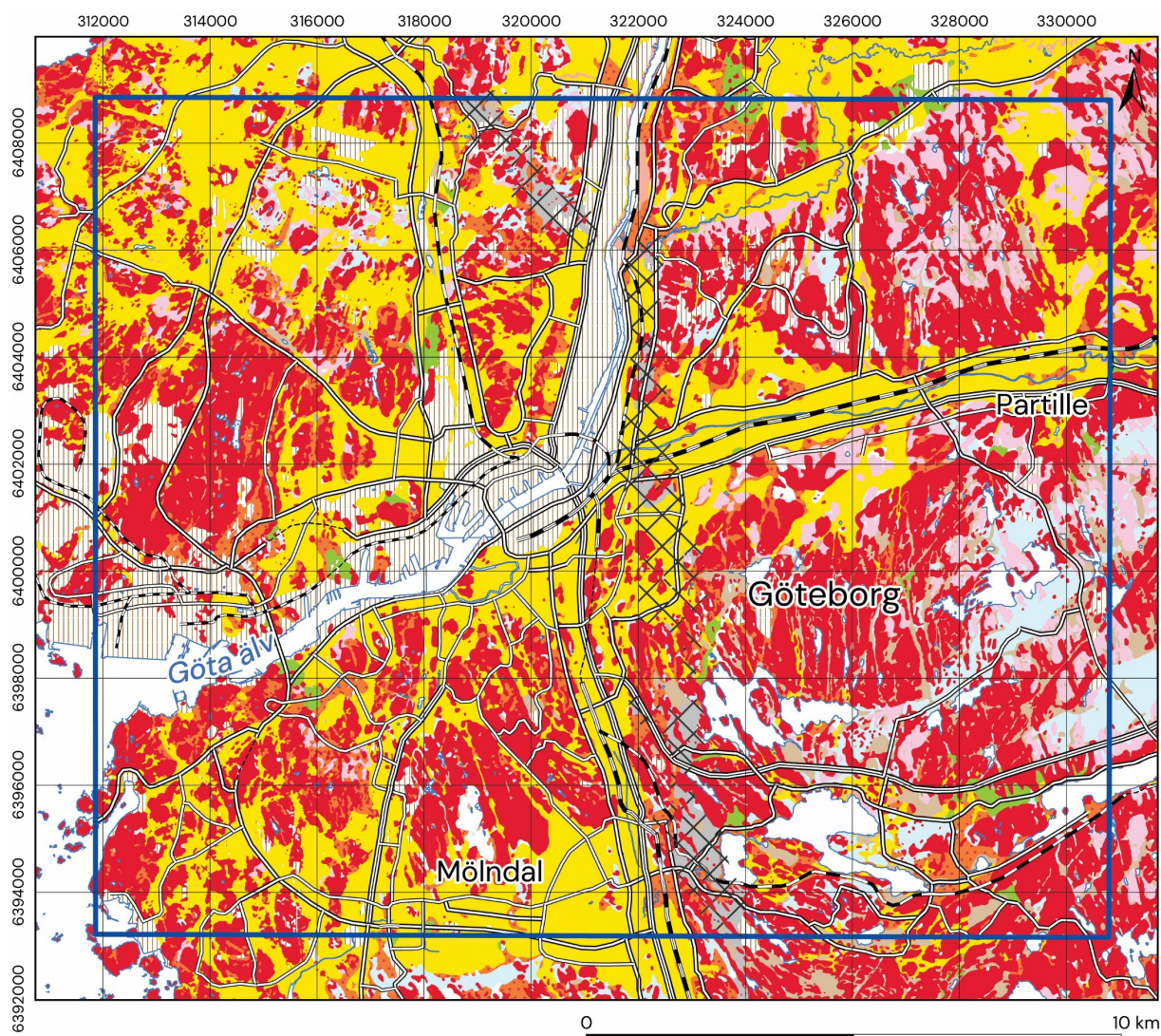
Underlag

Kartor och databaser

Som underlag för den geologiska modelleringen har använts:

Jordlager

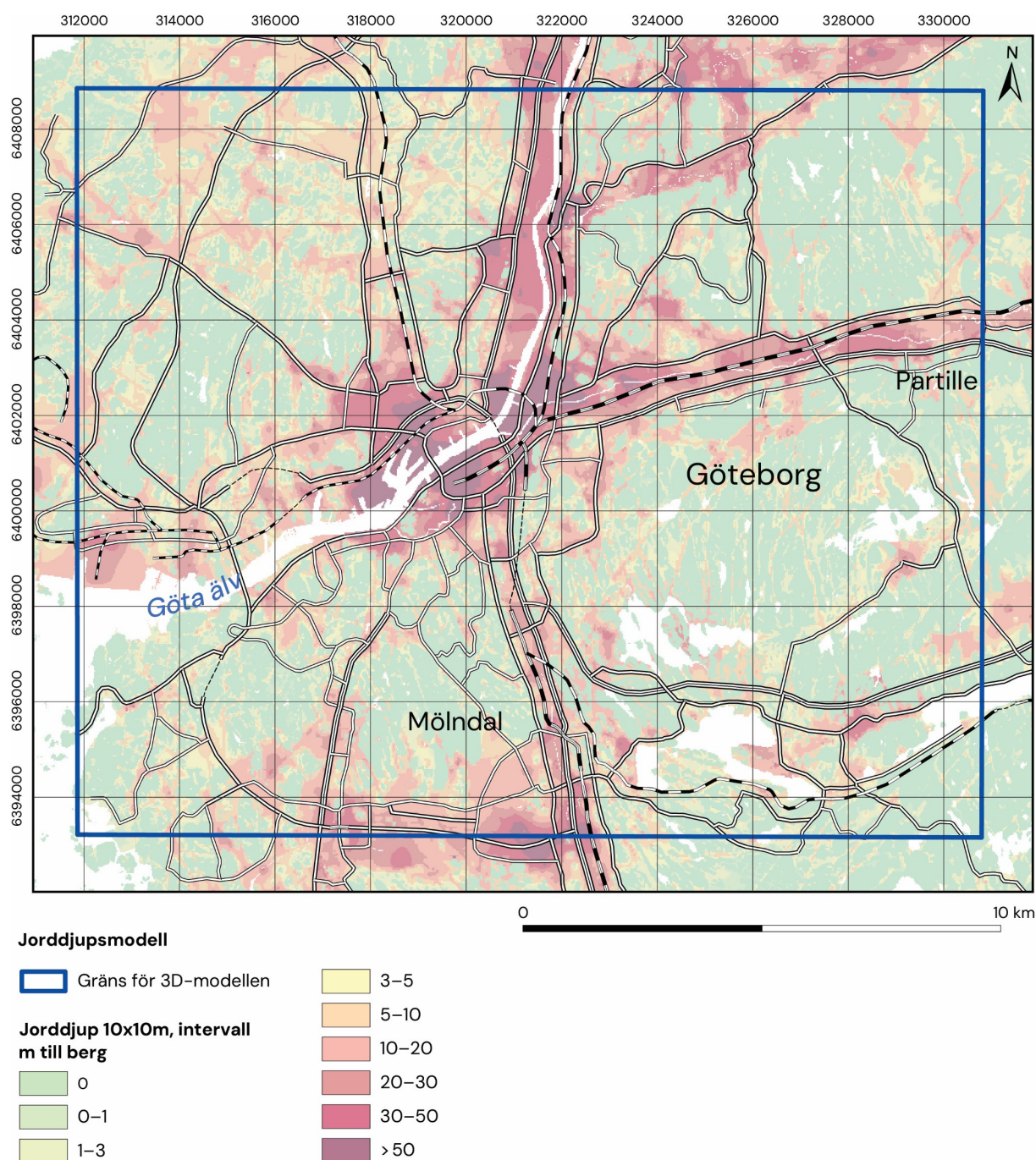
- Lantmäteriets GSD-höjdmodell, grid 1+ (2025). Höjdmodellen är omklassad till 10 m i modelleringsarbetet.
- SGU:s jordartskarta (SGU 2025a). Kartskalan i modellområdet är 1:25 000 (fig. 2).
- SGU:s jorddjupsmodell (2025b). Initialt har denna modell använts för att definiera bergytan. Ytan har justerats med hänsyn till ny information, framför allt borrhålsuppgifter (fig. 3).
- Det finns närmare 15 000 borrhålsuppgifter från brunnborrningar, rörsättningar i samband grundvattenundersökningar och lagerföljder från geotekniska undersökningar. Samtliga borrhålsuppgifter har använts som underlag i SGU:s jorddjupsmodell och ett urval har använts i modelleringen. I vissa fall har informationen redigerats. Borrhålsuppgifterna finns till viss del lagrade i SGU:s databaser och ingår i kartvisarna *Brunnar* (SGU 2025c) och *Jordlagerföljder* (SGU 2025d) (fig. 4).



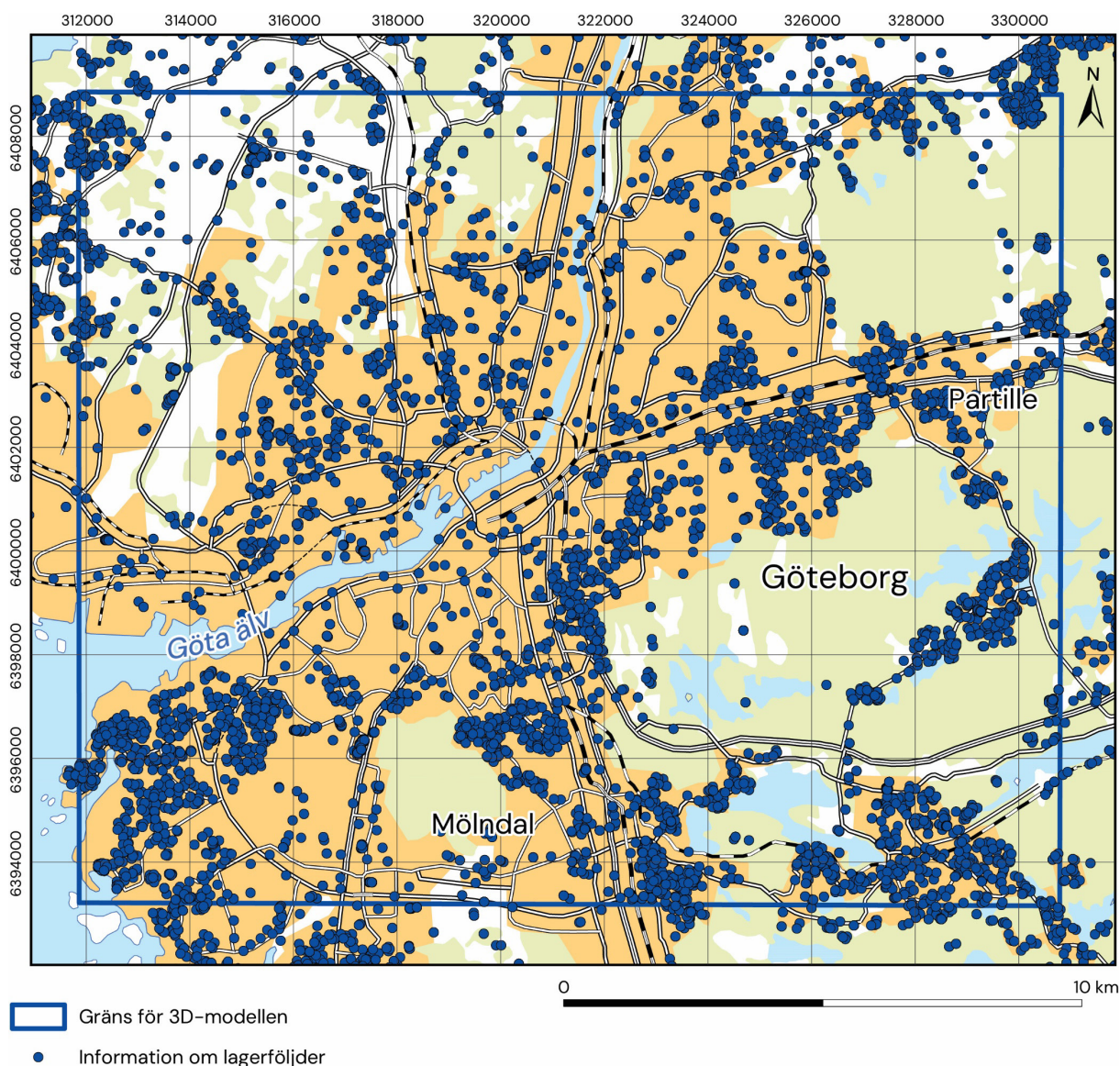
Förenklad jordartskarta

	Gräns för 3D-modellen		Isälvsediment, sand-block		Övrigt
	Organisk jordart		Morän		Vatten
	Lera		Tunt jordtäckte		Generaliserad utbredning av "Göteborgsmorän"
	Silt		Berg		
	Sand		Fyllning		

Figur 2. Jordartskarta (produktbeskrivning Jordarter 1:25 000–1:100 000, bilaga F)



Figur 3. Jorrdjup (produktbeskrivning Jorrdjupsmodell, bilaga D)



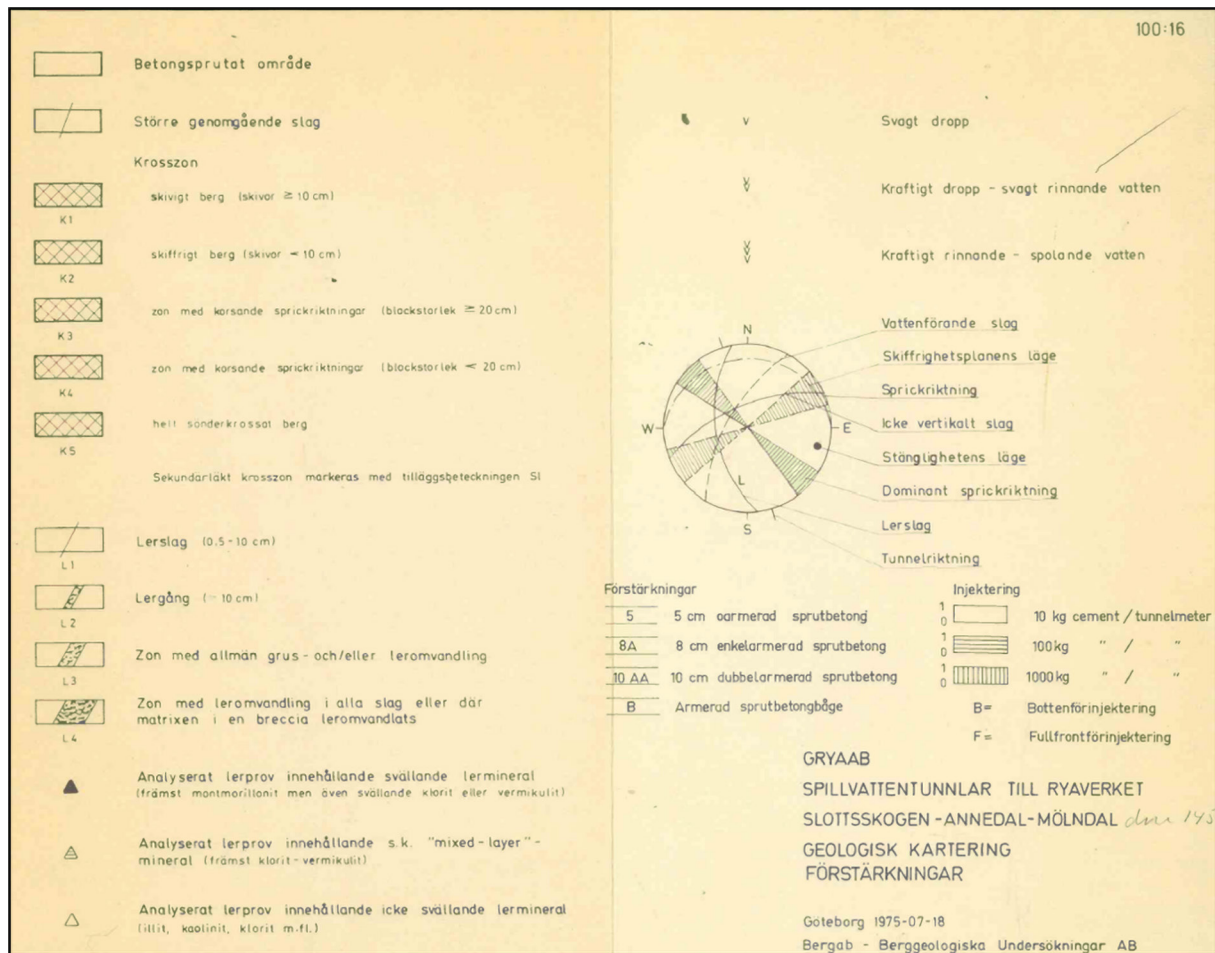
Figur 4. Lagerföljder (produktbeskrivning Jordlagerföljder, bilaga B)

Svaghetszoner

I första hand har geologisk kartläggning av tunnlar från byggskedet använts med stöd av kartläggning, seismik och borrhingsresultat från förundersökningsskedet. De olika slags tunnlar som inkluderats är vägtunnlar, järnvägstunnlar, spårvagnstunnlar, avloppstunnlar och andra försörjningstunnlar. Resultaten från byggskedet av Trafikverkets projekt Västlänken har inte funnits tillgängliga och har därför inte inkluderats i den nuvarande versionen av modellen.

Alla tunnlar har drivits med konventionell borr- och sprängteknik med kortare sträckor med metoden *cut and cover*. I Göteborg har konstruktion av tunnlar pågått från 1960-talet och framåt med en topp under de expansiva 60- och 70-talen. Eftersom projekten sträcker sig över en så lång tidsperiod har kartläggningsmetodik och stilen för rapportering ändrats. Bergab har dock dominerat det geologiska arbetet i Göteborg och upprätthållit sin egen standardmetodik med mindre ändringar under en lång period, Bergabs "K-system" (fig. 5). K-systemet syftar endast till att ge en konsekvent beskrivning av sprödtekonik jämfört med de mer numeriska Q- och RMR-systemen, men dess användning är mycket vanligare än RMR- (Bieniawski 1989) eller Q-systemrapportering (Barton, Lien & Lunde 1974, Barton 2002).

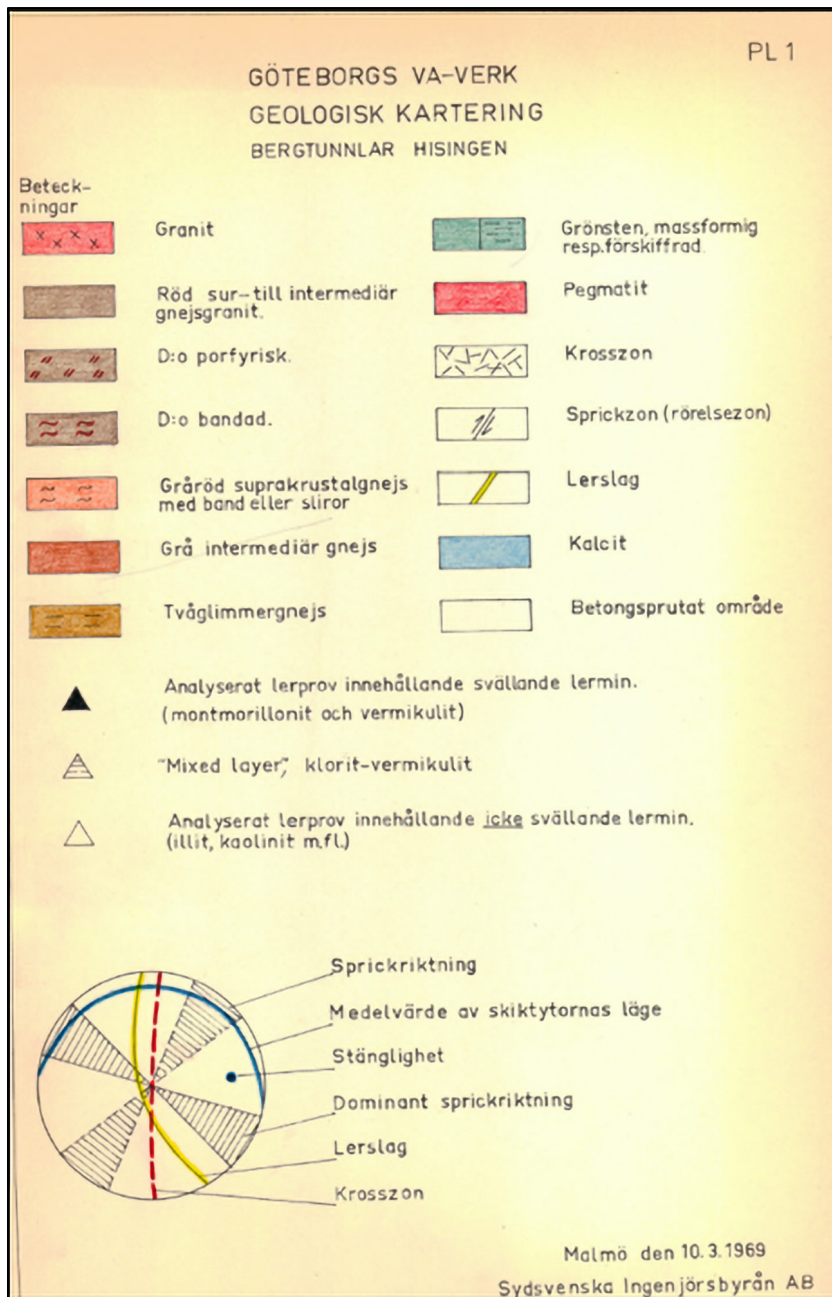
K-system



Figur 5. Bergabs kartläggningssystem, cirka 1975.

För övriga tunnlar tillämpas en mer förenklad beskrivning av bergförhållandena, med markering av krosszoner, sprickzoner och andra strukturer som kan påverka den mekaniska stabiliteten. Se till exempel teckenförklaringen från en äldre kartläggning presenterad i figur 6.

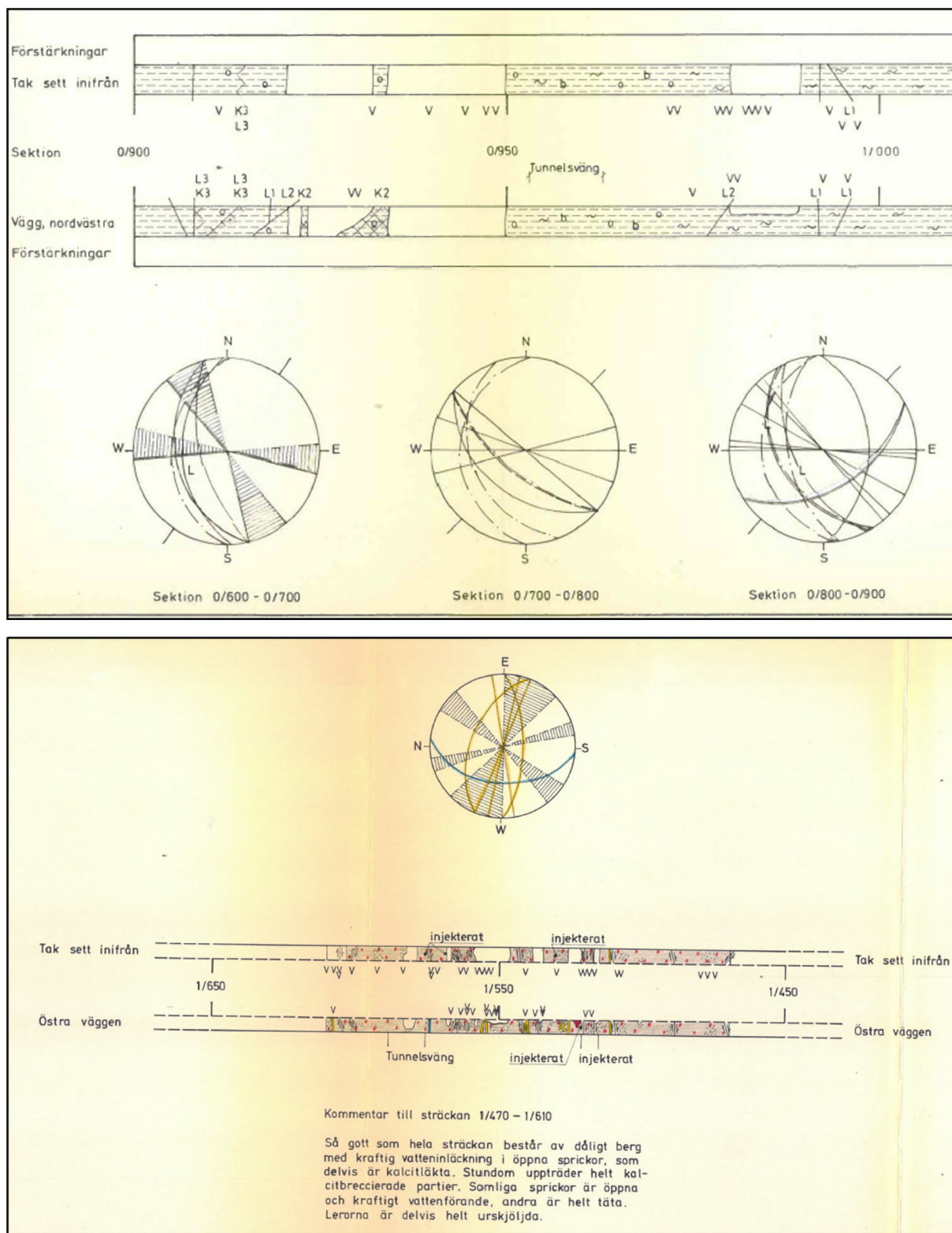
Andra parametrar och kartläggningssystem finns beskrivna i bilaga A – Produktbeskrivning Svaghetszoner.



Figur 6. Teckenförklaring från en äldre kartläggning cirka 1969.

Kartläggningsrapportering stil och format

Nedan presenteras ett par exempel av äldre tunnelkartläggningsdokumentation (fig. 7).



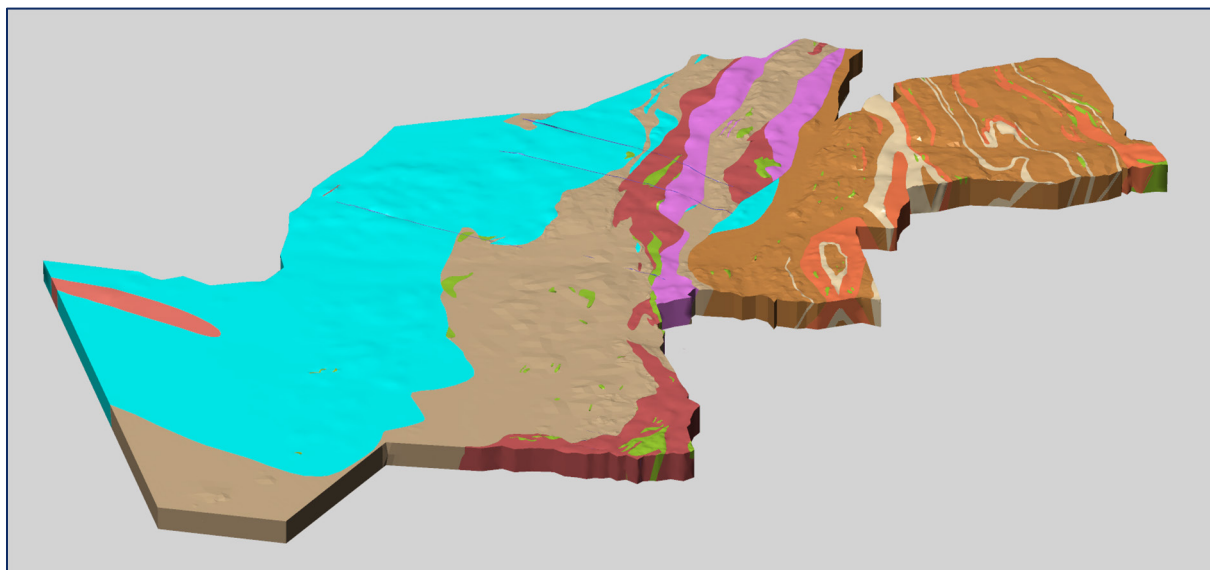
Figur 7. Exempel på äldre tunnelkartläggningsdokumentation.

Terrängläge och geologisk översikt

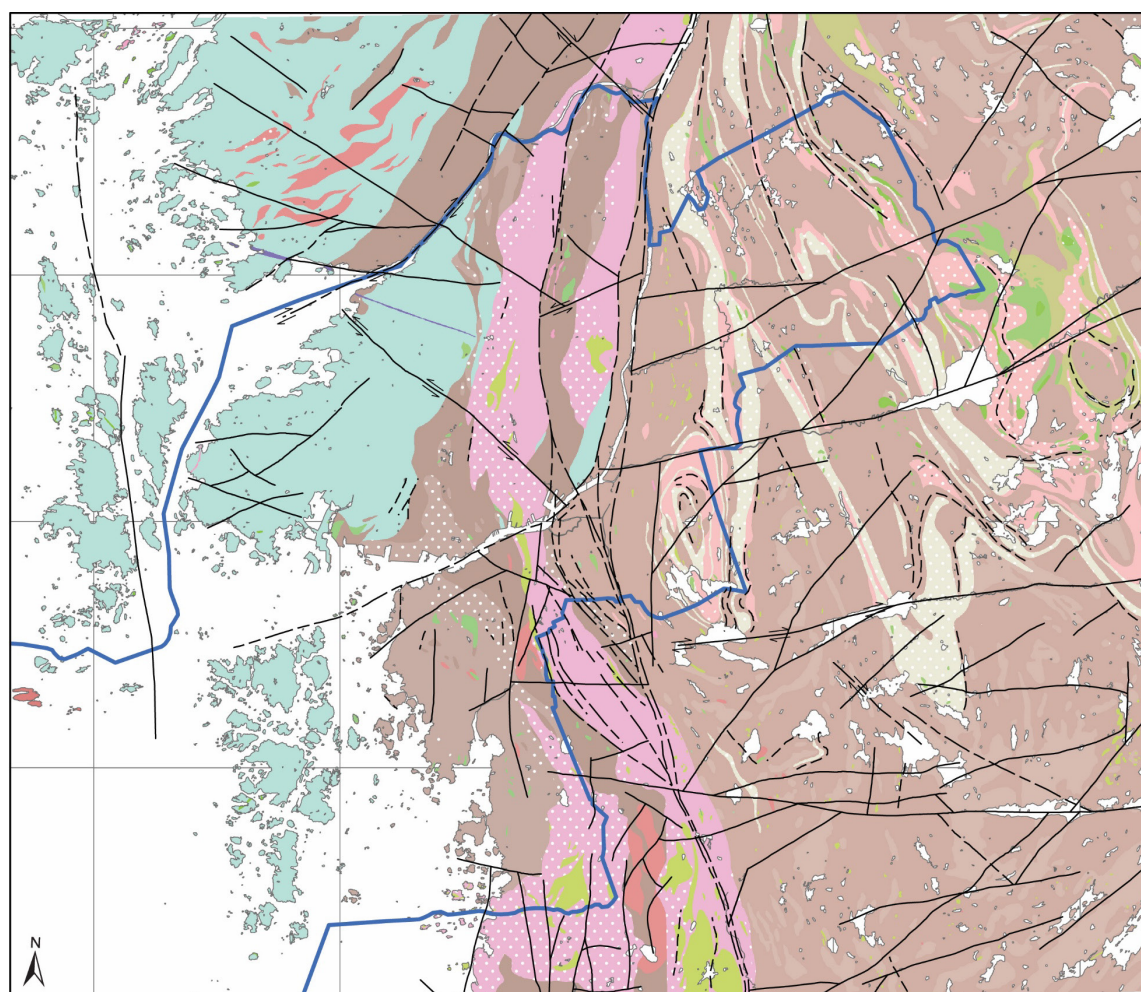
Berggrunden

Göteborgsområdets berggrund, jordarter och geologiska utveckling har tidigare presenteras tillsammans med en 3D-modell i Bergström m.fl. 2021 (fig. 8). Berggrunden i Göteborgsområdet består av urberg, som har en ålder mellan 900 och 1 600 miljoner år. Den har under geologisk tid i varierande grad omvandlats och deformerats under två kontinentkollisioner med efterföljande bergskedjebyggnad: den gotiska orogenesen (för cirka 1 550 miljoner år sedan) och den sveko-norvegiska orogenesen (för cirka 1 050 miljoner år sedan).

Berggrundens litologiska homogenitet är beroende av i vilken skala den betraktas. I Göteborg består berggrunden i sin helhet av prekambriskt urberg och kan ur det perspektivet betraktas som homogen. Faktorer som dock kan påverka berggrundens homogenitet kan vara stora sammansättningsvariationer inom bergarter internt, förekomst av olika gångbergarter som till exempel diabas, hög frekvens av inneslutningar, olika grader av överpräglade gnejsighet och åderbildning, och alla kan i översiktlig skala bedömas som ”homogent heterogena”. I Göteborgsområdet är det möjligt att definiera homogenitet utifrån tre berggrundsblock: sedimentgnejserna i väster, granitiska bergarter centralt i staden och kraftigt deformerade och ådrade granitiska gnejser åt öster (fig. 9).



Figur 8. 3D-modell av berggrunden inom Göteborgs kommun (Bergström m.fl. 2021).



0 10 km

- Spröd deformationszon
- - - Spröd-plastisk deformationszon
- - - Plastisk deformationszon
- Vingaporfyr, grå, porfyrisk, 950 miljoner år
- Diabas, mörkt grå, finkornig, massformig, 950 miljoner år
- Pegmatit, ljus rödgrå, grovkornig, cirka 1 000 miljoner år

Kungsbackasviten 1360–1300 miljoner år

- Granit; grå-röd-röd, gnejsig
- Granit; porfyrisk, rödgrå
- Gabbro-diorit; mörkt gröngrå, gnejsig

Stora Le-Marstrandsgruppen, cirka 1600 miljoner år

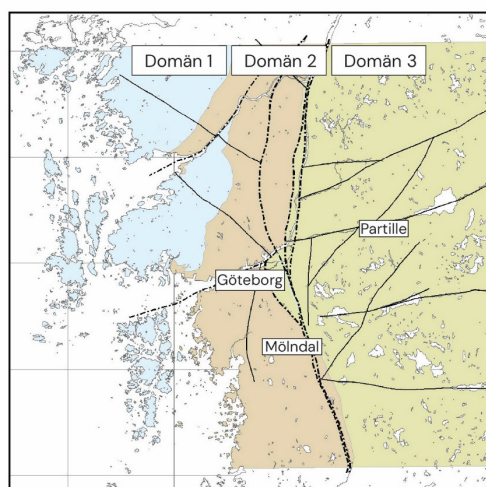
- Paragnejs (och diatexit), grå, fint medelkornig, ådrad
- Amfibolit, mörkt gröngrå, finkornig, ådrad
- Ytbergartsgnejs, grå, finkornig, ådrad

Hisingensviten 1590–1520 miljoner år

- Granit; grå-röd, gnejsig
- Granodiorit-granit; porfyrisk, rödgrå, gnejsig
- Granodiorit-granit; jämnkornig, rödgrå
- Tonalit-granodiorit; grå, gnejsig
- Gabbro-diorit; mörkt gröngrå, gnejsig

Göteborgssviten 1660–1590 miljoner år

- Granit; rödgrå, gnejsig och ådrad
- Granodiorit-granit; rödgrå-grå, gnejsig och ådrad
- Tonalit-granodiorit; grå, gnejsig och ådrad
- Gabbro-diorit; mörkt gröngrå och gnejsig
- Ögongnejs, grovporfyrisk, rödgrå, gnejsig och ådrad



Figur 9. Berggrundskarta över Göteborgsområdet. Gränsen för Göteborgs kommun visas med blå linje. Domän 1–3 hänvisar till de tre litologiska-strukturella block som finns i Göteborgstraktens berggrund (Bergström m.fl. 2021).

Deformationszoner och strukturell uppbyggnad

I Göteborgsområdet uppträder ett antal större deformationszoner i berggrunden. Dessa kan utgöra gränser för de skissartade geologiska områden (block) som är beskrivna ovan eller dela upp berggrunden i mindre block (fig. 9).

Strukturmönstret anlades under utvecklingen av den svekonorvegiska bergskedjebildningen för cirka 1 000 miljoner år sedan. Längs några zoner ser man betydande förskjutningar mellan bergblocken, medan andra kännetecknas främst av krossning utan att förskjutningar kan noteras. Omkristallisering av bergmaterialet, till exempel bildning av myloniter och nybildning av mineral, sker i de plastiska deformationszonerna och kan ge information om deformationens karaktär och riktning. Bergmaterialets hållfasthet påverkas normalt till det sämre, framför allt i de spröda deformationszonerna, vilket gör att de eroderas lättare. Dessa svaghetszoner har under den geologiska historien utvecklats till dagens dalgångar, där blottningsgraden av hällar är mycket liten.

Höjddata över Göteborgsområdet synliggör längre spröda zoner i berggrunden. Det regionala topografiska mönstret sammanfaller väl med orienteringen av de plastiskt deformerade bergarterna och de plastiska planstrukturerna i berggrunden. Detta antyder att uppbyggda spänningar i berggrunden under den sprödtektoniska geologiska utvecklingen i första hand har utlöstes utefter den befintliga plastiska anisotropin. Det ska dock noteras att spröda zoner som övertvårar de plastiska strukturerna också förekommer.

Den centrala strukturen är Göta älvzonen som löper i ungefärlig nord-sydlig riktning i Mölndalsåns dalgång genom Göteborg, delar sig i två armar längs Göta älv respektive Klarabergsdalgången och som sedan går ihop igen vid Kungälv. Från denna centrala deformationszon löper ett antal betydande deformationszoner ut åt olika håll. Zonen omfattar förutom smalare zoner med mycket stark deformation och mylonitisering, en flera kilometer bred korridor med ökad deformation, främst utvecklad som en stark gnejsighet och bandning i de olika granitiska bergarterna på bägge sidor om Göta älv och Mölndalsån. Man kan spåra en utveckling av strukturerna i zonen från mer plastisk deformation initialt (som skapar gnejsighet och bandning), och som följs längre fram i den geologiska historien av mer spröd deformation och krossning av berget. Utvecklingen leder också till ökad komplexitet med många mindre relaterade deformationszoner med olika riktning och karaktär. Dessa mindre zoner är sammanlänkade i en bredare korridor.

Det förekommer två olika typer av diabas i Göteborgsområdet. Det finns en äldre generation, metadiabaser. De bildar normalt meterbredda, nord-sydliga och nordöstliga-sydvästliga gångar med intrusiva relationer till sidoberget. Det finns också en yngre diabasgeneration, de så kallade Göteborgsdiabaserna som klippar igenom de äldre bergarterna i väst-nordvästlig riktning. Diabaserna är brantstående och den största, Tuvegången, har en bredd på över 50 m. Spröd deformation och sprickbildning finns också i ökad utsträckning både i och runt diabasgångarna.

Huvuddelen av de västnordvästliga Göteborgsdiabaserna är orienterade mer eller mindre parallellt med stora sprickzoner i berggrunden. Detta visar troligtvis att diabasmagmorna utnyttjat redan existerande svaghetszoner i berggrunden och intruderat utefter dessa. På ett flertal ställen inom Göteborgsområdet är diabaserna uppspruckna och krossade, vilket indikerar en mer allmän spröd reaktivering i berggrunden efter diabasmagmornas intrusion. En fullständig beskrivning av berggrunden och dess tektoniska historia finns i SGU:s tidigare rapport om Göteborgsområdets berggrund, jordarter och geologiska utveckling (Bergström m.fl. 2021).

Jordlagren

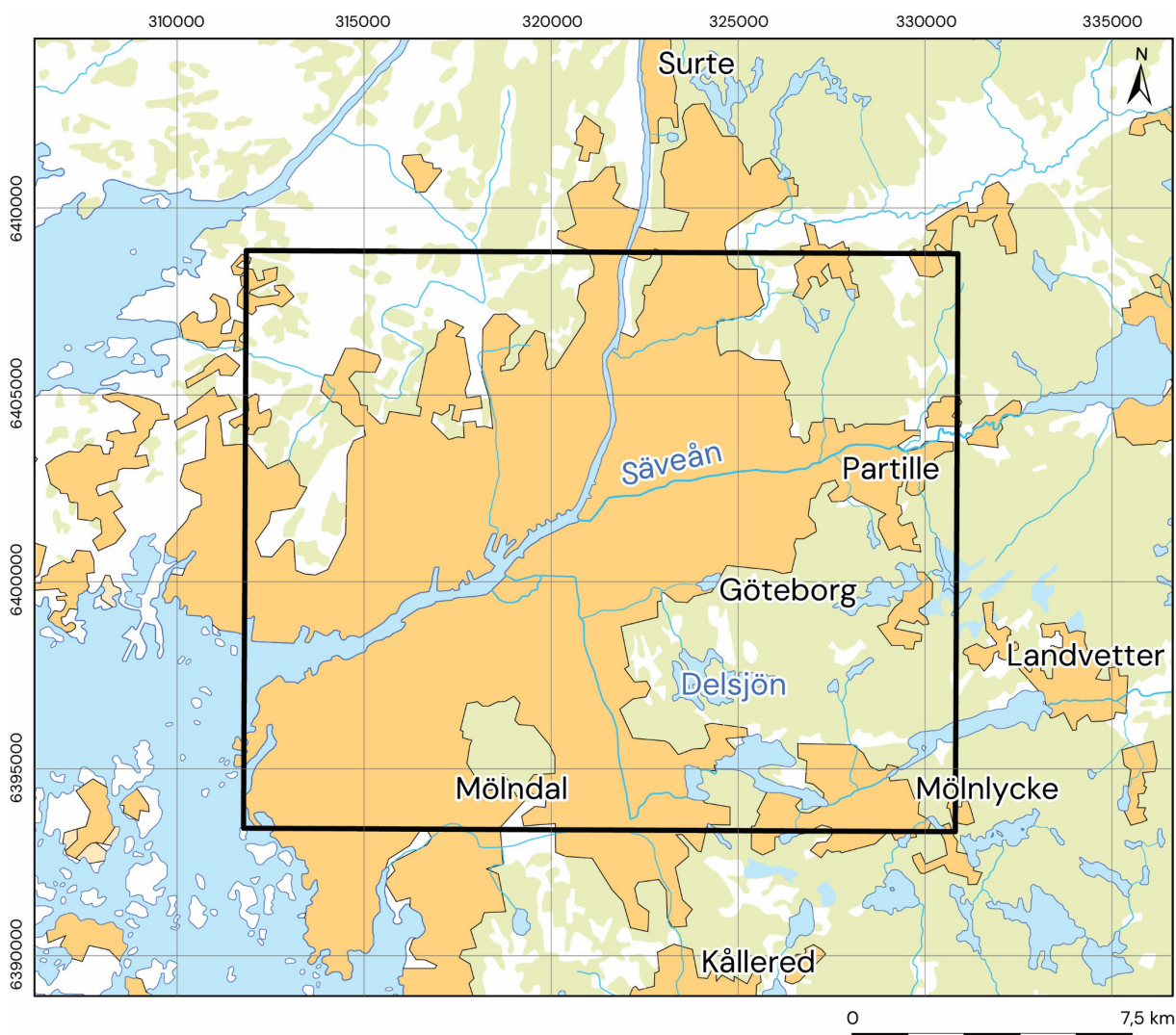
Göteborgsområdet hör till jordartsregionen Väst kustens berg- och lerområde (Persson 1994). Denna region karaktäriseras av att jordtäckte till stor del saknas i höjdområden och att lägre liggande områden och sprickdalar är fyllda med finkorniga sediment (fig. 2 & 3). Morän förekommer dels som ett mycket tunt, cirka 0,5 m, täcke inom många höjdområden, dels i randbildningar och som stöt- och läsidesmoräner. Randbildningarna, till exempel Göteborgs-moränen, utgörs av deltan och ryggar bestående av isälvs-material och morän. Svallsediment förekommer kring morän- och isälvsavlagringarna. En för västkusten karaktäristisk jordart är skaljord, som dock förekommer förhållandevis sparsamt inom det aktuella området. Lerorna domineras av glacial lera som är övervägande styv, grå och diffust skiktad. Den överlagras i lägre partier av en snarlik postglacial lera. Den glaciala leran är ställvis av kvickleratyp och den sammanlagda lermäktigheten är i regel stor och kan i de breda dalgångarna uppgå till 50–100 m.

De kvartärgeologiska avlagringarnas förekomst, landformer och egenskaper synliggör inlands-isens dynamik i området, jordarternas bildningsmiljö och utvecklingen i området efter det att de glaciala processerna avklingat. I Göteborgsområdet framgår det tydligt hur isavsmältningens dynamik påverkat förekomst och egenskaper hos de glaciala jordarterna, och att landformerna och isavsmältningen representerar slutet av den senaste istiden och övergången till ett varmare klimat under holocen. Eftersom stora delar av området ligger under högsta kustlinjen är området starkt präglad av jordarter avsatta i Västerhavets olika stadier fram till i dag, samt de strand- och kustprocesser som verkat på landskapet då det har stigit ur havet. Jordarternas fördelning inom Göteborgs kommun återfinns på kartan i figur 2. En fullständig beskrivning av jordartsgeologi finns i SGU:s tidigare rapport om Göteborgsområdets berggrund, jordarter och geologiska utveckling (Bergström m.fl. 2021).

Modellområdet

Generellt sett har svaghetszoner tolkats inom Göteborgs kommungräns, med förlängning av vissa zoner över gränsen om tydliga indikationer i form av topografiska lineament har observerats. Göteborgs kommunområde är också gränsen för SGU:s tidigare 3D-berggrundsmodell och rapporten som beskriver Göteborgsområdets berggrund, jordarter och geologiska utveckling (Bergström m.fl. 2021).

Jordlagermodellen med odifferentierad berggrundsöveryta täcker området mellan Angereds-trakten i norr till Mölndalstrakten i söder (15,5 km) och ut mot Hisingen i väster till Mölnlycke-trakten i öster (19,1 km). Arealen för området är 295 km² (fig. 10).



Figur 10. Modellområde.

Metoder

Svaghetszoner

En lineamentskarta skapas med Lantmäteriets GSD-höjdmodell, grid 1+ (2023) som underlag. Tolkning är manuellt utförd och görs genom visuell, kvalitativ bedömning av geolog.

Per definition representerar svaghetszoner, ofta förkastningar, svagare, mer eroderbar berggrund som kan leda till topografiska linjära sänkor, så kallade lineament, beroende på jordtäcke. Det finns andra typer av lineament, synliga i andra dataunderlag, till exempel magnetiska lineament som kan återspegla bergartsgränser och plastiska strukturer i berggrunden, men för tolkning av svaghetszoner är det spröda strukturer som synliggörs i höjdmodellen som står i fokus.

För lineamenten har man bedömt att det inte finns någon tydlig fördel med att införa en strikt nedre gräns för längd (så kallad *cutoff*), och därför har ingen sådan gräns specificerats. I praktiken ligger dock den minsta längden på några hundra meter. Utgångspunkten är att dessa lineament kan utgöra potentiella svaghetszoner ur ett undermarksperspektiv, till exempel vid planering av tunnlar eller andra underjordiska konstruktioner.

Zonobservationer i tunnlar extrapoleras geometriskt till markytan och inkluderas i tolkningen av den övergripande zongeometrin, tillsammans med geofysiska data, borrhålsinformation, hållobservationer samt topografiska lineament. Arbetet går ut på att karaktärisera lineamenten baserat på all tillgänglig information.

Det förekommer även svaghetszoner som har identifierats i tunnlar men som inte syns som lineament vid markytan. Dessa är oftast mindre strukturer och är särskilt vanliga i områden med utfyllnadsmassor eller tät bebyggelse.

Modellen är en sammanslagning av flera olika modelleringskampanjer som genomförts vid olika tidpunkter och med varierande geografiska avgränsningar. Därför varierar både det maximala djupet och höjden på zonerna, och det finns inget gemensamt koncept som styr dessa variationer.

I framtida versioner kan djup och höjder komma att samordnas, eller så kan ett nytt modelleringskoncept införas. Den nuvarande variationen påverkar dock inte modellens avsedda användningsområde.

Svaghetszonsobservationer baseras på data från både ytan och underjorden, såsom håll-, borrhåls- och tunnelobservationer, insamlade från förundersökningar till färdigställanden av infrastrukturprojekt.

Varje observationspunkt beskrivs med parametrar enligt bilaga A.

Med äldre tunnlar innebär metoden i praktiken:

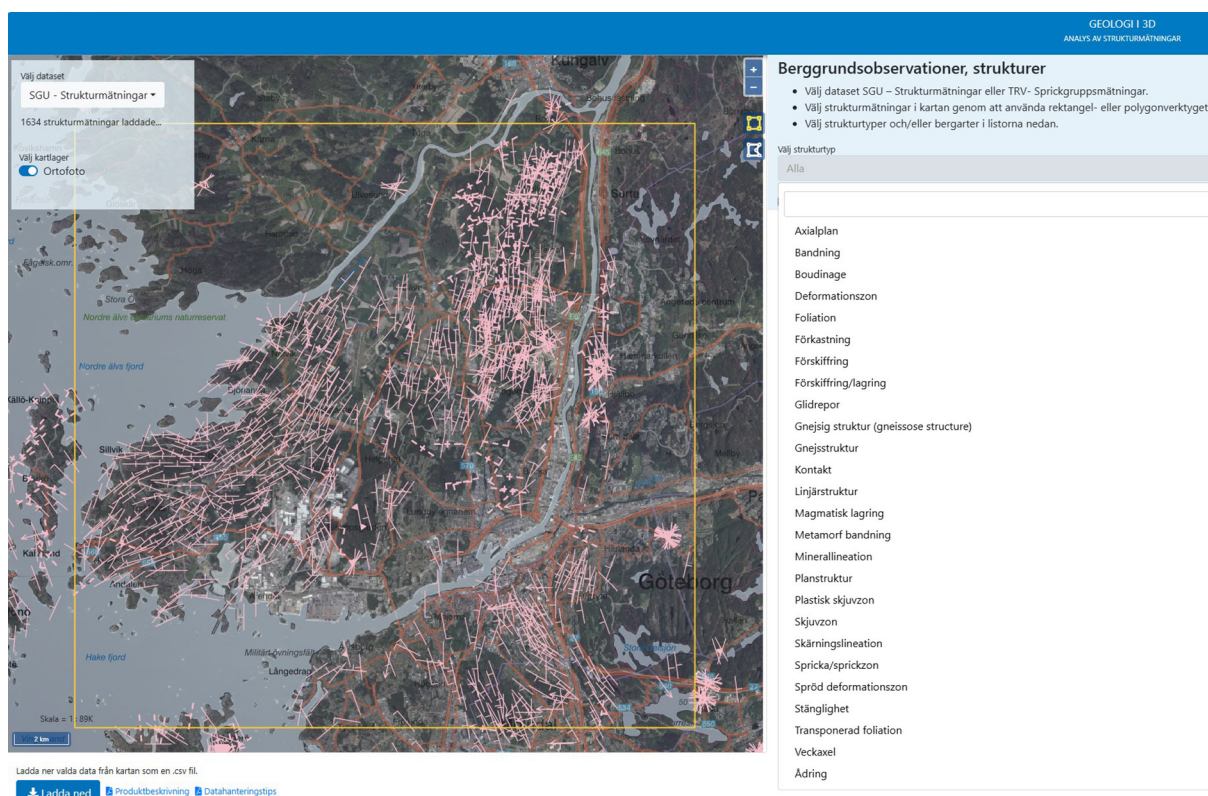
- skanning av analoga ritningar
- georeferering (X,Y,Z)
- Tolkning, extrahering och tabulering av attribut
- visualisering av tunnel- och andra observationsgeometrier
- korrelation mellan lineament och projicerad position på markytan
- modellering av generaliserade zongeometrier

För moderna tunnlar med digitalt underlag kan vissa steg hoppas över.

Konfidensnivån (tillförlitligheten) för en tunnelobservation bedöms kvalitativt som hög, medel eller låg. Bedömningen baseras på hur tydliga bevisen är för att zonen finns, och hur väl man kan bestämma dess riktning och egenskaper. Av säkerhetsskäl innehåller tabellen inga exakta positioner för tunnelobservationerna. Vissa tunnlar är säkerhetsklassade, och SGU kan därför inte skapa samlade kartor över underjordisk infrastruktur. Arbetet fortsätter med att korrelera dessa observationer med annan information och linjära sänkor i terrängen, så kallade lineament. Syftet är att avgöra om dessa linjer kan vara svaghetszoner, och i så fall ta reda på deras riktning, egenskaper och utbredning.

Varje tolkad zon eller linje får en övergripande konfidensnivå. För zoner med hög konfidens finns tydliga kopplingar till observationer, objekt, mätningar eller referenser. I dessa fall anges även lutning (stupning) och en uppskattning av zonens bredd.

Stödande information om bergarter och berggrundens strukturer hämtas från SGU:s berggrundsobservations- och kartdatabaser, samt från strukturmätningar gjorda av andra aktörer. Alla strukturmätningar är tillgängliga på SGU:s webbplats, Strukturmätningar (appsdev.sgu.se/sgu3d/strukturmatningar/) (fig. 11)



Figur 11. SGU:s Berggrundsobservationer, strukturmätningar.

Lineament utan stödjande observationer visualiseras standardmässigt med vertikal lutning.

Produkten svaghetszoner (se bilaga A för en fullständig beskrivning) består av tre huvuddelar:

- Lineamenten – linjer som visar var zonerna uppträder på markytan, tillsammans med en tabell som innehåller sammanfattande information om varje zon.
- En separat tabell med fältobservationer – här finns information om varje enskild observation av zonen och dess egenskaper.
- 3D-tolkade ytor – modellerade ytor som visar svaghetszonernas utbredning i tre dimensioner.

Informationen från de enskilda observationerna används för att ta fram en sammanfattande beskrivning av varje zon. Denna sammanställning förs sedan in i linjetabellen.

Jordlagermodellen

3D-modelleringen har förberetts i programvarorna ArcGIS Pro och Excel, varefter Groundhog Desktop Professional Version 2.8.4 har använts för att modellera sektioner och slutligen interpolera ytor.

Med stöd av insamlat dataunderlag och SGU:s jordartskarta har sektioner (tvärsnitt) över området ritats upp. Tvärsektionerna har ritats manuellt i modelleringsprogrammet och beskriver de geologiska lagrens utbredning i vertikal- och horisontalld. Ett exempel visas i figur 13A (tvärsektion) respektive figur 13B (läget för tvärsektionen). Tolkningen i vertikalld gjordes genom att inkludera information i tvärsektionerna om jorddjup och jordlager från närliggande observationer. Tolkningen i horisontalld utgick från jordartskartan för att få utbredningen av varje jordlager i plan. Polygoner för varje jordlager framställdes i GIS och importerades, liksom borrhålen, till Groundhog. I områden där det saknades jorddjupsuppgifter har sektioner ritats med hjälp av SGU:s jorddjupsmodell, en generaliserad lagerföljd och de geologiska antaganden

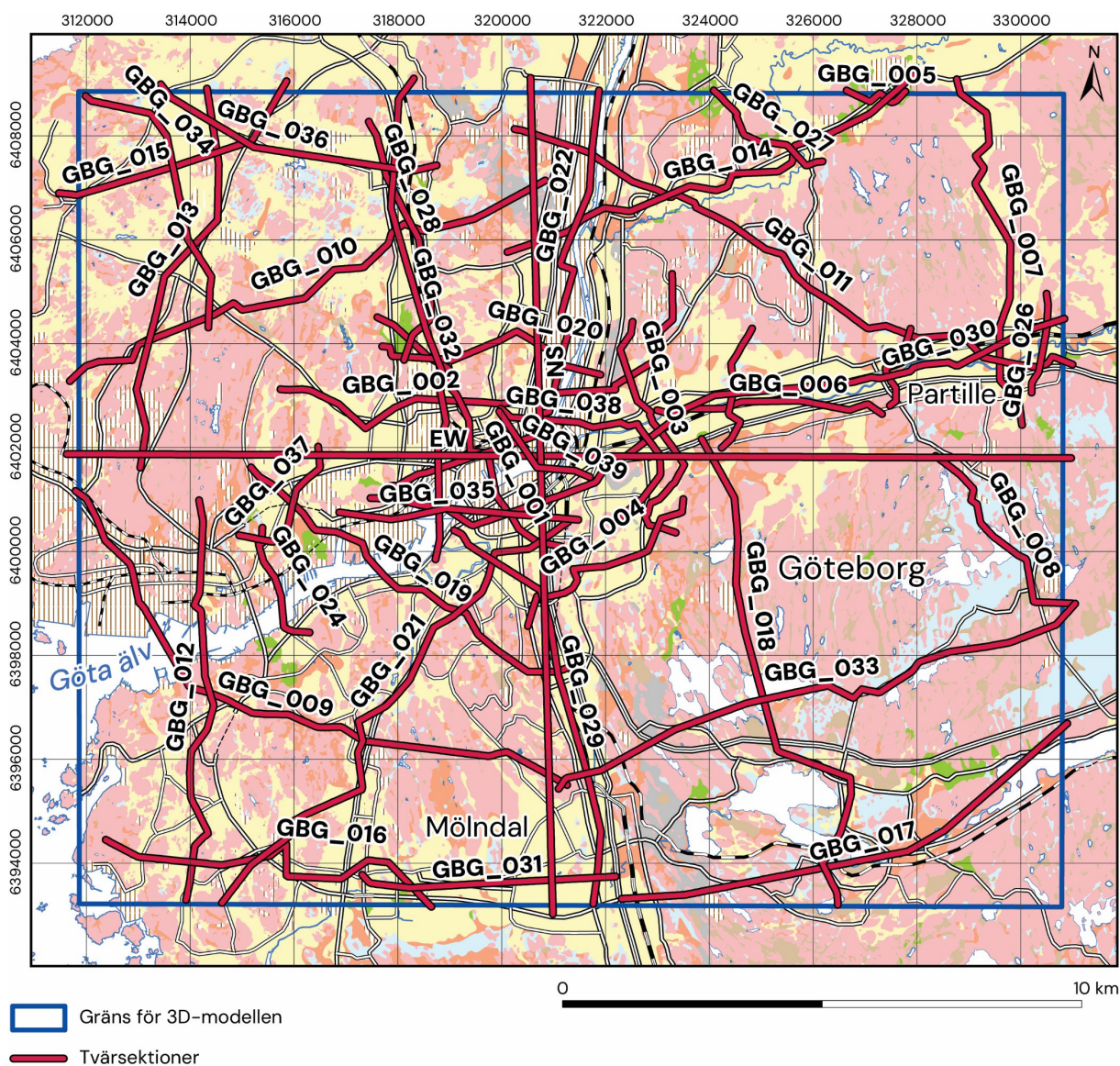
som beskrivs nedan i avsnittet *Geologiska antaganden*. Totalt upprättades ett 40-tal tvärsektioner av olika längd (fig. 12). Samtliga sektioner har sedan använts för att interpolera de olika lagrens begränsningsytor i plan. De olika lagren tillsammans utgör en heltäckande 3D-modell över området. Modellen, rapport och underlagsmaterial presenteras och tillgängliggörs i samarbete med Polish Geological Institute (PGI) och deras visualiseringsverktyg Geo3D.

Geologiska antaganden

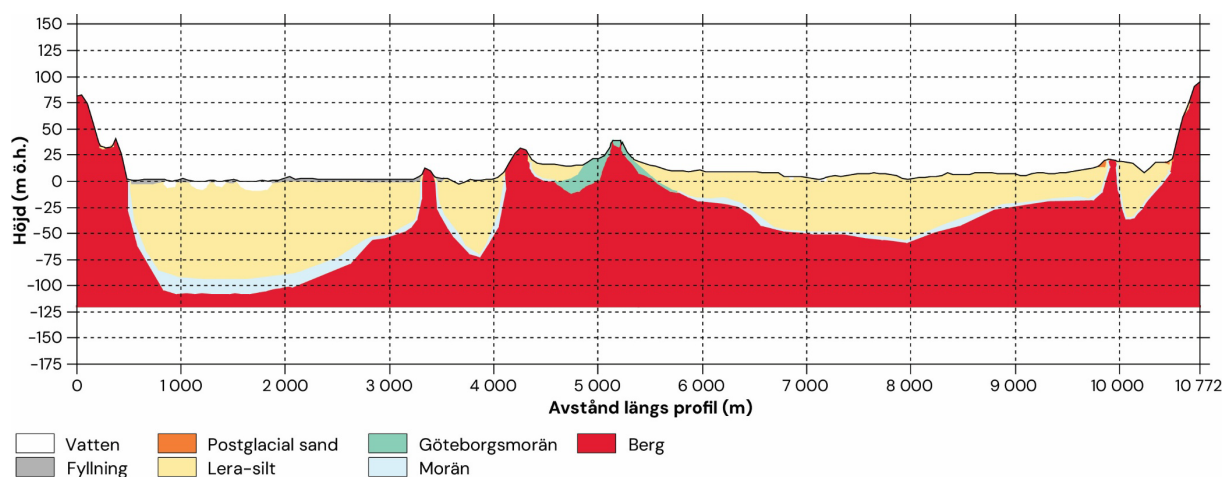
Geologiska antaganden bygger till stor del på den generella lagerföljd som finns redovisad i exempelvis jordartskartan Marstrand SO/Göteborg SV (Adriellsson & Fredén 1987).

Följande antaganden har gjorts angående lagerföljd i de fall borrhålsuppgifter inte ger specifik information.

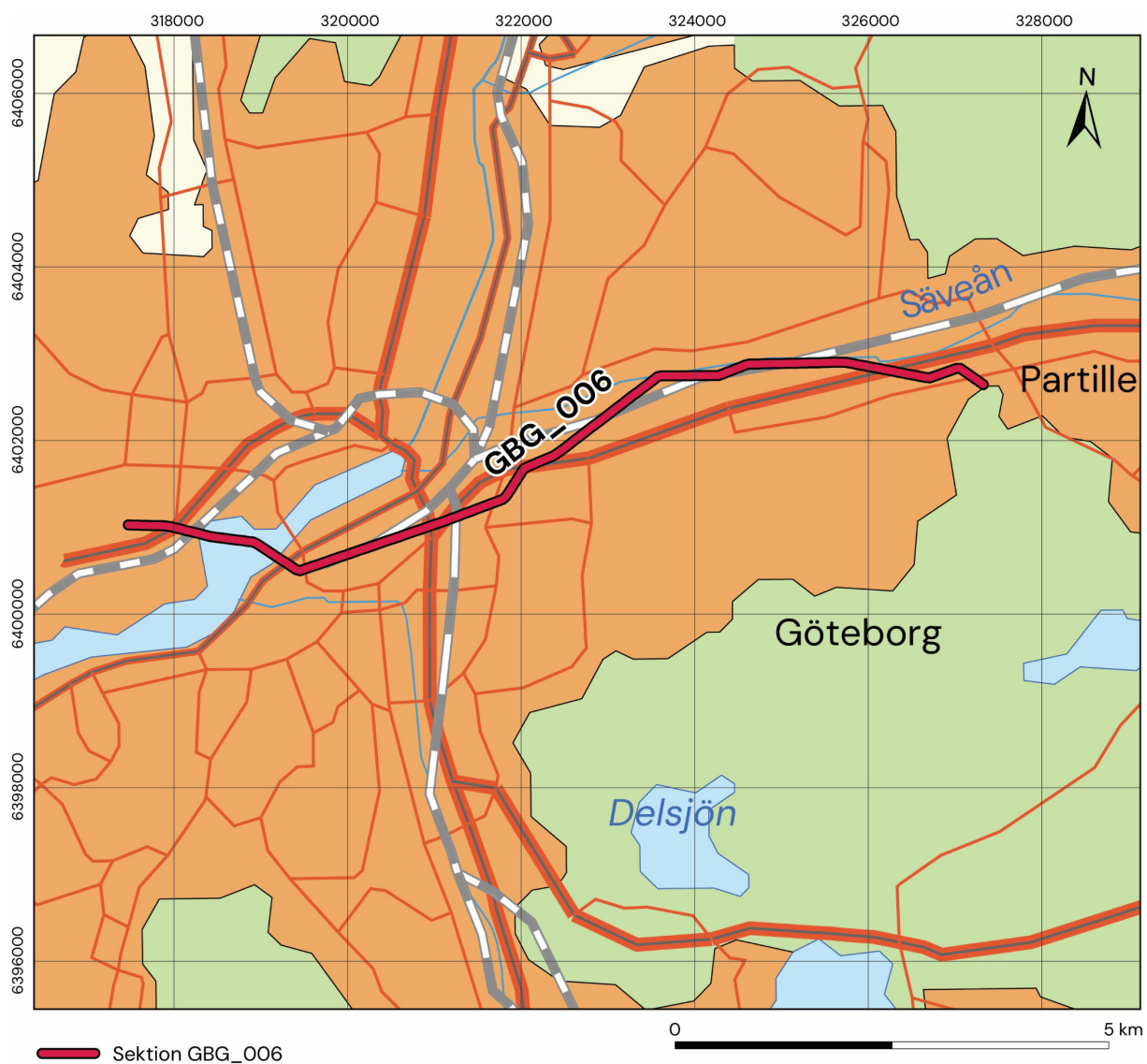
- Vattenytor kommer från jordartskartan, medan vattendjupen för det mesta är okända. Vattendjup har generaliserats för att få en tredimensionell bild av sjöar och större vattendrag.
- Fyllning är generaliserad till ett par meter tjockt lager, utom i de fall då det finns lagerföljdsuppgifter från borrhningar med mer information. Ibland ligger fyllning direkt på berggrunden, vilket kommer från jordartskartans information.
- Torv innefattar både mossetorv och kärrtorv. Den underlagras ofta av lera och morän utom i höga berglägen då den antas ligga direkt på berget.
- Postglacial sand underlagras ofta av lera och morän.
- Lera-silt är alla typer av lera och silt och kan underlagras av isälvssediment, Göteborgsmorän eller morän.
- Isälvssediment är sparsamt förekommande i modellområdet.
- Göteborgsmoränen, som är en randbildning bestående av både morän och isälvssediment, ligger som en delvis sammanhängande formation i modellområdet från i närheten av Kärra i norr till Stensjön i söder.
- Morän antas finnas i tunnare eller tjockare lager under samtliga bildningar, utom under Göteborgsmoränen och i vissa höga berglägen.
- Berg finns odifferentierat inom hela modellområdet ner till –120 m ö.h.



Figur 12. Samtliga tvärsektioner till modellen.



Figur 13A. Exempel på tvärsnitt, där höjdskalet har ökats 10 gånger.



Figur 13B. Läget för tvärsnittet i figur 13A.

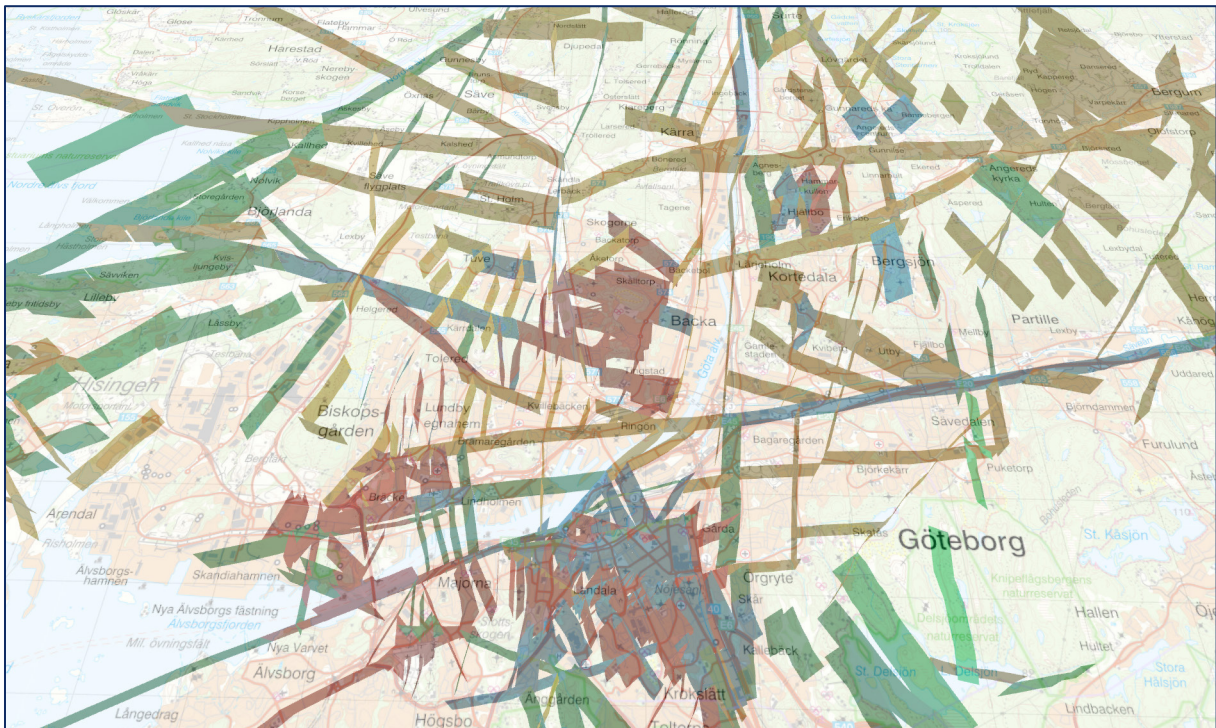
Resultat

Modellerade ytor, lager och volymer

Svaghetszoner

Modellen presenteras på PGI:s webbplats Geo3D (geo3d.pgi.gov.pl/SGU_Goteborg/index.html). Här kan man undersöka de olika svaghetszonerna och jordlagren. Det finns också verktyg tillgängliga för att skapa tvärsnitt och virtuella borrhål. Svaghetszonernas grafik länkas till egenskapsdatabasen. En kort demonstration presenteras här: play.mediaflow.com/ovp/16/87OECIUGPL

Svaghetszonerna (fig. 14), inklusive observationerna, kan laddas ned från SGU:s webbplats som GeoPackage. 3D-ytorna är tillgängliga i obj- och kmz-format. En produktbeskrivning är tillgänglig på SGU:s webbplats och presenteras även i bilaga A.



Figur 14. Svaghetszoner. De olika färgerna representerar de olika konfidensnivåerna. Röd – hög, blå – medel, grön – låg. Mörkgul – lineament med standardiserad vertikal lutning.

Jordlager

Modellens jordartsindelning (se lagerindelningen i tabell 1) är en förenkling av SGU:s jordarts-karta över området (SGU 2023a). Jordarter av underordnad betydelse och jordarter med liknande egenskaper, har slagits samman med någon av de åtta klasser av lager som har modellerats. Skiktet ”Jordart, tunt eller osammanhängande ytlager” har också lagts till grundlagret i ytan, till exempel för tunt lager morän på berg. Den färdiga 3D-modellen som har modellerats med en upplösning på 40x40 m presenteras i figur 1.

Tabell 1. Modellerade lager enligt en generaliserad jordlagerföljd.

Klass	Beskrivning	Kommentar
Vatten	Vattenpolygoner har hämtats från jordartskartan.	Vattenpolygoner kan skilja sig något från Lantmäteriets senaste version av terrängkartan. Djupet är generaliserat då 3D-modellen inte har några uppgifter för vattendjup.
Fyllning	Av människan påförda jordmassor.	Fyllning utgörs av jordmassor med skiftande sammansättning eller andra deponimassor.
Torv	Organisk jordart.	
Lera-silt		
Isälvsediment	Glacifluvialt avsatt sand och grus.	
Morän	Osorterad jordart.	
Göteborgsmorän	Lager med komplex sammansättning, bestående av sorterade sediment av varierande kornstorlek.	I modellen ligger utbredningen av vanlig morän och Göteborgsmorän åtskilda.

Modellens begränsningar och osäkerhet

Svaghetszoner

Modellen syftar till en enkel, tredimensionell, bergteknisk karaktärisering av en topografisk lineamentskarta. En lineamentskarta är ofta utgångspunkten för att identifiera potentiella förkastningar och andra typer av svaghetszoner i berggrunden.

Bedömningen av osäkerhet görs övergripande med en enkel klassificering av konfidensnivå för att en viss zon ska kunna bekräftas och hur den ser ut. Denna bedömning är kvalitativ och baseras på hur mycket stödjande information som finns och hur tydlig den är. Det har inte gjorts några kvantitativa osäkerhetsberäkningar.

De flesta observationerna kommer från ingenjörsgelogisk kartläggning i tunnlar. Dokumentationen från kartläggningarna varierar både i detaljnivå och i stil, vilket i sig skapar osäkerhet kring zonernas faktiska geometri och karaktär. Varje observation i en tunnel har tilldelats en kvalitativ konfidensnivå (hög, medel eller låg) utifrån fakta som bekräftar zonen och hur väl dess geometri och egenskaper kan fastställas.

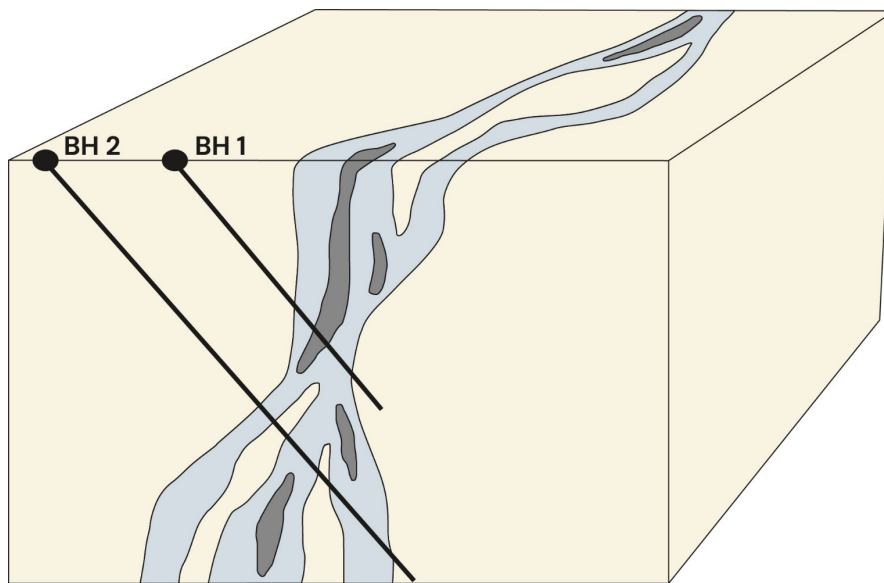
I bästa fall skulle bedömningarna ha skett i samarbete med de geologer som deltog vid den ursprungliga kartläggningen eller senare inspektioner. Men för äldre tunnlar är dessa geologer ofta inte längre tillgängliga, och det har inte funnits tillräckliga resurser i projektet för att genomföra en sådan dialog.

Modellen och dess enkla, interaktiva verktyg är tänkta som ett stöd för att få en överblick och skapa förståelse för variationer i jordlager, jorddjup, berggrund och svaghetszoner. Vid initiering av ett mer lokalt projekt bör kontakt tas med berörda tunnelansvariga samt med konsulter som har tillgång till ursprunglig dokumentation, i syfte att möjliggöra en fördjupad och mer detaljerad bedömning.

Tunnlar erbjuder det mest kontinuerliga fönstret in i berggrundens verkliga förhållanden. Det är dock vanligt att observera betydande variationer i en svaghetszons detaljgeometri och karaktär mellan motsatta väggar och tak när zonen korsar en tunnel. Denna variation blir ofta ännu tydligare när en zon påträffas i flera olika tunnlar. Det är viktigt att notera att även tunnelobservationer endast representerar mycket små utsnitt av en svaghetszon och sällan fångar hela dess variation. Borrhål ger ännu mindre provuttag och därmed en än mer begränsad bild av zonens egenskaper.

Det förklarar möjligtvis varför zonens uppmätta tjocklek inte alltid stämmer överens med vad lineamenten på ytan antyder. Ibland kan till exempel ett långt och brett lineament som syns som en sänka i terrängen visa sig vara en mycket smal zon i ett borrhål – vilket kan bero på lokala variationer. Därför behövs flera observationer för att få en bättre helhetsbild och minska osäkerheten (fig. 15).

Skärningsvinkeln mellan zonen och tunnelns riktning påverkar också hur tjock zonen upplevs vara. En sned genomskärning kan ge intryck av att zonen är betydligt tjockare än dess verkliga mäktighet. Därtill påverkar osäkerheter i tolkningen av zonens strykning och stupning hur tjockleken uppskattas. Det görs dock alltid en bedömning med målsättningen att uppskatta zonens verkliga tjocklek.



- Förcastningskärna (t.ex. breccia, kataklasit)
- Övergångszon (skadezon). Sprickfrekvens och bergartsomvandling är onormala jämfört med berget utanför zonen
- Berg utanför spröd deformationszon

Figur 15. En konceptuell geometrisk modell för en spröd deformationszon. Observera zonens variabla karaktär längs de två borrhålsskärningarna. (SKB 2007; omritad efter Caine m.fl. 1996)

När man bedömer tjocklek har fokus legat på hur zonen påverkar bergets tekniska kvalitet ur ingenjörsperspektiv. Hade man gjort en strikt vetenskaplig, geologisk bedömning hade resultatet ofta sett annorlunda ut.

Svaghetszoner syns sällan på berg i dagen (naturliga hållar), och kartläggning på markytan ger sällan tillräcklig information om deras egenskaper. Inte ens avancerade kärnborrningar kan ge samma detaljrikedom som tunnelobservationer.

En zon kan bestå av en kärna och övergångszoner, men kärnan ligger sällan exakt i mitten och övergångarna är sällan symmetriska. Zonens uppbyggnad kan alltså variera både i sidled och med djup.

Alla dessa variationer måste beaktas när man försöker beskriva en zon utifrån få observationer. Det är därför sammanhängande tjocklek inte kan visas längs zonerna i modellen.

Det finns fortfarande stor potential att förbättra beskrivningen av svaghetszoner i berget genom att använda fler resultat från både borrningar och geofysiska mätningar. Den modell som finns i dag är fortfarande ganska enkel, och är tänkt att fungera som en startpunkt för framtida förbättringar och vidareutveckling.

I dagsläget finns det ingen standard för hur tunnelkartläggning ska göras i Sverige ur ett ingenjörsgelogiskt perspektiv. I stället används ett antal olika metoder som liknar varandra i sitt syfte, men skiljer sig i detaljer. För äldre tunnlar, om det finns dokumentation, är den ofta förenklad och visas som stiliserade figurer. Sprickzoner kan vara markerade grafiskt och ibland med korta kommentarer, men noggrannheten är osäker. De geologer som en gång gjorde dessa kartläggningar är oftast inte längre verksamma. Men det kan ändå finnas mer information i arkiv eller besiktningsprotokoll från senare år.

SGU publicerar inte kartor över undermarksanläggningar (till exempel tunnlar), och därför görs inte observationslägen tillgängliga för allmänheten. Vill man veta mer måste man kontakta respektive tunnelägare. Av samma skäl har SGU också medvetet överdrivit utbredningen av de zoner som bedömts ha hög konfidens med koppling till tunnelobservationer. Detta görs för att försvåra lokalisering av tunnlar. Det betyder att vissa zoner kan ha fått en större utbredning i modellen än vad faktauppgifterna egentligen motiverar.

Mängden tillgänglig information varierar mycket inom det område som modellen täcker, både vid markytan och på djupet. Svaghetszoner syns sällan på ytan, om de inte råkar ha blottats genom exempelvis sprängning av bergslanter. På djupet beror datamängden framför allt på var tunnlar finns, men även på hur många kärnborrningar som har gjorts i området. Det gör att det ofta finns fler tolkade zoner där det finns mycket data, medan det i andra områden kan se ut som att det finns färre zoner, när det i själva verket bara saknas information.

Modellens noggrannhet och detaljer varierar också beroende på område och på djup. Eftersom modellen bygger på data insamlade under lång tid, med olika metoder och av olika aktörer, är kvaliteten inte jämn. SGU tolkar materialet utifrån vad som finns tillgängligt, och resultatets kvalitet speglar därför grundinformationens kvalitet.

Jordlager

Den geologiska 3D-modellen ger en generaliserad beskrivning av jordlagren, både avseende komposition, utbredning och mäktighet. Det finns en betydande osäkerhet kring lagrens utbredning och mäktighet, och dessa bör därför tolkas med försiktighet. Osäkerheten är störst inom de delar av modellområdet där det inte finns så många borrhålsuppgifter (se figur 4). Osäkerheten är betydande på avstånd större än något hundratal meter från en observationspunkt. Osäkerheten ökar också med djupet.

Rekommendationer för framtida arbete

- I dagsläget finns det ingen standard för hur tunnelkartläggning ska göras i Sverige ur ett ingenjörsgelogiskt perspektiv. I stället används ett antal olika metoder som liknar varandra i sitt syfte, men skiljer sig i detaljer. SGU bör, i samarbete med relevanta aktörer, utveckla och etablera en standardiserad metodbeskrivning för ingenjörsgelogisk kartläggning, avsedd att tillämpas både på markytan och under jord.
- Göteborgs Stad, Trafikverket, SGU, SGI och andra branschaktörer samlar in och förvaltar jord- och bergteknisk (geoteknisk) information med varierande effekt och nytta för samhället. Alla berörda aktörer efterfrågar en centraliserad, välstrukturerad geoteknisk databaslösning där relevant information enkelt kan lämnas in och hämtas ut. Frågan om ett gemensamt data-värdskap för geoteknisk information har utretts flera gånger genom åren men har ännu inte realiserats. Trots detta kvarstår det som ett eftersträvat mål.
- En lineamentskarta skapas med Lantmäteriets GSD-höjdmodell, grid 1+ (2023) som underlag. Tolkning är manuellt utförd och görs genom visuell, kvalitativ bedömning av geolog. Det skulle finnas klara fördelar med att ta fram sådana kartor med en AI-lösning som skulle kunna granskas ytterligare av en geolog. Det skulle spara tid, pengar och leda till mer opartiska och standardiserade produkter.
- Ytterligare dokumentation och karaktärisering av spröda deformationszoner (förkastningar) genom fältkontroll av strategiska hållar, samt studier av borrhämnor och tunnlar. Detta innefattar utvärdering och sammanställning av befintlig information från ytkartläggning, borrhämnor och tunnlar, eventuell uppdatering av befintlig information, samt ny dokumentation där sådan är möjlig.
- Utveckling av tektoniskt koncept för tolkning av zonerna med koppling mellan zonerna.
- En vidareutveckling av den befintliga berggrundsmodellen med högre upplösning baserad på tillgänglig information för att karaktärisera berggrundsblocken mellan zonerna.
- En vidareutveckling av blockkonceptet (fig. 9) för att se om data möjliggör ytterligare indelning av området i olika spröttektoniska domäner.
- Regional sammanställning av befintlig och tillgänglig sprickinformation. Där information saknas behöver kompletterande sprickkartläggning utföras i strategiskt utvalda delar av området.
- Skapa rutiner för att samla in och tillgängliggöra geoteknisk information.

Referenser

- Adriellsson, P. & Fredén, C., 1987: Beskrivning till jordartskartan Marstrand SO/Göteborg SV. *Sveriges geologiska undersökning Ae* 72, 103 s.
- Barton, N., Lien, R. & Lunde, J., 1974: Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. *Rock Mechanics*, 6(4), 189–236.
- Barton, N., 2002: Some new Q-value correlations to assist in site characterisation and tunnel design. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 39(2), 185–216.
- Bergström, U., Pile, O., Curtis, P. & Eliasson, T., 2022: Göteborgsområdets berggrund, jordarter och geologiska utveckling. *SGU-rapport 2021:31*. Sveriges geologiska undersökning.
- Bieniawski, Z.T., 1989: Engineering Rock Mass Classifications: A Complete Manual for Engineers and Geologists in Mining, Civil, and Petroleum Engineering. Wiley, New York.
- Caine, J. S., Evans, J. P., Forster, C. B., 1996: Fault zone architecture and permeability structure. *Geology* 24(11), 1025–1028.
- Erlström, M., Ising, J., Wickström, L., Wiberg, B. & Curtis, P., 2023: Beskrivning till geologisk 3D-modell över Malmö–Lundområdet. *SGU-rapport 2023:09*. Sveriges geologiska undersökning.
- Goodman, R. E., 1989: Introduction to Rock Mechanics. John Wiley & Sons.
- Hoek, E., & Brown, E. T., 1997: Practical estimates of rock mass strength. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 34(8), 1165–1186.
- Persson, C., 1994: Jordartsregioner. I C. Fredén (red.): Berg och jord. Sveriges nationalatlas, 143 s.
- SGU, 2025a: Jordarter 1:25 000–1:100 000 – databas 2023-04-03.
- SGU, 2025b: Jorddjupsmodell databas – 2023-04-03
- SGU, 2025c: Brunnar – databas 2023-04-03.
- SGU, 2025d: Jordlagerföljder – databas 2023-04-03. SGU:s Kartvisare
<<https://www.sgu.se/produkter-och-tjanster/kartor/kartvisaren/>> åtkommen 9 oktober 2025
- SKB, 2007: Geology Forsmark, Site descriptive modelling, Forsmark stage 2.2. *SKB R-07-45*. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Wahlgren, C-H., Schoning, K., Tenne, M. & Hansen, L. M., 2018: Stockholmsområdets berggrund, jordarter, geologiska utveckling och erfarenheter från infrastrukturprojekt, *SGU-rapport 2018:08*. Sveriges geologiska undersökning.
- Wendelin, E. & Lång, L-O., 2020: Gamlestaden, Göteborg – geologisk 3D-modell. *SGU-rapport 2020:18*. Sveriges geologiska undersökning, 8 s.

Bilaga A. Produktbeskrivning Svaghetszoner

<https://resource.sgu.se/dokument/produkter/svaghetszoner-beskrivning.pdf>

Bilaga B. Produktbeskrivning Jordlagerföljder

<https://resource.sgu.se/dokument/produkter/jordlagerföljder-beskrivning.pdf>

Bilaga C. Produktbeskrivning Brunnar

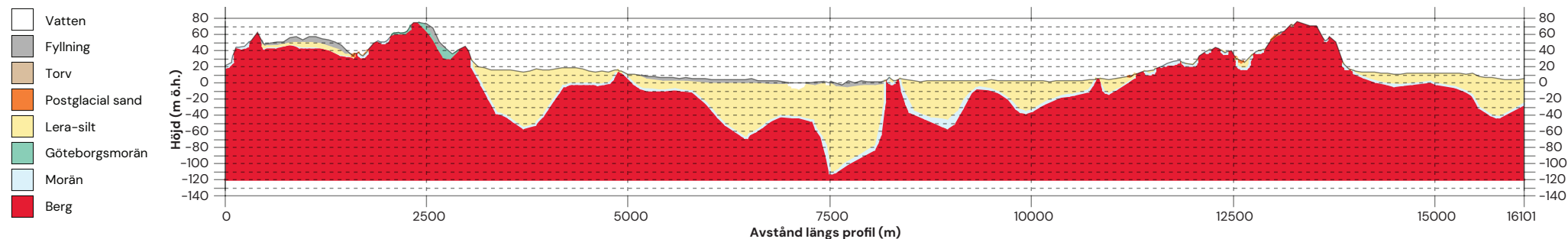
<https://resource.sgu.se/dokument/produkter/brunnar-beskrivning.pdf>

Bilaga D. Produktbeskrivning Jorddjupsmodell

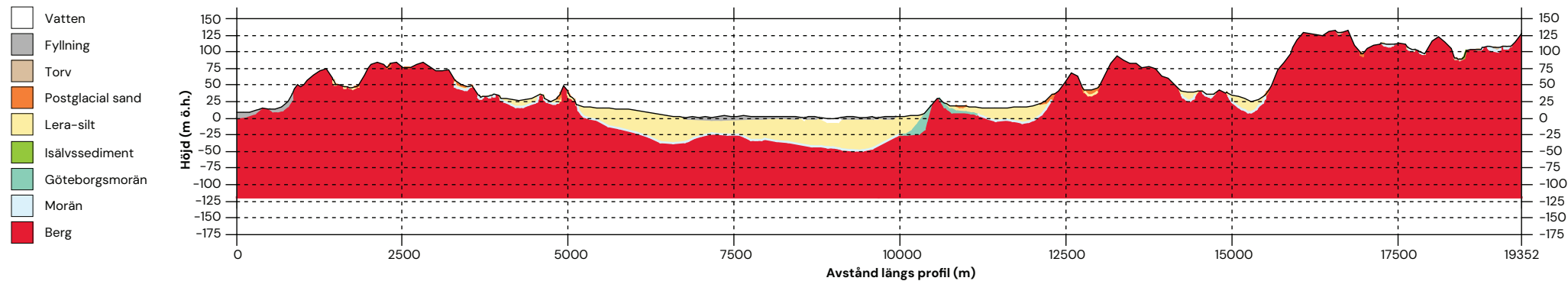
<https://resource.sgu.se/dokument/produkter/jorddjupsmodell-beskrivning.pdf>

Bilaga E. Jordlagerprofiler

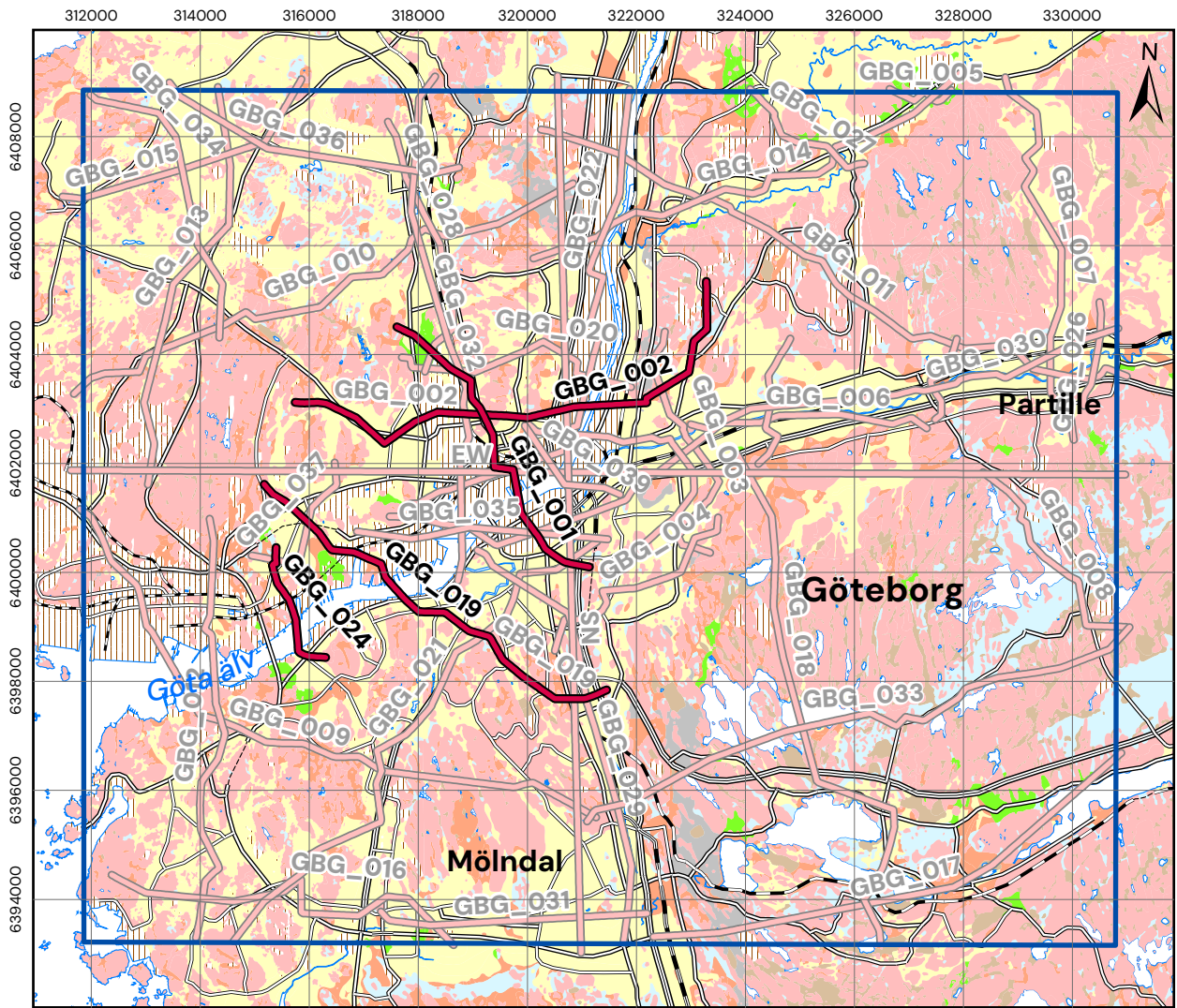
NS Jordlagerprofil (10 ggr höjdförstoring)



ÖV Jordlagerprofil (10 ggr höjdförstoring)



Grupp A

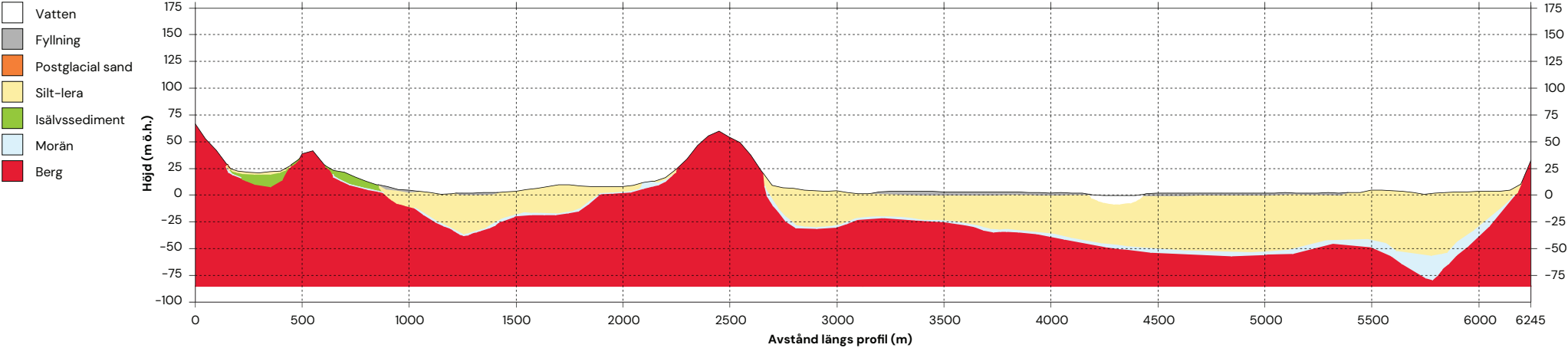


Gräns för 3D-modellen

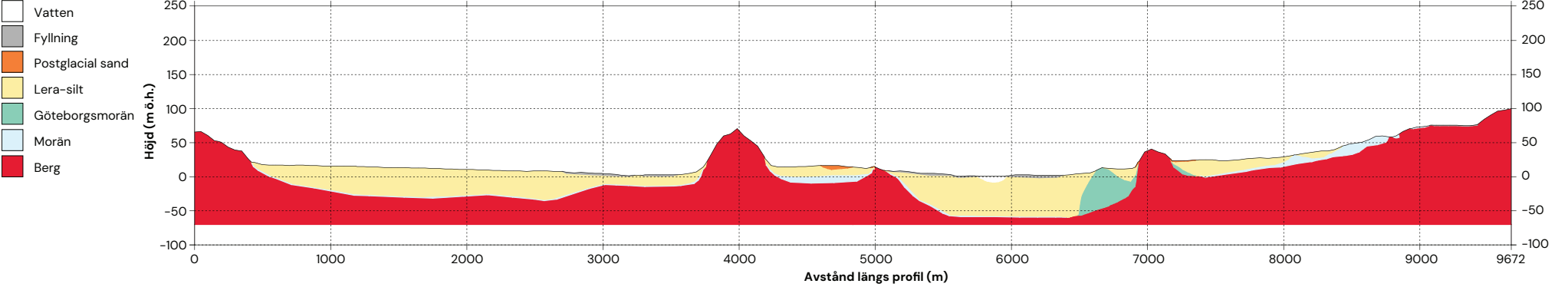
Tvärsektioner, Grupp A

Tvärsektioner, övriga

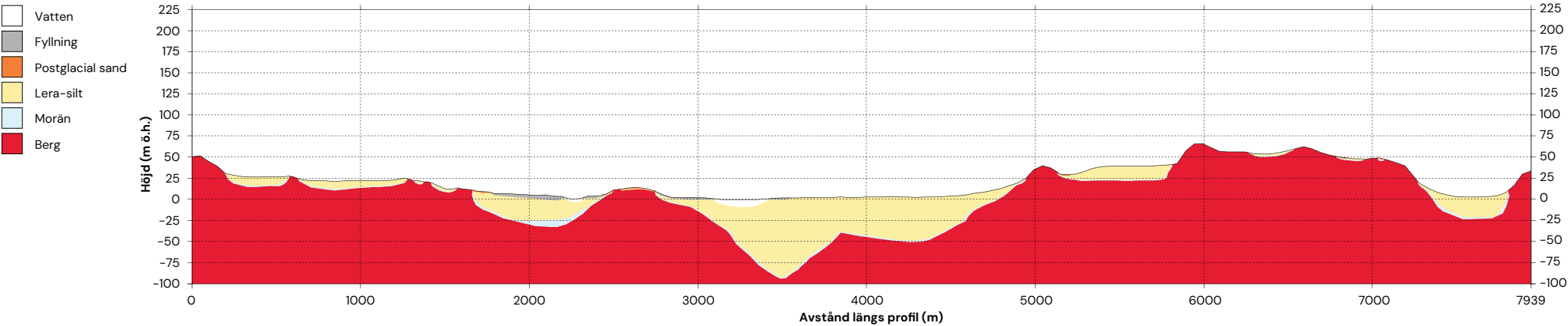
GBG_001 (5 ggr höjdförstoring)



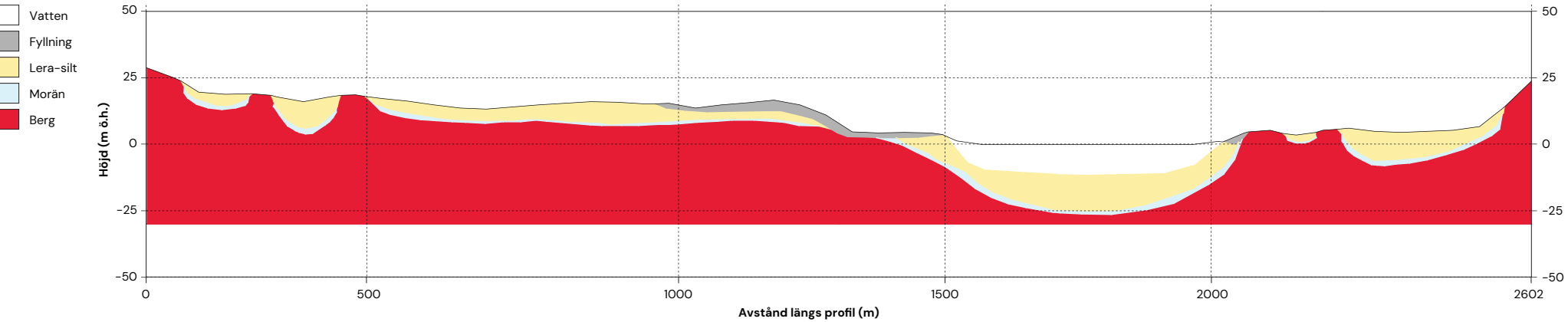
GBG_002 (5 ggr höjdförstoring)



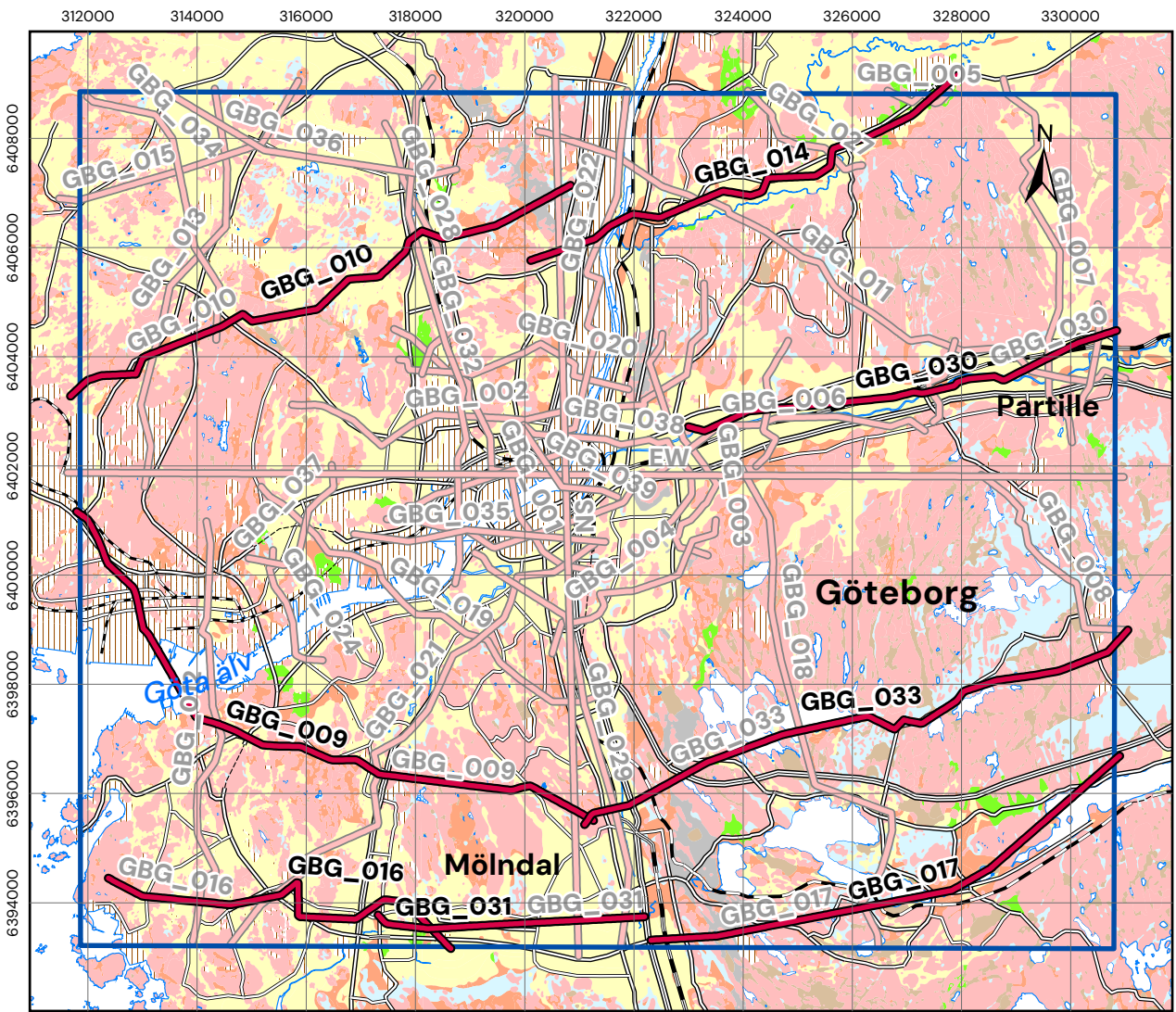
GBG_019 (5 ggr höjdförstoring)



GBG_024 (5 ggr höjdförstoring)



Grupp B

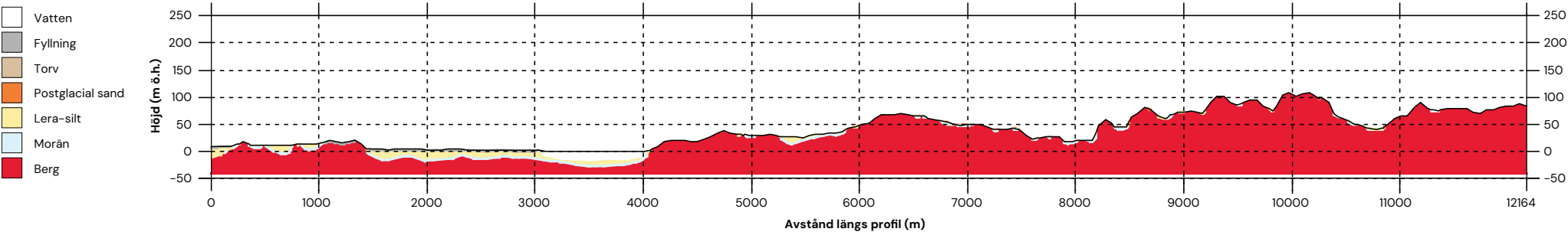


Gräns för 3D-modellen

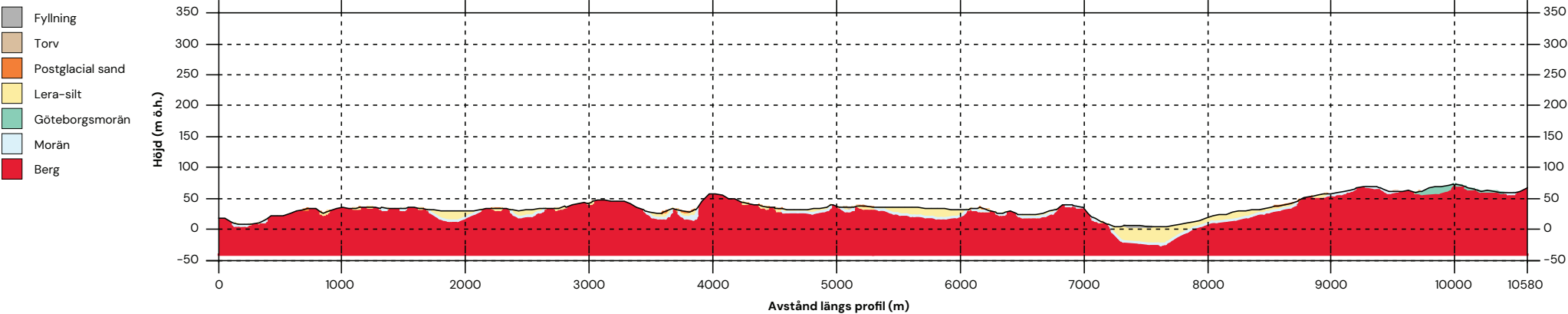
Tvärsektioner, Grupp B

Tvärsektioner, övriga

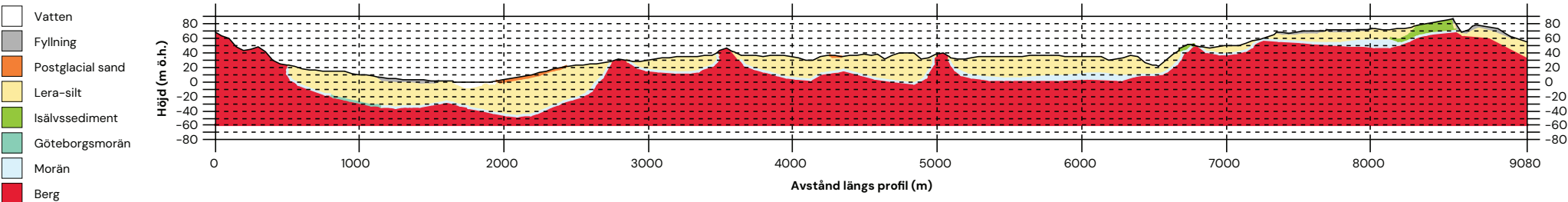
GBG_009 (5 ggr höjdförstoring)



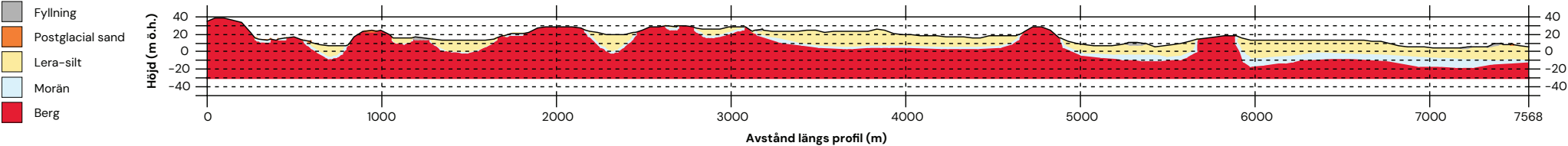
GBG_010 (5 ggr höjdförstoring)



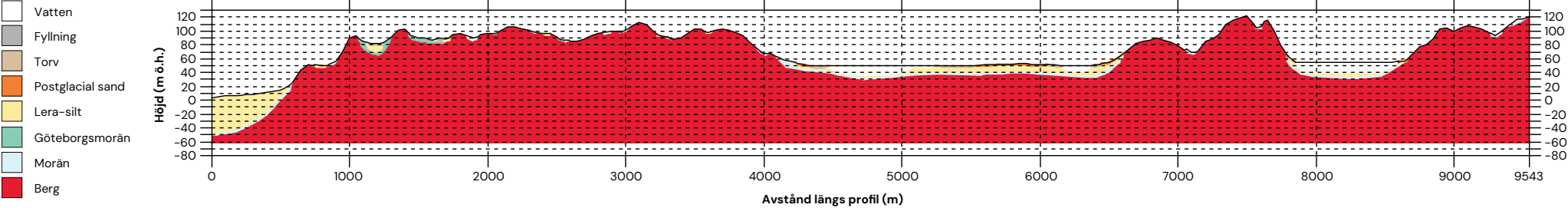
GBG_014 (5 ggr höjdförstoring)



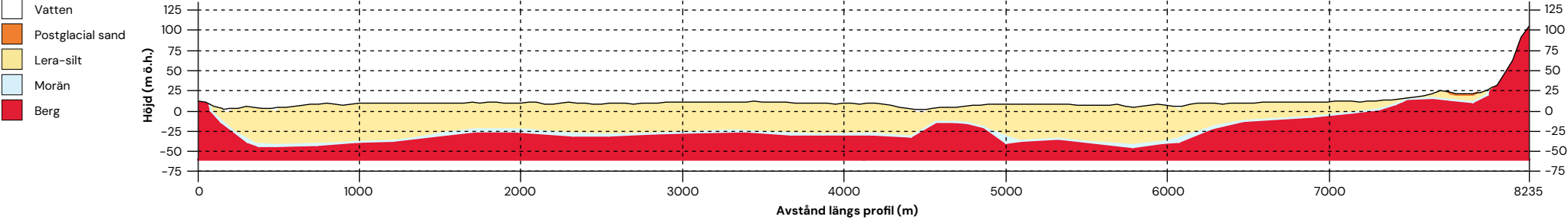
GBG_016 (5 ggr höjdförstoring)



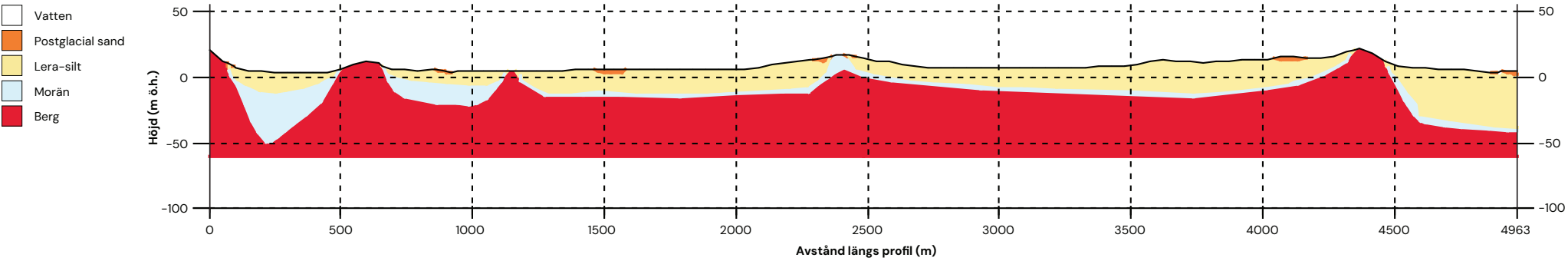
GBG_017 (5 ggr höjdförstoring)



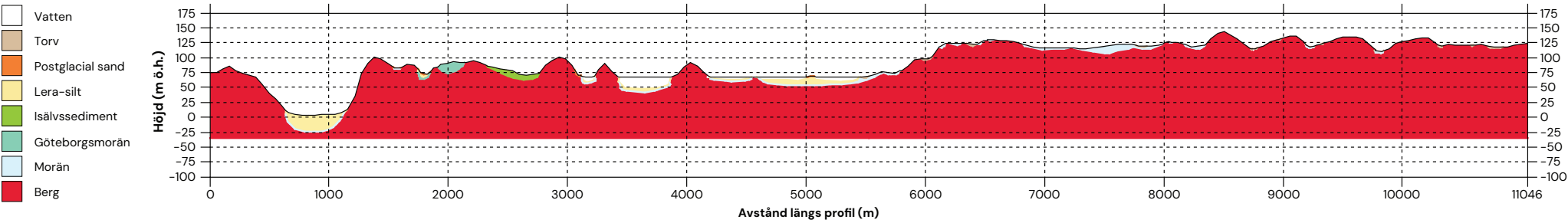
GBG_030 (5 ggr höjdförstoring)



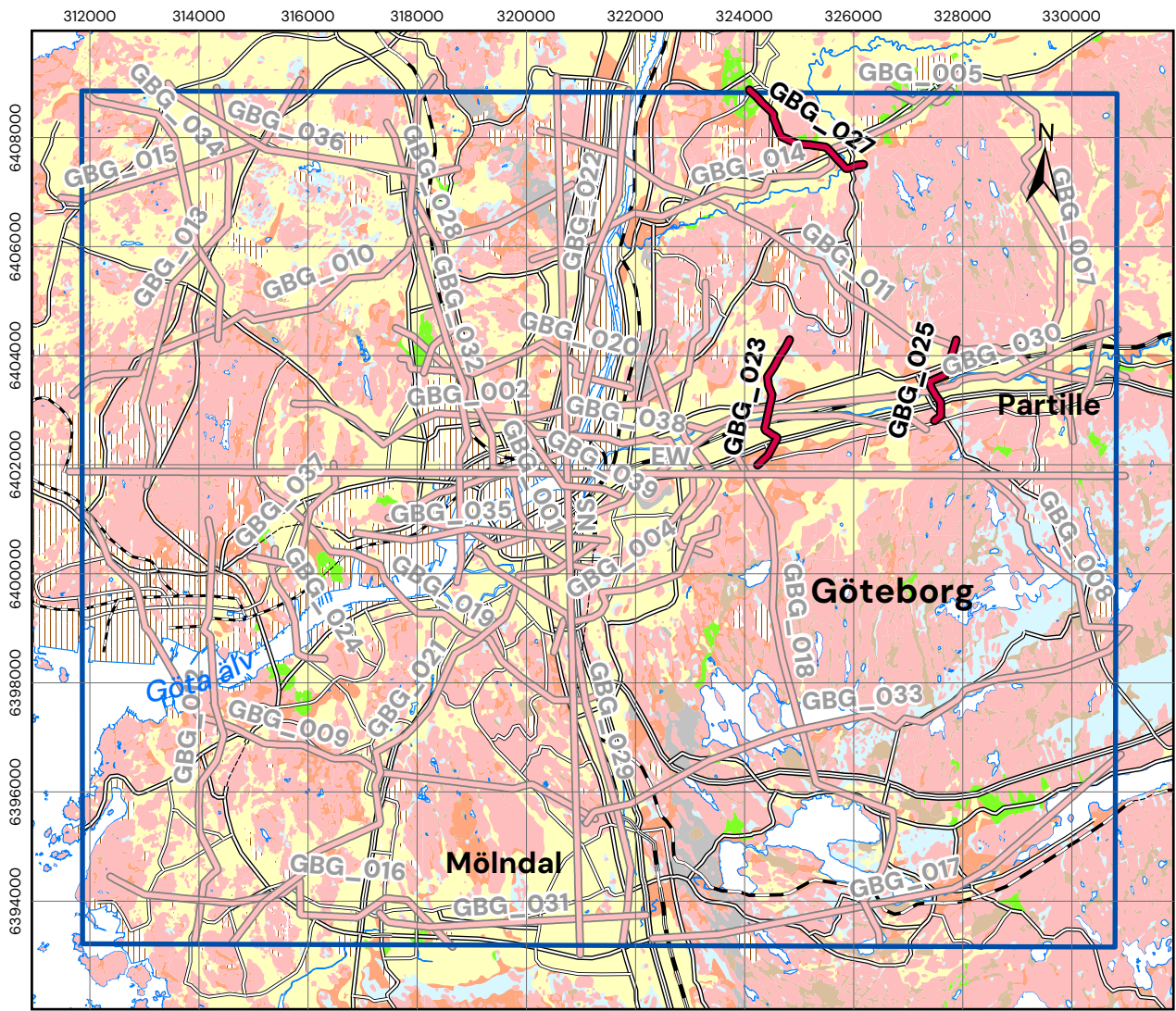
GBG_031 (5 ggr höjdförstoring)



GBG_033 (5 ggr höjdförstoring)



Grupp C

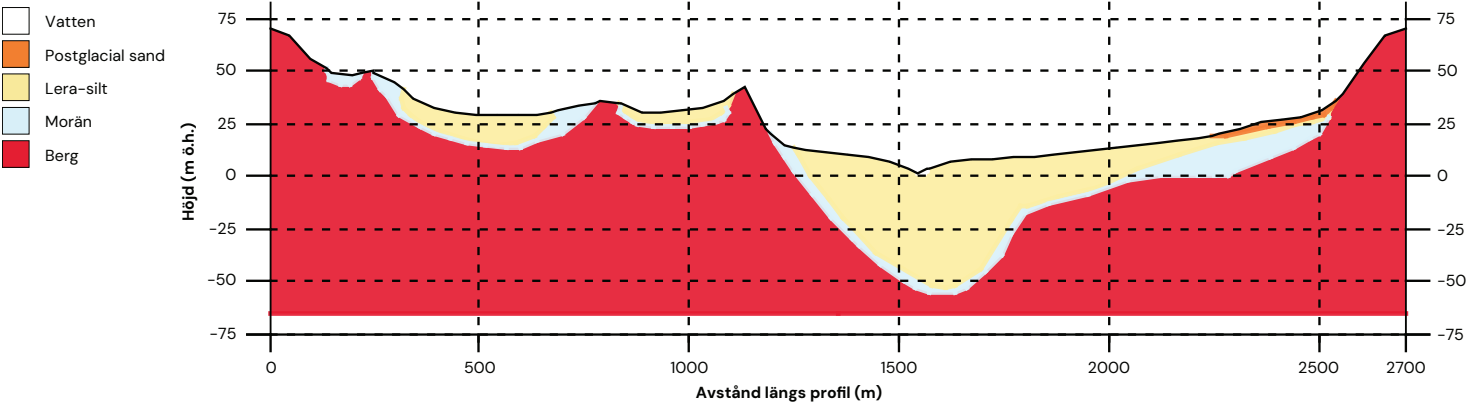


 Gräns för 3D-modellen

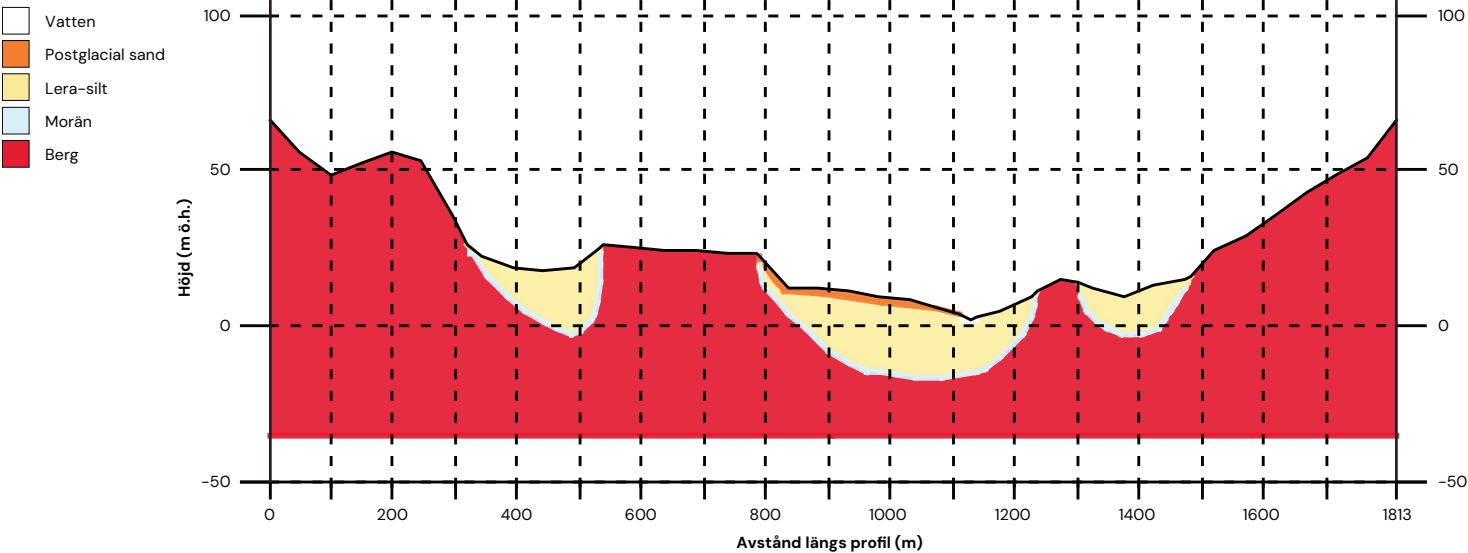
 Tvärsektioner, Grupp C

 Tvärsektioner, övriga

GBG_023 (5 ggr höjdförstoring)

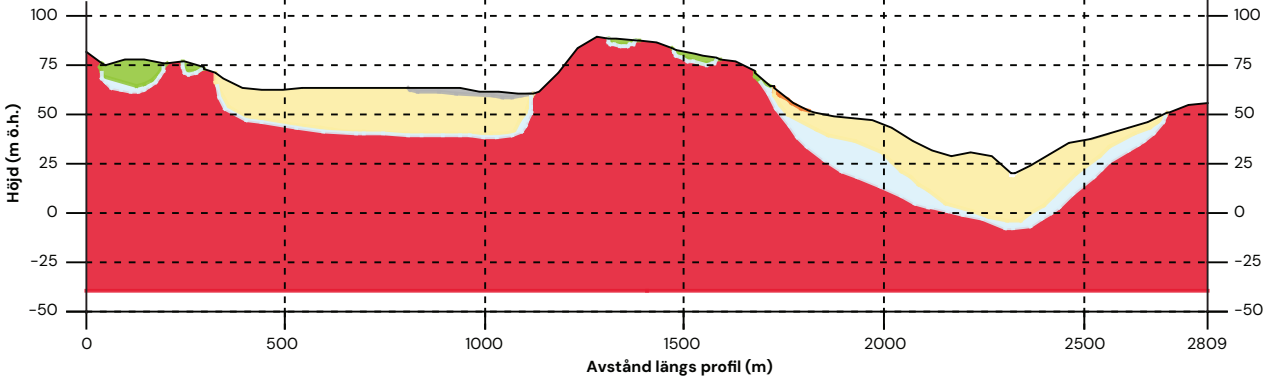


GBG_025 (5 ggr höjdförstoring)



GBG_027 (5 ggr höjdförstoring)

- Vatten
- Fyllning
- Postglacial sand
- Lera-silt
- Isälvssediment
- Morän
- Berg



Bilaga F. Produktbeskrivning

Jordarter 1:25 000–1:100 000

<https://resource.sgu.se/dokument/produkter/jordarter-25-100000-beskrivning.pdf>

Samtliga produktbeskrivningar åtkomna 13 oktober 2025.