

5. Huvudområde Väst

Huvudområde Väst sträcker sig från Göta älv i norr till Änggården - Botaniska trädgården i söder, figur 5.1. Områdets östra gräns går över Vasastaden - Landala - Johanneberg och dess västra gräns över Masthuggsbergen - Slottsskogen. Områdets gränser utgörs längs långa sträckor av entydiga hydrauliska gränser (ytvattendelare).

Områdets norra del karakteriseras av en flack markyta avbruten av lokala höjdparter med berg i dagen, medan dess södra del karakteriseras av ett flertal nordsydligt orienterade bergryggar och mellanliggande jordfyllda dalgångar. De lokala höjdparterna i norr utgörs av Kungshöjd, Otterhällan och Kvarnberget.

I dalgångar i områdets södra del förekommer lerlager ovan friktionsjord bestående av huvudsakligen morän. Större dalgångar finns längs Jungmansgatan och Linnégatan i områdets västra del (med huvudsakligen nord-sydlig orientering) och längs Landalagatan-Sven Hultins gata och Gibraltargatan i områdets östra del. I områden mellan dessa större dalgångar förekommer mindre dalgångar i olika riktningar.

Inom huvudområdet ligger bergnivån som lägst väster om Haga och vidare västerut mot Stenaterminalen (nivå -60). Längs Linnégatans dalsänka ligger de lägsta bergnivåerna på cirka -20. Höga bergnivåer i Slottsskogen i väster ligger på upp till cirka +80 (Observatoriet), i Änggårdsberget i söder på cirka +100 och i Johanneberg i sydöst på cirka +80. Bergytan varierar således cirka 160 meter inom huvudområde Väst. I områdets norra flacka del förekommer mäktiga jordlager som jämnat ut underliggande berggrunds topografi. Genom omfattande utfyllningar har markytan höjts och utvidgats över tidigare vattenområden i anslutning till Göta älv. Mäktiga lager med fyllningsjord förekommer även längs Linnégatan.

Området har utgående från avrinningsmönstret indelats i fem delområden; delområde 2.1 till 2.5, se figur 5.1. Dessa delområden innehåller 9 definierade grundvattenmagasin, där de högre liggande magasinerna i söder tillför grundvatten till magasinerna i norr. På höjdområdena förekommer mindre och i viss mån hydrauliskt isolerade grundvattenmaga-

sin vilka avrinner via bergtrösklar till lägre liggande magasin.

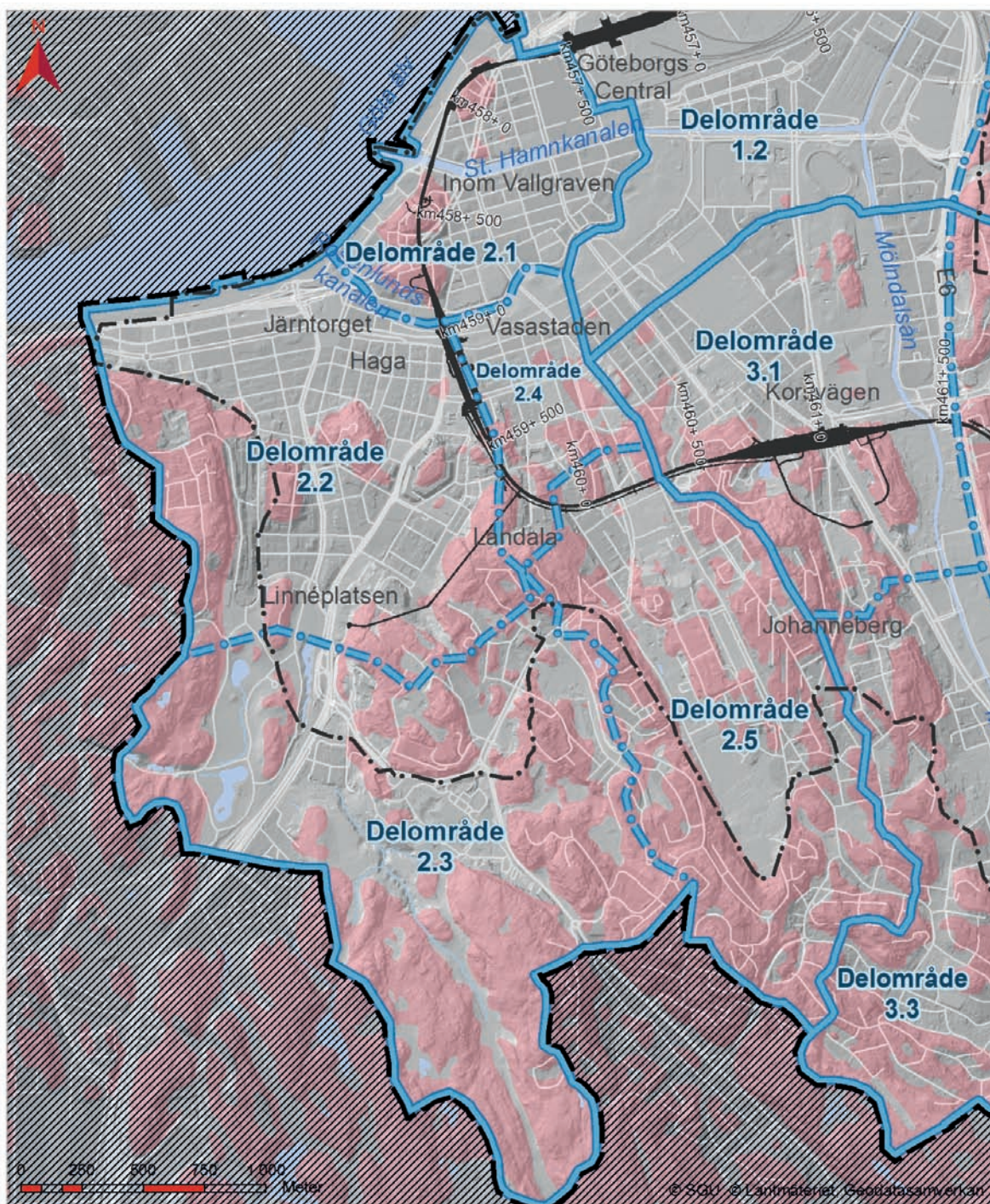
Större vägstråk är Götaleden, Nya Allén, Linnégatan, Övre Husargatan och Dag Hammarskjöldsleden. Spårvägslinjer finns längs Nya Allén, Vasagatan, Linnégatan, Västergatan, Dag Hammarskjöldsleden och längs Per Dubbsgatan - Guldhedsgatan - Aschebergsgatan. I anslutning till Göta älv finns hamnverksamhet.

Större delen av området är bebyggt, huvudsakligen med flerfamiljshus, undervisningslokaler samt administrativa och kommersiella byggnader. I områdets södra del förekommer enfamiljshus. Utöver stora naturområden som Slottsskogen och Botaniska trädgården finns mindre naturområden företrädesvis i partier med höga bergnivåer och längs Nya Allén.

5.1 Avgränsning

Huvudområdet är uppdelat i fem delområden, se tabell 5.1. Delområdenas topografi, geologi och hydrogeologi beskrivs i kapitel 5.7 - 5.11. Delområde 2.1 utgör centrala Göteborg där Vallgraven är gräns till delområde 2.2 Haga - Annedal. Gräns mellan delområdena 2.2 och 2.3 Sahlgrenska - Linne går ungefär över Linnéplatsen och vidare längs Guldhedsbergets norra brant. Gränsen mellan delområde 2.2 och 2.4 Vasastaden löper ungefär längs Västlänkens sträckning. Gränsen mellan delområdena 2.4 och 2.5 Johanneberg - Landala går ungefär längs Föreningsgatan.

Inom varje delområde finns ett eller flera grundvattenmagasin. Uppdelningen av grundvattenmagasinen per delområde redovisas i tabell 5.1.



FIGUR 5.1 Översiktskarta över huvudområde Väst med delområden. För kartlegend hänvisas till figur 3.13. Gränsen mellan delområden visas i figuren med blå punktstreckad linje.

TABELL 5.1 Indelning av delområden och grundvattenmagasin i jord inom huvudområde Väst.

Kapitel	Delområde	Grundvattenmagasin i jord	
5.7	2.1 Inom Vallgraven	2:1a 2:1b	Nordstaden Inom Vallgraven (befästningsområdet)
5.8	2.2 Haga - Annedal	2:2a 2:2b	Masthugget - Haga Olivedal - Annedal
5.9	2.3 Sahlgrenska - Linné	2:3a 2:3b	Änggården - Botaniska trädgården Guldheden
5.10	2.4 Vasastaden	2:4a	Vasastaden
5.11	2.5 Johanneberg - Landala	2:5a 2:5b	Landala Chalmers - Mossen

5.2 Topografi och ytavrinning

Huvudområde Väst är kuperat främst i dess södra del med huvudsaklig ytavrinning mot Göta älv och Vallgraven i norr, figur 5.2. Den södra delen uppbyggs av ett flertal avrinningsområden vilka avgränsas inbördes av höga bergpartier. Ledningsnät samt väg- och gatudränering kan lokalt påverka strömningsmönstret.

Delområde 2.1 Inom Vallgraven utgör det nordligaste delområdet och är i det närmaste helt omgivet av ytvattendrag. I områdets västra del sträcker sig ett bergparti i stort sett parallellt med Göta älv. Detta höjdparti styr ytavrinningen dels mot nordväst och älvstranden och dels mot sydöst. Området är kraftigt urbaniserat och ytvattenavrinningen omhändertas av kommunala ledningsnät. Från de mest strandnära avrinningsytorna sker vattenavrinning direkt till de omgivande vattendragen Göta älv, Rosenlundskanalen, Vallgraven och Stora Hamnkanalen.

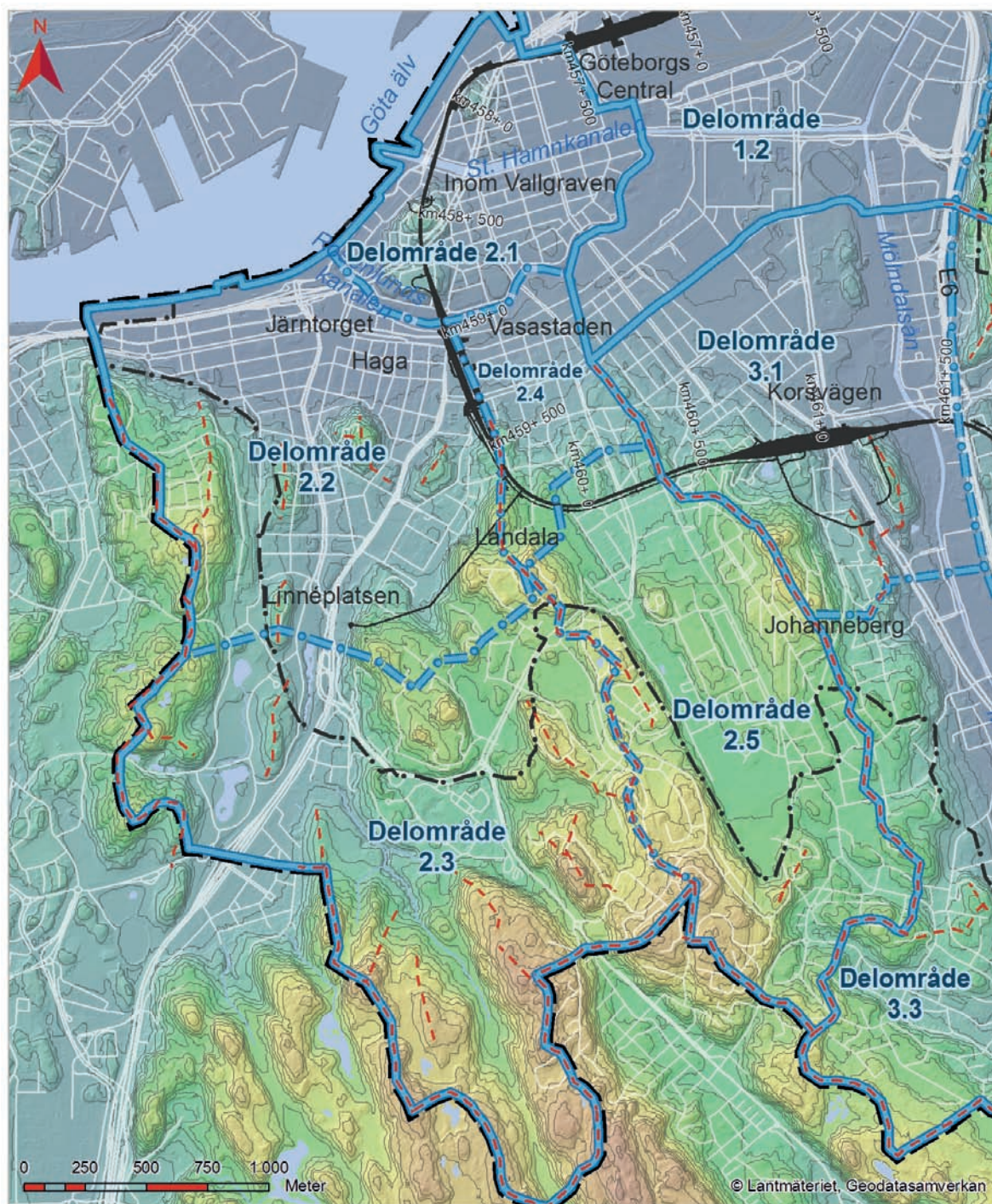
Inom delområde 2.2 Haga - Annedal sker ytvattenavrinning från angränsande höjdområden till de jordfyllda sänkorna och vidare norrut till vattendragen Rosenlundskanalen och Göta älv. Stor avrinning kommer från bergområden vid Masthugget i väster samt öster om Annedal. Området är generellt kraftigt urbaniserat med tät bebyggelse och hårdgjorda ytor. Ett betydande tillskott av ytvatten kommer från angränsande delområde 2.3 Sahlgrenska - Linné i söder.

Delområdet 2.3 Sahlgrenska - Linné ligger längst söderut i huvudområdets västra del. Området domineras av Sahlgrenska Universitetssjukhuset och av hyreshusbebyggelse vid Guldheden, samt i söder av stora naturområden tillhörande

Slottsskogen och Botaniska trädgården. Från söder tillströmmar avrinnande yt- och grundvatten från Änggården.

Delområde 2.4 Vasastaden gränsar i norr till Vallgraven och i söder till topografiskt högre liggande områden i norra Landala. Området närmast Vallgraven utgörs av parkmark från vilken vatten avrinner direkt till Vallgraven. Området söder om Nya Allén domineras av äldre stadsbebyggelse med hårdgjorda ytor och ett omfattande ledningsnät för omhändertagande av dagvatten. Ett betydande tillskott av vatten kommer från angränsande delområde 2.5 Johanneberg - Landala.

Delområde 2.5 Johanneberg - Landala ligger längst söderut i huvudområdets östra del. Området domineras av Chalmers tekniska högskola och av bebyggelse vid Johanneberg, östra Landala samt i söder av stora naturområden i anslutning till Mossen.



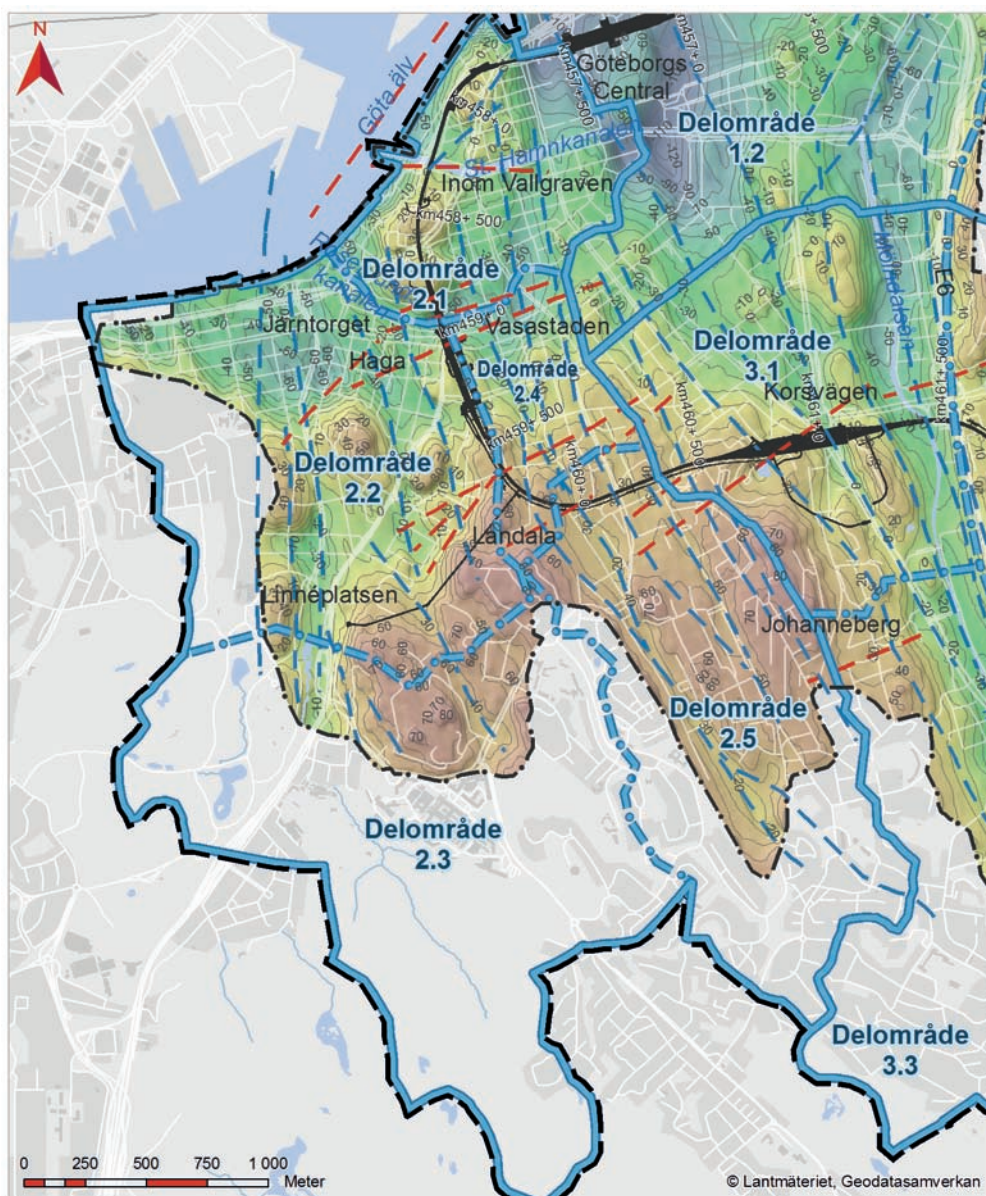
FIGUR 5.2 Marktopografi med ytvattendelare och ytvattendrag. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

5.3 Berggrund

Berggrunden inom utredningsområdet och tolkade svaghetszoner redovisas i kapitel 3.2. Bergöverytans tolkade nivåer och svaghetszoner inom Huvudområde Väst visas i figur 5.3. Förekommande låga bergnivåer i norr och väster är täckta med mäktiga jordlager. På var sida av Skansberget finns två jordfyllda sänkor i riktning nord - syd.

Svaghetszoner markerade med blå streckad linje bedöms tillhöra områdets överskjutningszo-

ner vilka stupar medelbrant åt väster, medan zoner markerade med röd streckad linje bedöms vara brantstående. Zonernas bergutgående antas ligga i områden med låga bergnivåer. Centralt i dalgångar i anslutning till zoners bergutgående kan bergöverytan förväntas vara särskilt uppkrossad, vilket kan ge hög vattenförande förmåga i gränsen mellan jord och berg.



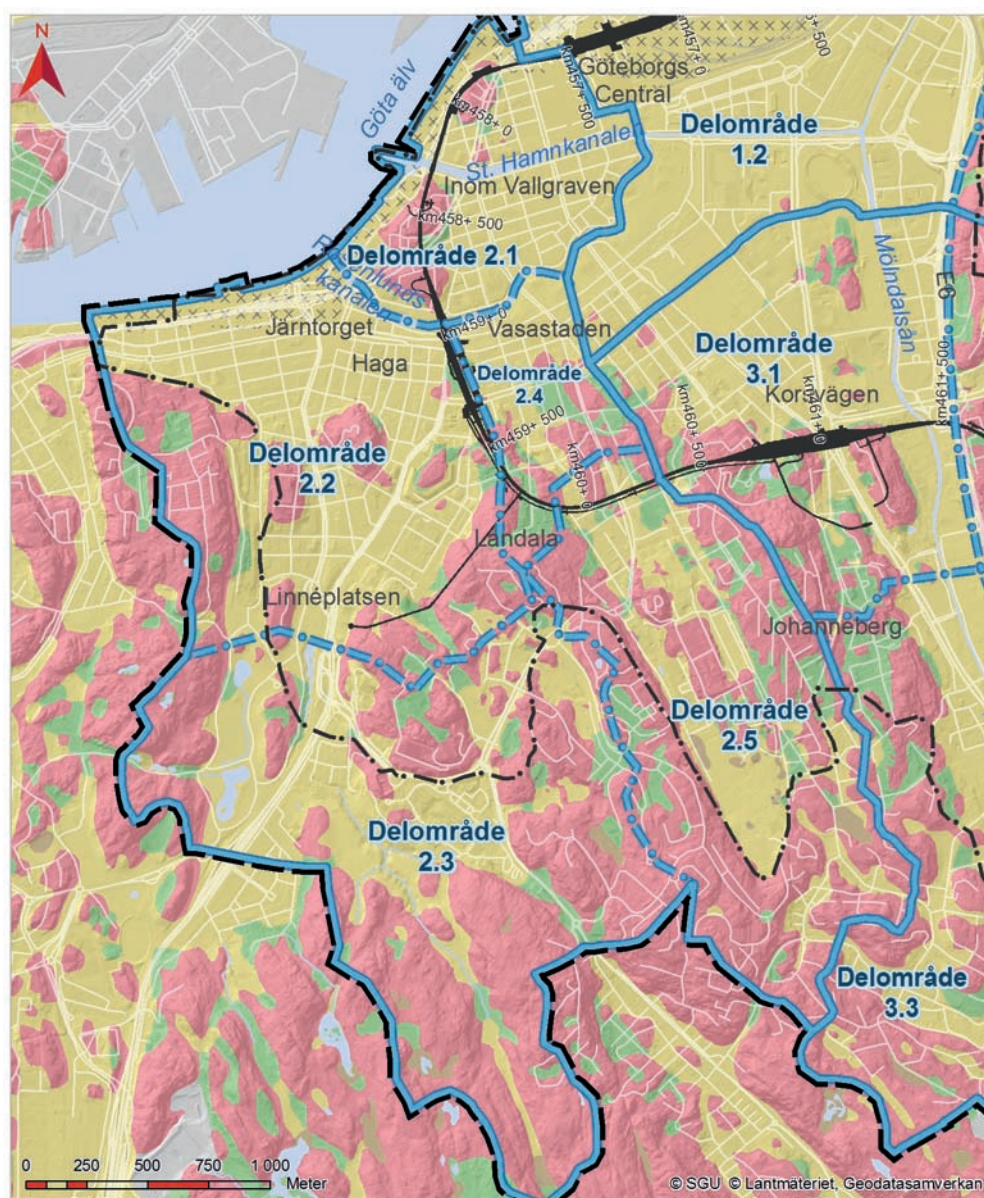
FIGUR 5.3 Översiktskarta över modellerad bergnivå samt svaghetszoner i berg inom inre utredningsområde inom huvudområde Väst. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

5.4 Jordlager

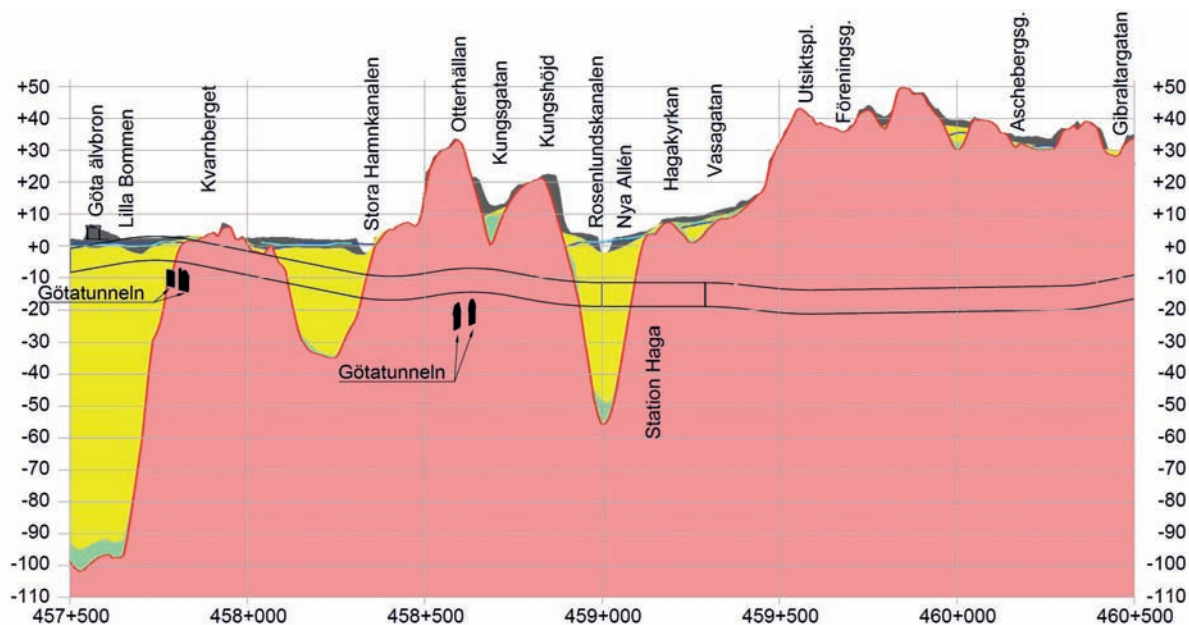
Jordlagren inom huvudområde Väst uppbyggs huvudsakligen av friktionsjord vilken i dalgångarna överlagras av lera, figur 5.4. Inom höjdområden är jordlagermäktigheten begränsad och ställvis saknas jordlager helt (berg i dagen). I flacka områden där ytvatten finns eller har funnits, förekommer organiska jordar ovan leror (och ibland ovan friktionsjord). Sådana organiska jordlager finns bland annat vid Mossen söder om

Chalmers tekniska högskola (södra delen av delområde 2.5). I anslutning till höjdområden kan utsvallat material förekomma. Fyllningsjord återfinns inom stora delar av området, företrädesvis i anslutning till de låglänta områdena i norr i anslutning till Göta älv samt längs Linnégatan.

Generellt består friktionsjorden av morän som vilar direkt på berg. I vissa områden förekommer silt, sand och i något fall grus på moränen. Jorddjupen inom huvudområdet varierar stort, de största konstaterade jorddjupen är väster om



FIGUR 5.4 Kvartärgeologisk karta över huvudområde Väst. Gula områden visar förekomst av lera, gröna områden friktionsjord och röda områden berg i dagen eller berg med tunt jordtäck. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.



FIGUR 5.5 Schematisk geologisk profil längs Västlänken huvudsakligen inom huvudområde Väst. För profilens läge se figur 5.4.

Järntorget (cirka 60 meter). Längs Västlänken påträffas stora jorddjup vid passage av Stora Hamnkanalen (cirka 35 meter) och Rosenlunds-kanalen/Vallgraven (cirka 60 meter), figur 5.5.

I figur 5.5 redovisas geologisk profil längs Västlänken från Lilla Bommen (457+500) till Gibraltargatan (460+500).

5.5 Grundvattenförhållanden

Grundvatten förekommer i områdets jordlager samt i berggrundens system av konduktiva sprickor och zoner.

5.5.1 Grundvatten i jord

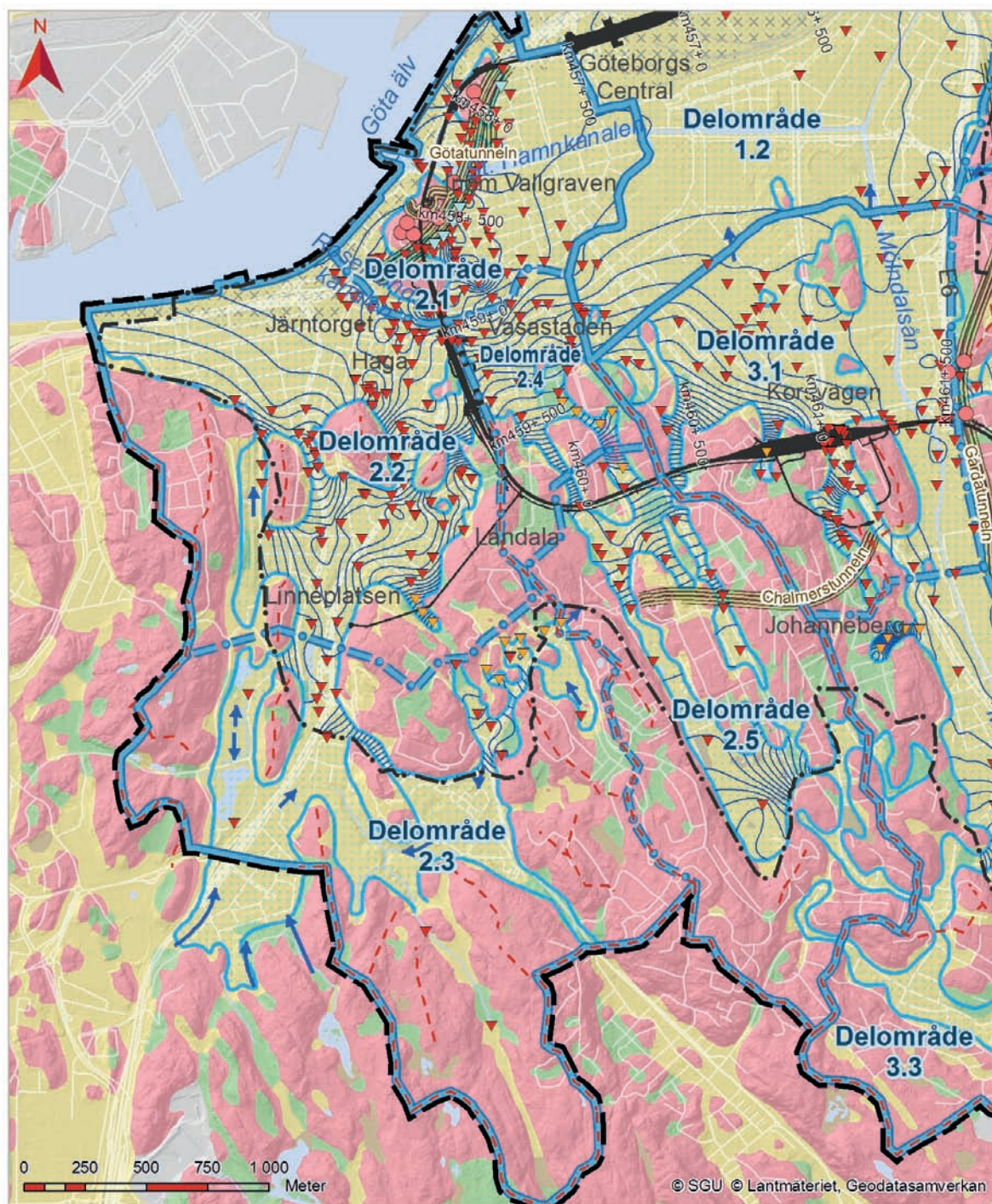
Uthålliga undre grundvattenmagasin i jord förekommer i huvudområdets nordliga del och i smala nord-sydligt orienterade dalgångar i söder. Grundvattenmagasinens tolkade utbredning visas på hydrogeologisk karta i figur 5.6. I figuren visas även vattendelare och huvudsakliga strömningsvägar. Grundvattenmagasinen bildar inom huvudområdet ett komplext mönster av ett flertal magasin i vilka grundvattenflödet följer marktopografin till lägre liggande markområden, för att slutligen mynna i Göta älvs dalsänka. Inom huvudområdet har 5 delområden och 9 grundvattenmagasin definierats (tabell 5.1). Grundvatten kan förekomma lokalt och temporärt även utanför markerade avgränsningar.

Längst i norr ligger delområde 2.1 vars yttre gräns i huvudsak utgörs av vattendrag med en vattenyta motsvarande Göta älvs vattenstånd. I delområdet finns två grundvattenmagasin i undre magasin i jord; magasin 2:1a Nordstaden och magasin 2:1b Inom Vallgraven. Magasinens utbredning beskrivs i kapitel 5.7.

Övriga delar av huvudområdet kan utifrån grundvattnets flödesmönster delas in i två stråk; ett västligt som innehåller delområdena 2.2 och 2.3 samt ett östligt som innehåller delområdena 2.4 och 2.5. De två stråken åtskiljs hydrauliskt från varandra av en vattendelare från södra Guldheden till Hagakyrkan.

Det västliga stråket innehåller grundvattenmagasin 2:3b Guldheden med avrinning mot Sahlgrenska och vidare ner till magasin 2:3a Änggården - Botaniska trädgården, där ett betydande tillskott av grundvatten fås från Botaniska trädgården och sänkan längs Dag Hammarskjöldsleden. Grundvattnet strömmar vidare i en smal passage mot norr till grundvattenmagasin 2:2b Olivedal - Annedal där magasinområdet breder ut sig. Därefter strömmar grundvattnet förbi ett par bergpartier och når grundvattenmagasin 2:2a Masthugget - Haga i nivå med Skansberget. Det västliga stråket mynnar i norr mot Rosenlunds-kanalen och Göta älv. Magasinens utbredning beskrivs i kapitel 5.8 och 5.9.

Det östliga stråket innehåller grundvattenma-



FIGUR 5.6 Hydrogeologisk karta med undre grundvattenmagasin i jord, vattendelare och grundvattnets flödesriktning. I figuren visas med röda trianglar observationspunkter som använts vid grundvattenytans modellering. För kartlegend hänvisas till figur 3.13. För bättre upplösning hänvisas till detaljkartor i följande kapitel.

gasin 2:5b Chalmers - Mossen med avrinning ner mot grundvattenmagasin 2:5a Landala. Magasin 2:5b får tillskott av grundvatten från västra Johanneberg. Grundvattnet strömmar vidare i två smala passager mot norr och grundvattenmagasin 2:4a Vasastaden samt en passage mot

Götaplatsen och delområde 3.1 i nordöst, varefter stråket ansluter till grundvattenmagasin 2:1b Inom Vallgraven och 1:2a Ullevi - Gullbergsvass. Magasinens utbredning beskrivs i kapitel 5.10 och 5.11.

De förhållandevis tunna jordlagren i områden

med höga bergsnivåer saknar överlag stora och uthålliga grundvattenmagasin i jord. Övre grundvattenmagasin förekommer allmänt i områden där fyllningsjord har lagts ut på underliggande leror. Grundvattennivåerna fluktuerar vanligtvis stort över tid i dessa miljöer.

Grundvattennivåer

Grundvattennivåerna i magasinerna inom huvudområdet är som högst i områdets södra delar, exempelvis cirka +50 vid Guldheden, cirka +43 vid Chalmers tekniska högskola, cirka +36 vid Landala torg, cirka +30 vid Sahlgrenska och cirka +13 vid Linnéplatsen. Vid Vasastaden ligger nivåerna betydligt lägre; cirka +4, för att ytterligare sjunka närmare de låglänta områdena vid Göta älv. Detaljerade beskrivningar redovisas i de kapitel som beskriver grundvattenmagasinen.

Hydrauliska egenskaper

Genom inventering av äldre hydrauliska undersökningar samt nya undersökningar inom ramen för Västlänken har jordlagrens hydrauliska egenskaper klarlagts. Resultaten från dessa tester visar att jordlagrens hydrauliska förmåga ligger inom 10^{-7} till 10^{-4} m/s. Lägre värden representerar förhållandevis täta jordar såsom siltjordar eller lerig-siltig morän, vilket överensstämmer med observationer gjorda på insamlat material från borrhningar och tidigare schaktarbeten i området. Högre värden representerar exempelvis sandig morän eller friktionsjordar i hydraulisk kontakt med uppsprucket ytberg.

5.5.2 Grundvatten i berg

Historiska mätningar av grundvattennivåer i berg förekommer endast sporadiskt, men för bergets övre delar kan antas motsvarande grundvattennivåer och strömningsmönster som i det undre grundvattenmagasinet i jord. Lokala avvikelser finns i anslutning till dränerande berganläggningar. I en utredning av regionala hydrauliska förhållanden i berg utifrån SGUs brunnsarkiv har konstaterats att den effektiva (skaljusterade) hydrauliska konduktiviteten är lognormalt fördelad inom bergmassan. Ett representativt värde på konduktiviteten bedöms till cirka 4×10^{-8} - 2×10^{-7} m/s. Detta värde antas representera bergplintar mellan zoner samt på tunneldjup.

För berggrund längs svaghetszoner och ytligt berg uppskattas den hydrauliska konduktiviteten till cirka 2×10^{-7} - 5×10^{-6} m/s.

Erfarenheter från byggandet av Götatunneln och Chalmerstunneln visar att berggrunden har generellt låg hydraulisk konduktivitet men att zoner kan ha betydande vattengenomsläpplighet.

5.6 Påverkade grundvattenförhållanden

Dränerande undermarksanläggningar och infiltrationsanläggningar påverkar strömningsbild och grundvattennivåer i jord och berg i anslutning till dessa anläggningar. Anläggningar för skydds-infiltration finns exempelvis i Haga och Vasastaden (övre grundvattenmagasin) samt vid Götatunneln (undre magasin), figur 5.7. Påverkade grundvattennivåer kan ses i delar av huvudområdet Väst.

5.6.1 Dränerande byggnader och anläggningar

Påverkade grundvattenförhållanden (grundvattennivåer) har konstaterats i huvudsak i områdets norra och centrala delar, där byggande av infrastruktur och större byggnationer gett upphov till sänkta grundvattennivåer i jord och berg. Här följer en redogörelse av tillgänglig information beträffande dränerande byggnader och anläggningar som ligger inom huvudområdet; för lägen se figur 5.7. För detaljer hänvisas till kapitel 3.3 i [4].

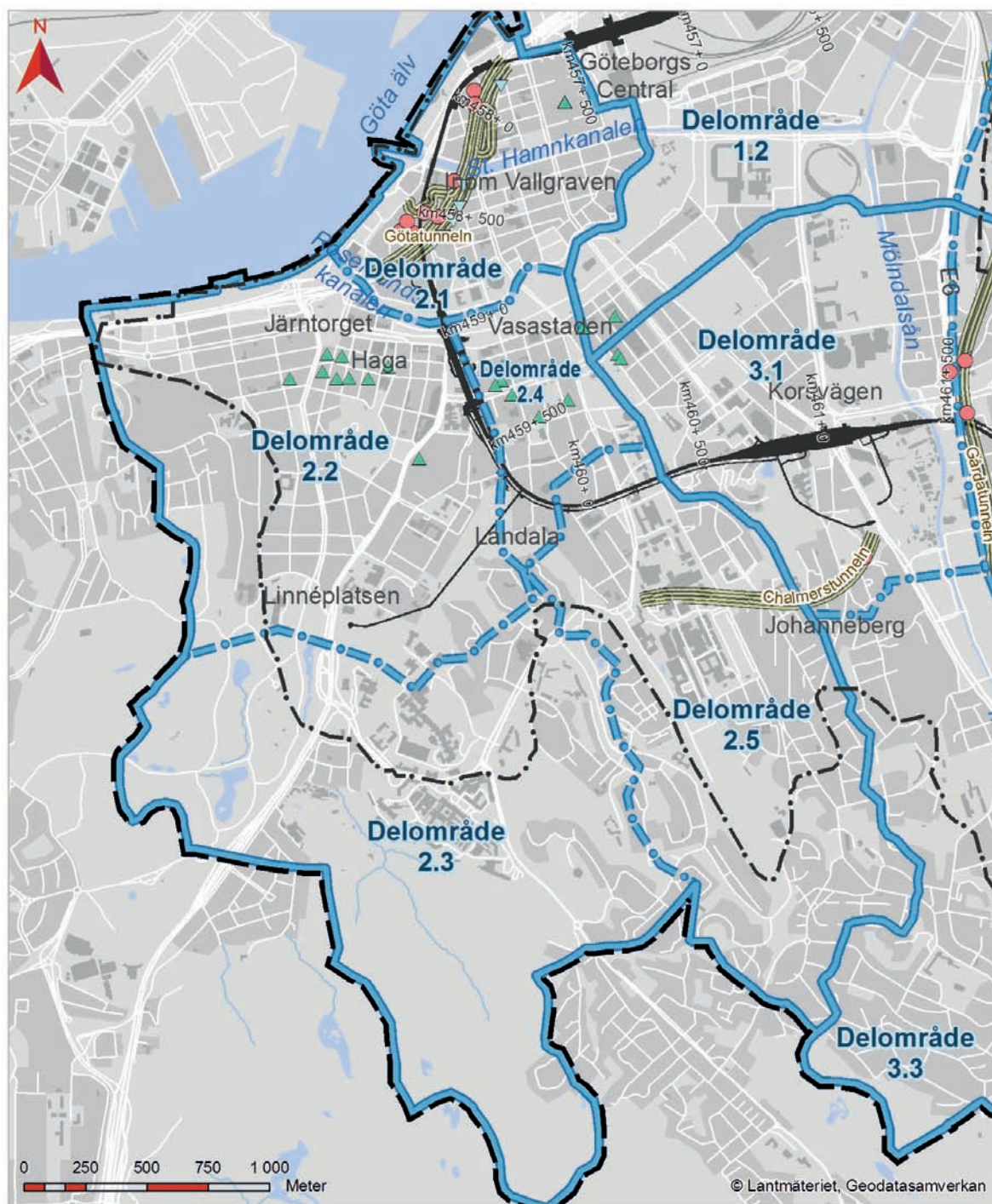
Det kan nämnas att det inom huvudområdet förekommer ett stort antal anläggningar vilka är hemliga eller för vilka råder sekretess, varför dessa inte kan redovisas. Projektet har dock kunskap om dessa anläggningar och påverkan från dessa har inarbetats i hydrogeologiska tolkningar.

Götatunneln

Götatunneln går i berg och jord mellan Järntorget och Lilla Bommen och passerar under Kungshöjd, Otterhällan och Kvarnberget. Inläckaget har uppmätts till totalt 14-26 l/min (cirka 1 kilometer bergtunnel och cirka 0,5 kilometer betongtråg/-tunnel). Vid Kungsgatan mellan Kungshöjd och Otterhällan korsas en konduktiv svaghetszon (kapitel 8, [4]). Skyddsinfiltration pågår lokalt för att säkerställa att inte skadlig grundvattenpåverkan uppkommer.

Chalmerstunneln

Spårvägstunnel Chalmerstunneln går i berg mellan Chalmers entré vid södra Landala och Mölndalsvägen mitt emot Liseberget. Inläckaget har uppmätts till totalt cirka 26 l/min för den

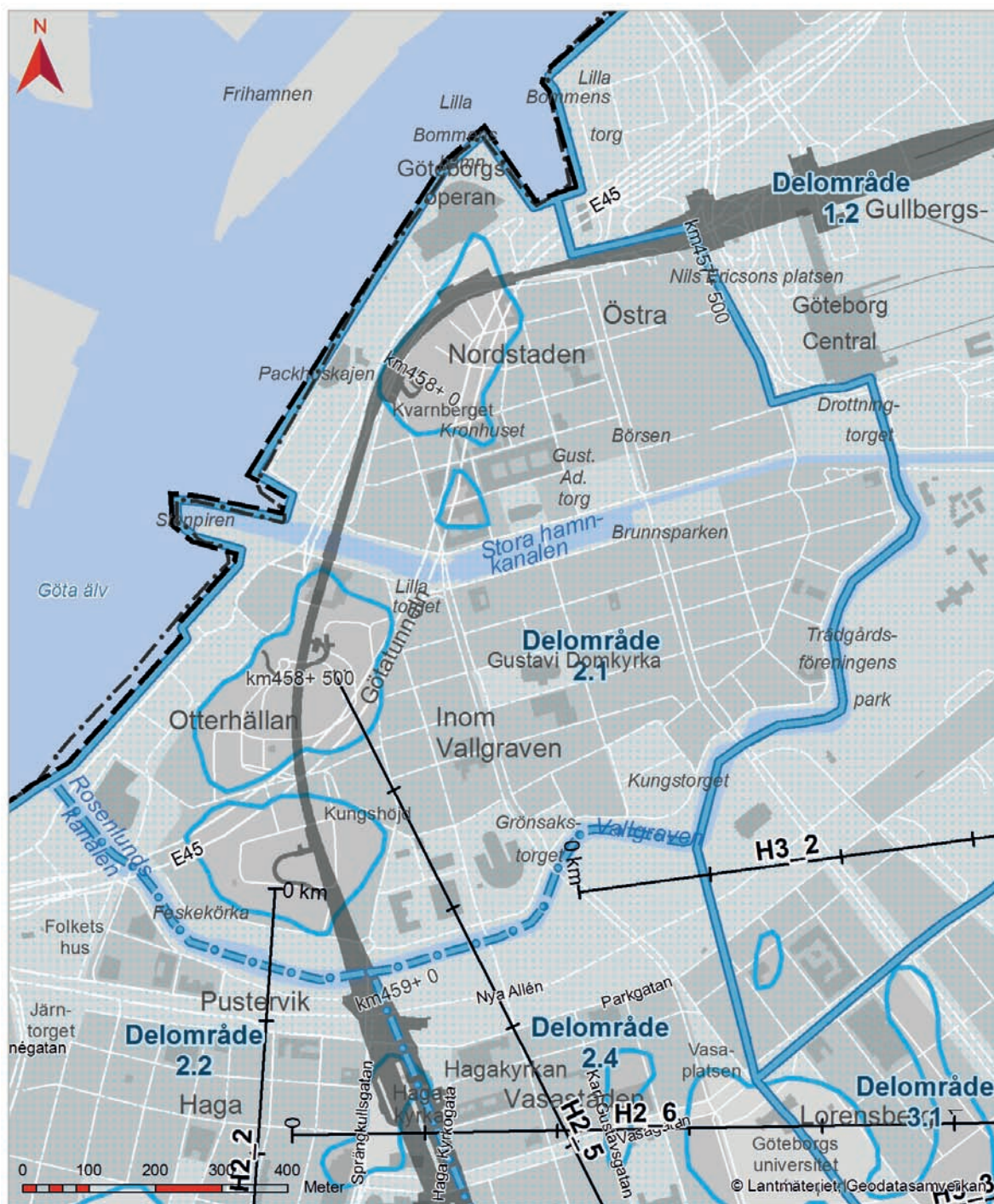


FIGUR 5.7 Redovisning av större grundvattenpåverkande undermarksanläggningar samt anläggningar för skyddsinfiltration huvudområde Väst. Infiltrationsanläggningar visas med grön triangel (övre magasin) och ljusblå triangel (undre magasin). Röd ring representerar pumpbrunn för grundvatten. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

cirka 1,1 kilometer långa tunneln. Vid Gibraltargatan korsas en konduktiv svaghetszon. Ingen skyddsinfiltration pågår.

Bergrum

I huvudområdet finns fyra bergrum som används som skyddsrum, arkiv, parkeringsgarage och soprum. Dessa ligger inom Kvarnberget, Otterhällan och sydöst om Hagakyrkan (Nedre Fågelbergsgatan).



FIGUR 5.8 Hydrogeologisk översiktskarta över delområde 2.1 Inom Vallgraven. Linje H2_5 är en geologisk sektion som sträcker sig från Otterhällan i riktning mot sydöst (visas i figur 5.28). För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

5.7 Delområde 2.1 Inom Vallgraven

Delområde 2.1 Inom Vallgraven omfattar gamla stadsdelen med samma namn samt stadsdelen Nordstaden, vilka skiljs åt av Stora Hamnkanalen. Området gränsar i nord och väst till Göta älv och i syd och öst till Rosenlunds- och Vallgraven.

Området utgör centrala delar av Göteborg med omfattande bebyggelse och trafikleder; i nordöst gränsar Göteborgs Central. Större höjdområden är Kvarnberget, Otterhällan och Kungshöjd. I områdets norra del ligger Lilla Bommen.

Delområdets grundvattenförande friktions-



FIGUR 5.9 Bergnivåmodell över delområde 2.1 Inom Vallgraven. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

jordlager på berg har delats in i två undre grundvattenmagasin i jord där Stora Hamnkanalen utgör gräns mellan de två (figur 5.8):

- Magasin 2:1a Nordstaden
- Magasin 2:1b Inom Vallgraven

Området har tidigare varit föremål för hydrogeologiska undersökningar: Götaleden, bergrum vid Otterhällan och byggnationer inom Nordstaden med flera.

Området är i huvudsak flackt och låglänt förutom vid de tre bergpartierna Kvarnberget, Otter-



FIGUR 5.10 Grundvattenmagasin i jord, undre magasin. Tolkade grundvattennivåer och dominerande flödesriktningar samt vattendelare och observationspunkter (röda trianglar). För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

hällan och Kungshöjd. Stora Hamnkanalen skär genom området i väst-östlig riktning och utgör gräns mellan grundvattenmagasin 2:1a Nordstaden och 2:1b Inom Vallgraven. Omgivande vattendrag är sammanbundna och har samma vattenstånd Göta älv.

Tolkade bergnivåer och svaghetszoner i berg redovisas i figur 5.9. Höga bergnivåer på upp emot +20 och +30 förekommer i den västra delen, medan låga nivåer förekommer i öster. De lägsta noterade bergnivåerna förekommer i områdets nordöstra del i anslutning till Nils Ericsonsplatsen (cirka -100). Bergytans nivå varierar således stort inom området, minst 130 meter.

Kunskap om förekommande svaghetszoner i berg är delvis begränsad inom huvudområde Väst. Orsaken till detta är bergytans djupläge vilket medfört att mycket få undersökningar utförts av bergytans nivå samt av berggrundens uppbyggnad. I områdets västra del (där Västlänken byggs) finns dock ett flertal berganläggningar där undersökningar och byggnationer gett betydande kunskap om bergets uppbyggnad samt förekommande zoner.

5.7.1 Grundvattenmagasin 2:1a Nordstaden och 2:1b Inom Vallgraven

Undre grundvattenmagasin i jord utgör ett enhetligt friktionsjordlager inom delområdet, förutom inom de höga bergpartier där jordlager saknas, figur 5.10. Gränsen mellan de två magasinerna (Stora Hamnkanalen) har hydraulisk signifikans endast för övre magasin.

Jorddjupen är delvis bristfälligt kända inom området. De kan dock generellt antas vara betydande i områdets nordöstra del, där djup på minst 100 meter har noterats. Jordarna karakteriseras av ett övre lager friktionsjord/fyllning (upp till 6-10 meter mäktigt), under vilket förekommer lerlager och därunder friktionsjord på berg [5]. Det konduktiva friktionsjordlagret närmast berg har några få meters mäktighet. Utvärderad kolvprovtagning i området visar att leran är sättningsbenägen vid grundvattensänkning (se kapitel 3.4 och [7]). En geologisk profil längs Västlänkens dragning visas i figur 5.5.

I områdets nordvästra del i anslutning till Göta älv är förekomsten av fyllningsjord betydande. I stort sett hela området, förutom de högre bergpartierna, har utfyllts under olika perioder i syfte att skapa byggbar mark.

Tolkade grundvattennivåer illustreras för

undre grundvattenmagasin i jord i figur 5.10 och för övre grundvattenmagasin i figur 5.11. Tolkade nivåer ska ses som översiktliga.

Grundvatten i jord

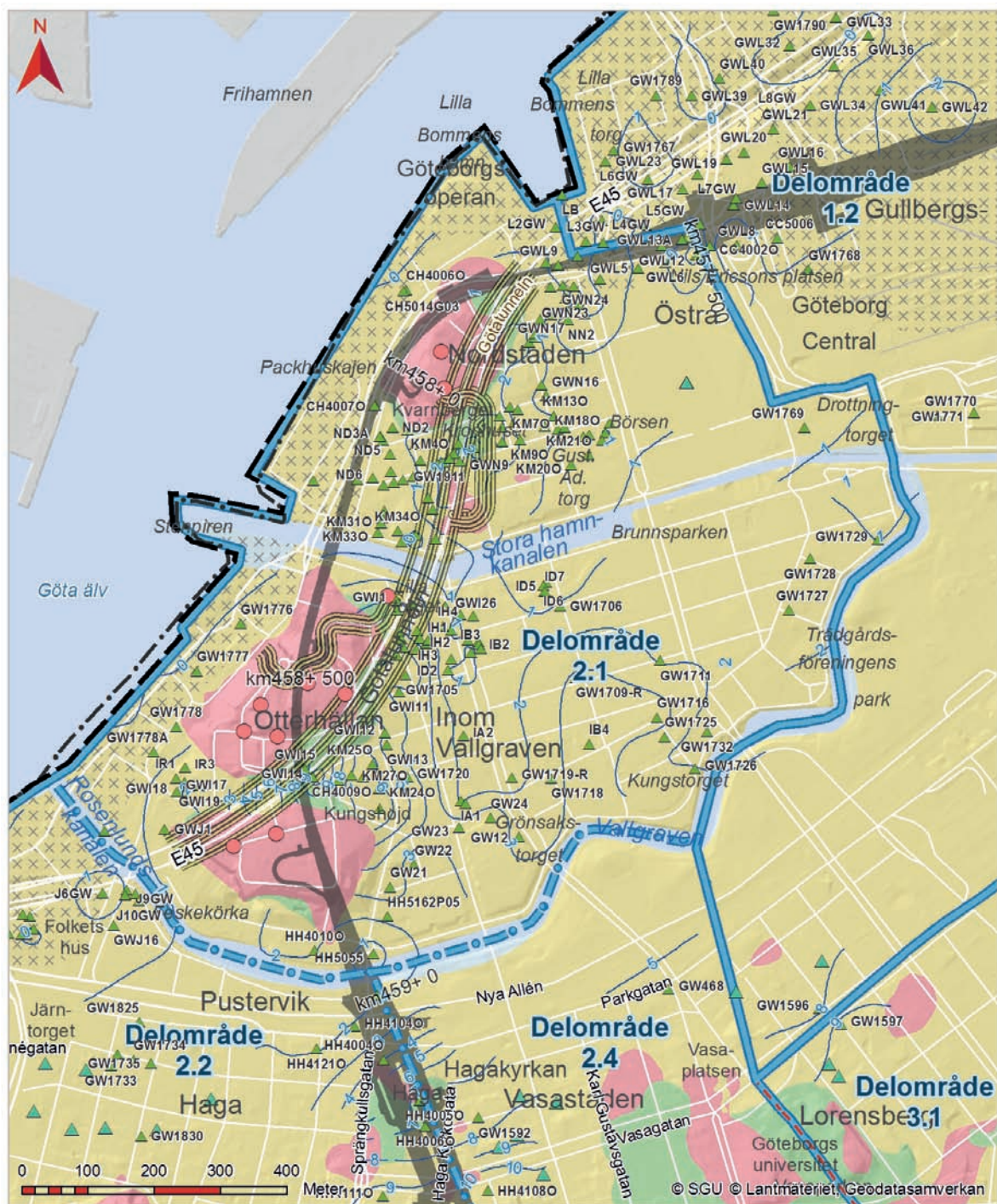
Inom större delen av området ligger grundvattennivån i undre magasin på nivåer marginellt över vattenståndet i Göta älv, figur 5.10. Något högre nivåer konstateras i anslutning till uppstickande bergpartier samt lokalt i anslutning till anläggningar för skyddsinfiltration, exempelvis öster om Kungshöjd. Lokalt lägre nivåer kan ses i områden längs Rosenlundskanalen vilket tolkas som påverkan från olika typer av dränerande anläggningar.

I friktionsjorden närmast bergytan förekommer i större delen av området ett undre slutet grundvattenmagasin. Grundvattnets flödesriktning i detta undre magasin sker från högre liggande områden i anslutning till bergpartiet i områdets västra del, till omgivande lägre liggande områden. Det innebär att strömning sker mot väst-nordväst mot Göta älv samt mot uthålliga magasin i öster. I den östra delen är nivåerna mycket flacka och ligger mellan havsnivån (Göta älv) och nivåer på drygt +1. Trots att en detaljerad nivåkarta inte har kunnat tas fram i områdets östra del (fåtal observationspunkter), är det givet att grundvattnet i huvudsak strömmar mot norr för att slutligen nå Göta älvs dalgång. Konduktiva zoner i berg kan påverka flödet lokalt, särskilt där dessa påverkas av dränage till befintliga berganläggningar i områdets västra del.

Olika undersökningar visar att jordlagren väster om Kvarnberget utgörs av sand (med hydraulisk konduktivitet $1-2 \times 10^{-4}$ m/s), vid Stora Hamnkanalen 0,5-3 meter finsand-sand (1×10^{-4} m/s), längs Kungsgatan i höjd med Götatunneln sand (3×10^{-4} m/s) och söder om Kungshöjd friktionsjord med hydraulisk konduktivitet $2-4 \times 10^{-6}$ m/s [5].

Vid tolkning av grundvattennivåer i övre grundvattenmagasin redovisas endast områden där det förekommer ett stort antal observationspunkter (eftersom övre grundvattenmagasin är heterogent uppbyggt), figur 5.11.

Grundvattennivåer i övre magasin i jord styrs i stor utsträckning av vattenståndet i älven och i kanaler, men även av fyllningsjordens uppbyggnad. Äldre och numera igenfyllda kanaler samt ledningar, ledningsgravar och olika typer av grundläggning kan påverka strömningsrikt-

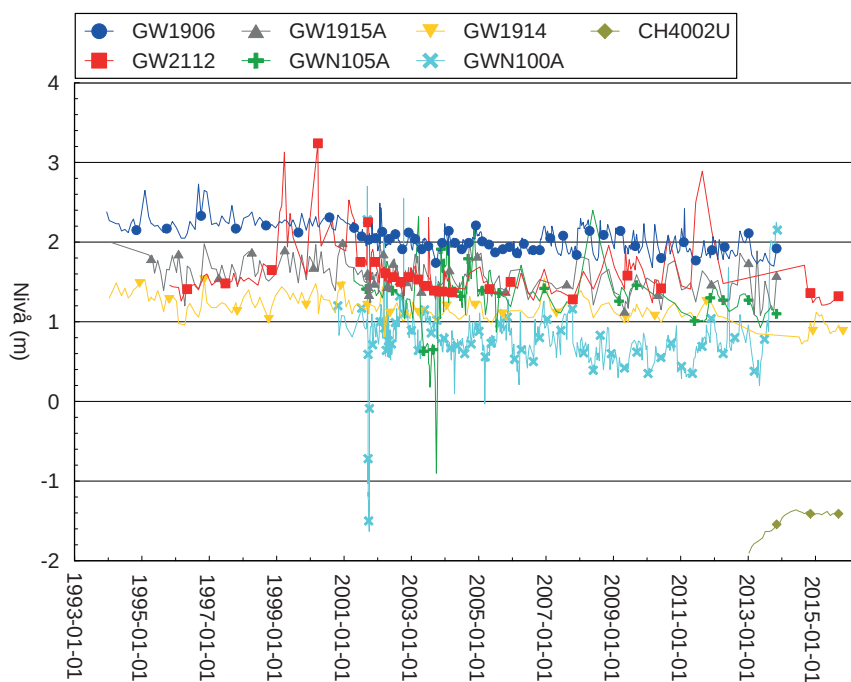


FIGUR 5.11 Grundvattenmagasin i jord, övre magasin. Tolkade grundvattennivåer och dominerande flödesriktning samt vattendelare och observationspunkter (gröna trianglar). För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

ningar och nivåer i det övre grundvattenmagasinet. Grundvattennivåerna i övre magasin är särskilt låga i områdets nordliga delar. I köpcentret Nordstan finns en infiltrationsanläggning i övre magasin.

Graf med grundvattennivåer i undre magasin i

jord redovisas i figur 5.12. Mindre grundvattenpåverkan kan ses efter år 2000 i samband med byggande av Götatunneln.



FIGUR 5.12 Uppmätta grundvattennivåer i undre magasin i jord inom magasin 2:1a och 2:1b. Observationspunkternas lägen redovisas i figur 5.10.

Grundvatten i berg

Höga bergnivåer med berg i dagen förekommer i områdets västra del, figur 5.10. Området är hydrauliskt påverkat av flera dränerande anläggningar vilket resulterar i störda grundvattennivåer. Längs Västlänken varierar uppmätta grundvattennivåer i berg mellan cirka -20 och +10, vilka är tydligt påverkade av Götatunneln, Kungsgaraget och Otterhällans skyddsrum. I sänkan mellan Otterhällan och Kungshöjd ligger grundvattennivån i berg omkring +8. För detaljer hänvisas till kapitel 8 i [4].

Hydrauliska undersökningar i kärnborrhål i berg indikerar hydraulisk konduktivitet mellan 1×10^{-8} och 2×10^{-7} m/s i borrhålsskala.

Magasinens känslighet och riskobjekt

Grundvattenmagasinen bedöms vara känsliga för grundvattenpåverkan. Med skyddsinfiltration balanseras i princip befintliga tunnars dränering, vilket är särskilt påtagligt i området öster om Otterhällan - Kungshöjd. Utförda inventeringar och analyser visar att det inom området finns riskobjekt vilka är grundvattenberoende och känsliga för grundvattennivåförändringar. Grundvattenberoende riskobjekt i området är:

- Byggnader och anläggningar med grundvat-

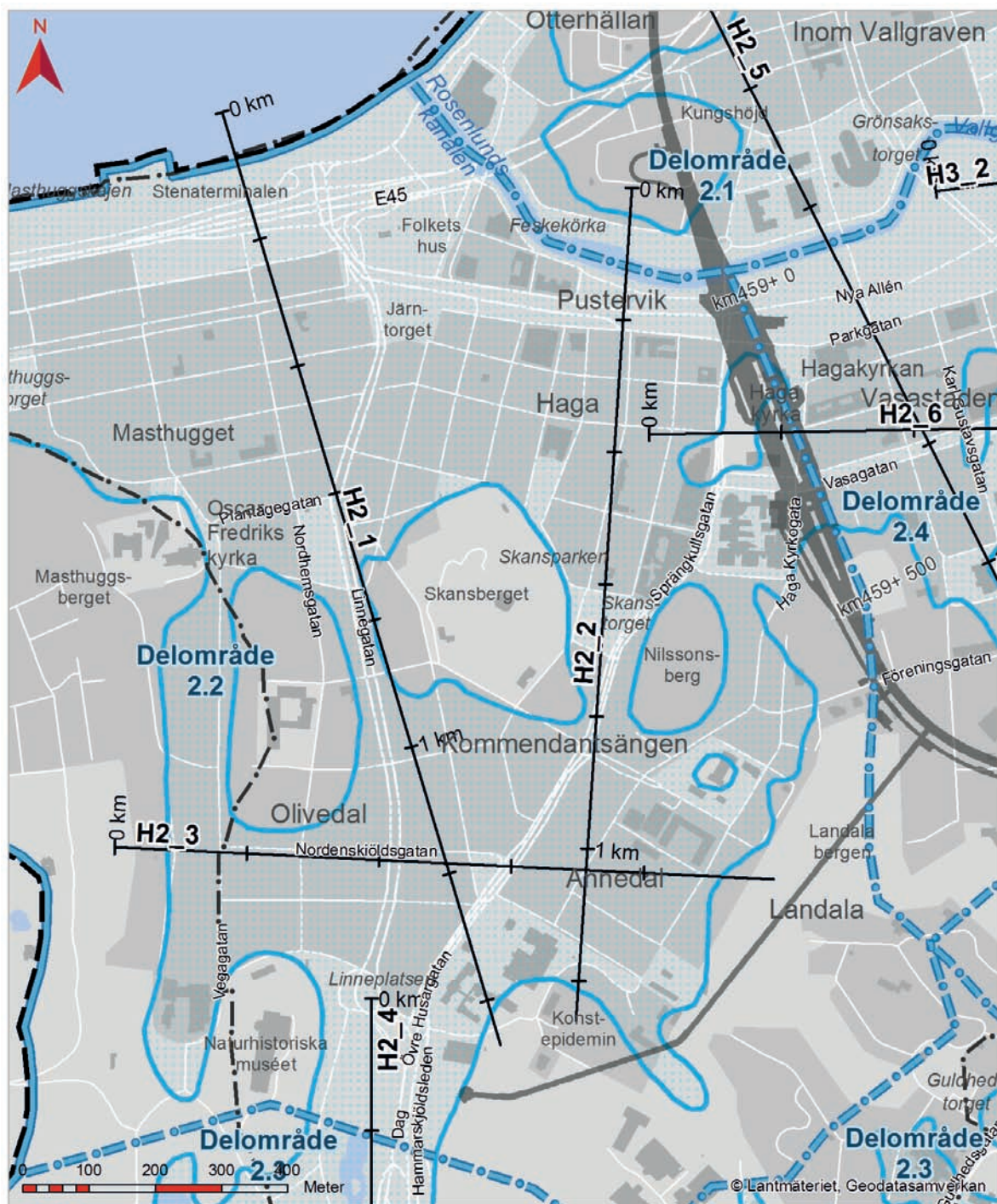
tenberoende grundläggning, främst trägrundläggning och grundläggning på lera.

- Fornlämningar och kulturlämningar finns inom hela delområdet, främst trägrundläggning för numera i stort sett rivna befästningsverk samt organiskt material i mark.
- Naturvärden som huvudsakligen förekommer lokalt inom parker och alléer.

För detaljer om områdets riskobjekt hänvisas till kapitel 8.

5.8 Delområde 2.2 Haga - Annedal

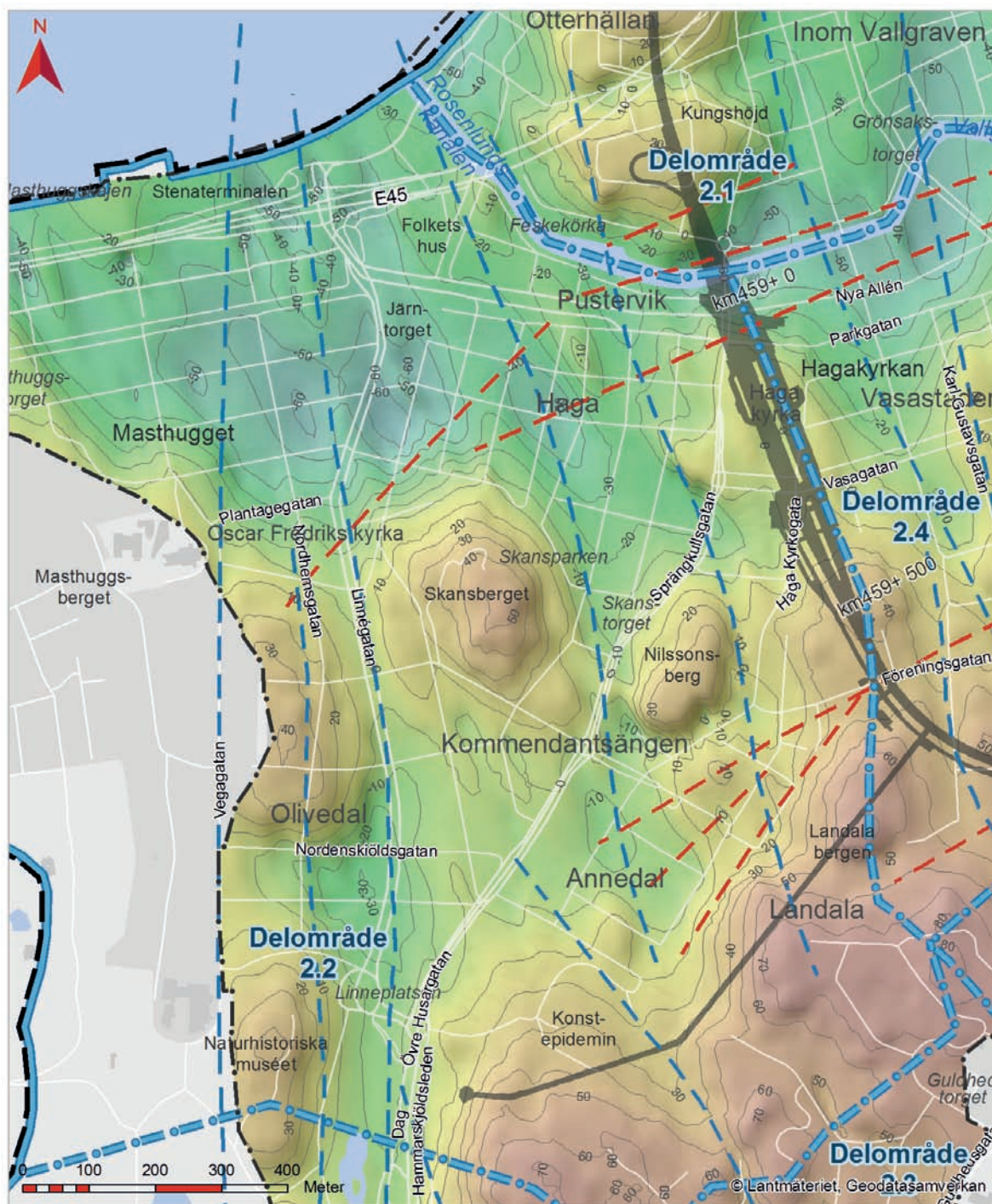
Delområde 2.2 Haga - Annedal sträcker sig från Linnéplatsen i söder till Göta älv – Rosenlundskanalen i norr. Området omfattar delar av Masthugget, Olivedal, Haga och Annedal. Området avgränsas av Masthuggsberget och Landalabergen som utgör markanta bergpartier i väster respektive i öster. Inom delområdet finns distinkta höjdparter som Skansberget och Nilssonsberg samt höga bergnivåer vid Hagakyrkan samt mellan Vegagatan och Nordhemsgatan mot Naturhistoriska muséet. Området utgör centrala delar av Göteborg med omfattande bebyggelse och trafikleder.



FIGUR 5.13 Hydrogeologisk översiktskarta över delområde 2.2 Annedal - Haga. Linjer H2_1-3 är geologiska sektioner i området. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

Området kan hydrogeologiskt delas in i en nordlig och en sydlig del. Den norra delen utgör ett område med mäktiga jordlager som begränsas av höga bergpartier i söder, i princip norr om en linje Plantagegatan - Skansberget - Skanstorget. Den södra delen utgör ett område som sträcker sig vidare söderut till Linnéplatsen.

Delområdets grundvattenförande friktionsjordlager har delats in i två undre grundvattenmagasin i jord med inbördes hydraulisk kontakt (figur 5.13):



FIGUR 5.14 Bergnivåmodell över delområde 2.2 Haga - Annedal. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

- Magasin 2:2a Masthugget - Haga (nordligt magasin)
- Magasin 2:2b Olivedal - Annedal (sydligt magasin)

Det södra grundvattenmagasinet (2:2b) avrinner

till det norra magasinet via huvudsakligen två sänkor. Dessa sänkor går längs Linnégatan och Övre Husargatan - Sprängkullsgatan. Mindre flöden sker till det nordliga magasinet via de två yttre sänkorna längs Vegagatan och Haga Kyrkogata.

Området har tidigare varit föremål för hydrogeologiska undersökningar vid Götaleden samt olika byggnationer.

Tolkade bergnivåer och tolkade zoner i berg redovisas i figur 5.14. Höga bergnivåer på upp emot cirka +40 och +60 förekommer inom höjdområden, medan de lägsta nivåerna -60 förekommer nordväst om Skansberget (inom Haga). Bergytans nivå varierar således stort inom området, minst 120 meter.

Kunskap om förekommande svaghetszoner i berg är relativt god inom delområdet. Orsaken är att det inom området finns ett stort antal berganläggningar där undersökningar och uppföljning under byggnation gett betydande och detaljerad kunskap om bergets uppbyggnad och förekommande zoner.

Gränsen mellan det nordliga och det sydliga magasinet utgör ett avsnitt med höga bergnivåer där bergnivån fungerar som dämme. Två geologiska sektioner H2_1 och H2_2 illustrerar detta i figur 5.15. och figur 5.16. En tredje sektion H2_3 visar geologiska förhållanden i väst-östlig riktning vid Annedal, se figur 5.17. För sektionernas läge, se figur 5.13.

5.8.1 Grundvattenmagasin 2:2a Masthugget - Haga

Undre grundvattenmagasin i jord utgör ett enhetligt friktionsjordlager i delområdets norra del. Magasinets utbredning bestäms av olika typer av hydrauliska gränser; exempelvis Göta älv i norr, låga grundvattennivåer längs Rosenlundskanalen, en gravitationsvattendelare mot magasin 2:4a i öster samt höga bergområden och smala dalsänkor i söder, figur 5.13.

Jorddjupen är väl kända i områdets centrala och östra delar medan de är delvis osäkra i områdets nordvästligaste del. I nordväst har djup på minst 60 meter noterats. I övrigt finns de större jorddjupen i anslutning till bergsänkor i området. Jordarna karakteriseras av ett övre lager friktionsjord/fyllning (upp till 5-10 meter mäktigt), under vilket förekommer lerlager och underst friktionsjord på berg. Friktionsjordlagret har några få meters mäktighet. Utvärderad kolvprovtagning i området visar att leran är sättningsbenägen vid grundvattensänkning (se kapitel 3.4 och [7]). Geologisk profil längs Västlänkens dragning visas i figur 5.5.

I områdets nordvästra del i anslutning till Göta älv är förekomsten av fyllningsjord betydande. I

stort sett hela området, förutom de högre bergpartierna, har fyllts ut under olika perioder i syfte att skapa byggbar mark, figur 5.18. Högre liggande områden vid Hagakyrkan saknar i stor utsträckning övre grundvattenmagasin i jord.

Tolkade grundvattennivåer illustreras för undre grundvattenmagasin i figur 5.18 och för övre grundvattenmagasin i figur 5.19. Tolkade nivåer ska ses som översiktliga.

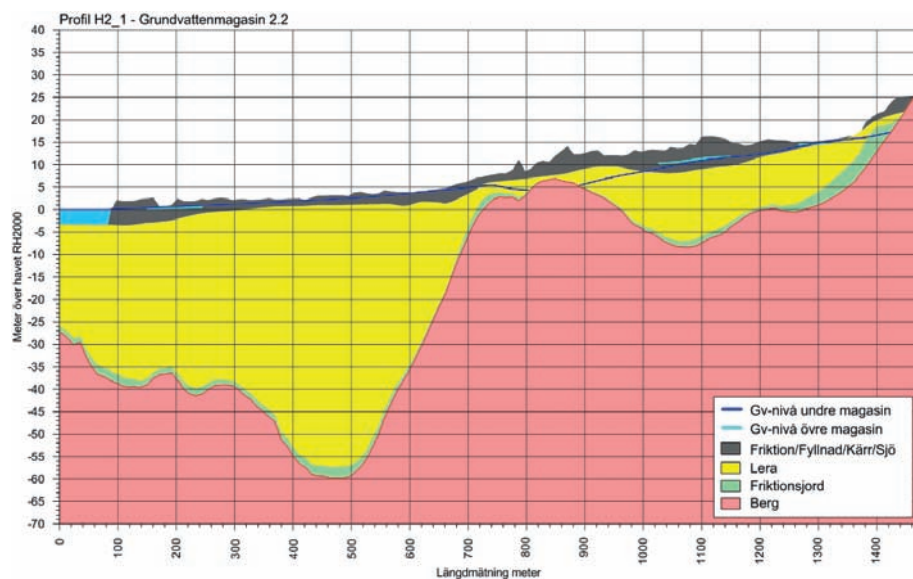
Grundvatten i jord

I friktionsjorden närmast bergytan förekommer i större delen av området ett undre slutet grundvattenmagasin. Grundvattnets flödesriktning i detta undre magasin är i huvudsak nordlig, från högre liggande områden i söder till lägre liggande områden vid Göta älv.

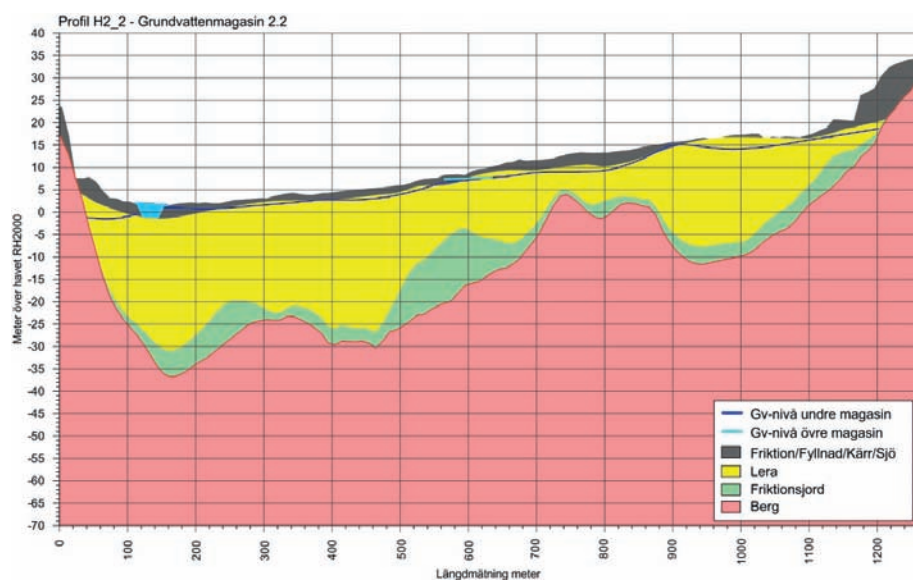
I norra delen i anslutning till Göta älv ligger grundvattennivåerna i undre magasin vid +1 eller något lägre, figur 5.18. Mot söder stiger marknivån och med den generellt grundvattennivåerna; vid magasinets södra gräns ligger nivåerna mellan +6 och +10. Påtagligt låga nivåer förekommer i anslutning till bergpartierna vid gränsen mot det sydliga grundvattenmagasinet 2:1b (vid Skansberget - Nilssonsberg och ner mot Rosenlundskanalen), vilket antas vara påverkan från olika typer av dränerande anläggningar. Något högre nivåer konstateras i anslutning till områden med betydande grundvattenflöden, exempelvis vid Oscar Fredriks kyrka där grundvattenmagasinet i sänkan längs Vegagatan mynnar. I magasinets östra del, vid gränsen mot Vasastaden, höjer sig bergnivån och med den grundvattennivån i jord (mellan +7 och +10). Typiska grundvattennivåer i undre magasin i jord visas i figur 5.20.

Undersökningar i samband med Västlänken visar att undre friktionsjordlager är cirka 1 meter mäktigt och har en hydraulisk konduktivitet mellan 10^{-6} och 10^{-4} m/s. Friktionsjordens uppbyggnad i centrala delen av Rosenlundskanalens dalgång är oklar men bedöms vara mäktig. Baserat på en provpumpning i Hagaparken (15 l/min i pumpbrunn HH4001B) har den vattenförande förmågan i undre friktionsjordlager (inklusive ytligt berg) beräknats till 10^{-5} - 10^{-4} m²/s. Vid provpumpningen erhöles påverkan på drygt 150 meters avstånd från brunnen (se kapitel 3.7.2 och [5]).

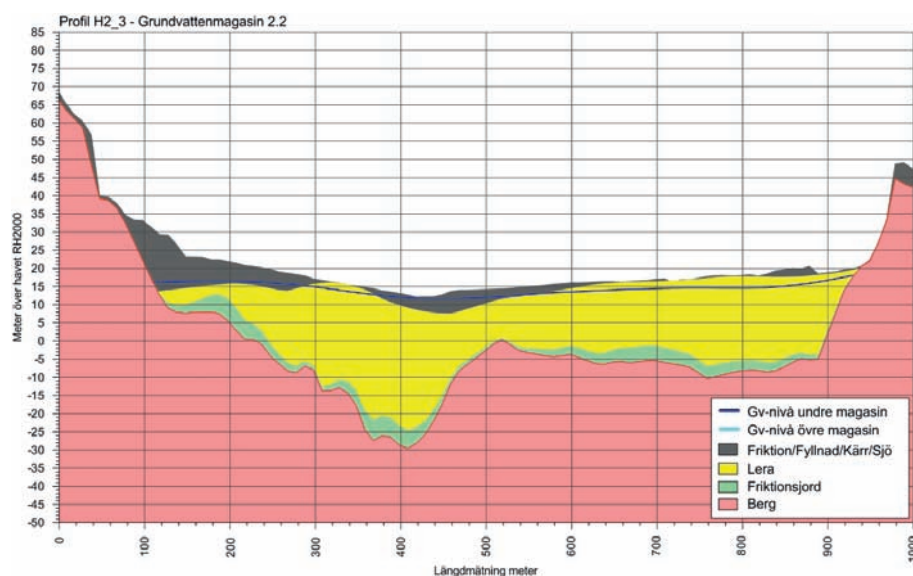
Vid tolkning av grundvattennivåer i övre magasin redovisas endast områden där det förekommer ett stort antal observationspunkter, figur 5.19. Tolkade nivåer vid Masthuggskajen - Järn-



FIGUR 5.15 Översiktlig geologisk sektion H2_1 i ungefär sydlig riktning från Stenaterminalen via Folkets Hus längs Linnégatan till Konstepidemin. Sektionen visar låga bergnivåer i centrala Haga samt stigande bergnivåer i höjd med Skansberget.



FIGUR 5.16 Översiktlig geologisk sektion H2_2 i ungefär sydlig riktning från Kungshöjd via Skanstorget till Konstepidemin.

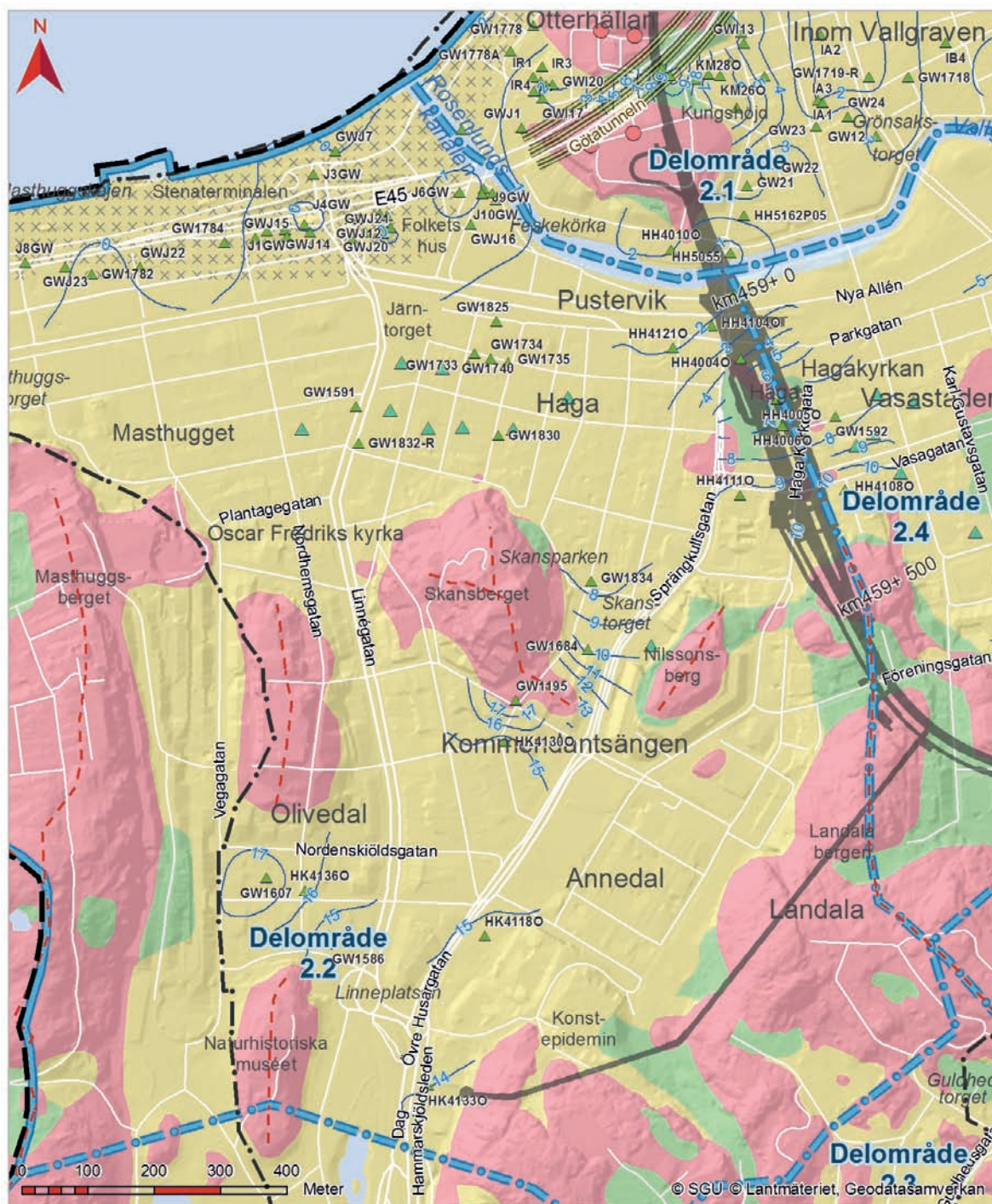


FIGUR 5.17 Geologisk sektion H2_3, magasin 2:2b Olivedal-Annedal, längs Nordenskiöldsgatan mot Guldhedsberget. Sektionen visar bergtopografi och jordlager tvärs delområdet där Övre Husargatan ligger vid cirka 600 meter.

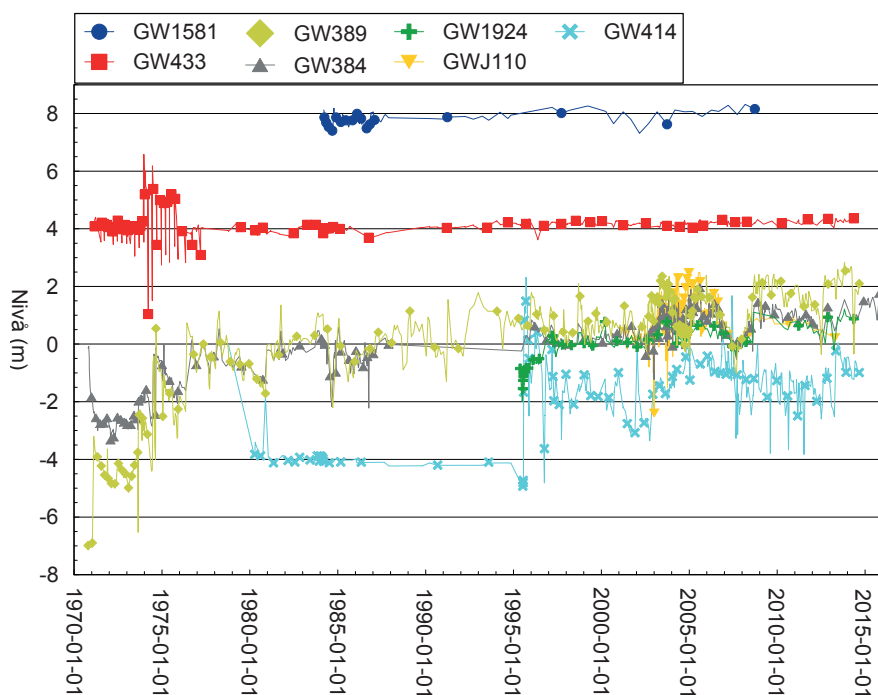


FIGUR 5.18 Grundvattenmagasin i jord, undre magasin. Tolkade grundvattennivåer och dominerande flödesriktning. Vattendelare och observationspunkter. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

torget ligger mellan ± 0 och ± 1 medan nivåerna vid Hagakyrkan och vid läge för planerad Station Haga följer marktopografin och ligger mellan ± 1 och ± 10 . Typiska grundvattennivåer visas i figur 5.19.



Figur 5.19 Grundvattenmagasin i jord, övre magasin. Tolkade grundvattennivåer och dominerande flödesriktning samt vattendelare och observationspunkter. För kartlegend hänvisas till figur 3.13



FIGUR 5.20 Uppmätta grundvattennivåer i undre magasin i jord inom magasin 2:2a. Observationspunkternas lägen redovisas i figur 5.18.

Grundvatten i berg

Låga bergnivåer förekommer allmänt i områdets norra del samt i sänkor i söder, figur 5.14. Området är hydrauliskt påverkat av flera dränerande berganläggningar vilket resulterat i störda grundvattennivåer. I området finns endast ett fåtal borrhål/brunnar i berg som möjliggör nivåobservationer i berg, vilka huvudsakligen är placerade i anslutning till Västlänken. Mätningar visar på grundvattennivåer mellan +15 och +21. För detaljer hänvisas till kapitel 8 i [4].

Hydrauliska undersökningar i kärnborrhål i berg indikerar hydraulisk konduktivitet mellan 2×10^{-9} och 1×10^{-7} m/s i borrhålsskala.

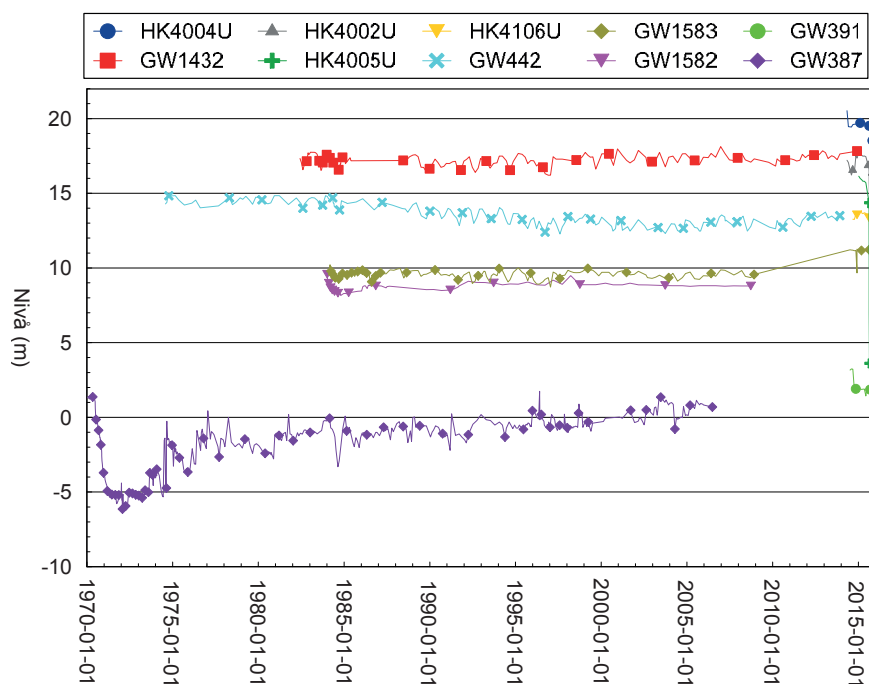
Utförda tektoniska tolkningar, huvudsakligen baserat på information från befintliga berganläggningar, indikerar förekomst av svaghetszoner vid Station Haga [4]. Dessutom visar tillgänglig information på förekomst av flera västligt stupande överskjutningszoner i området väster om Västlänken. Norr om Skansberget finns en väst-östligt orienterad zon. Konduktiva zoner i berg påverkar flödet i detalj särskilt där dessa påverkas av dränage till befintliga berganläggningar i områdets centrala del.

Magasinets känslighet och riskobjekt

Grundvattenmagasinet bedöms känsligt för grundvattenpåverkan. Befintliga berganläggningar påverkar magasinets grundvattennivåer, vilket är särskilt påtagligt vid Skansberget. I området finns ett flertal anläggningar för skyddsinfiltration. Utförda inventeringar och analyser visar att det inom området finns riskobjekt vilka är grundvattenberoende och känsliga för grundvattennivåförändringar:

- Byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning, främst trägrundläggning och grundläggning på lera.
- Grundvattenberoende fornlämningar och kulturlämningar i områdets norra del, främst trägrundläggning för numera i stort sett rivna befästningsverk samt organiska material i mark.
- Naturvärden som huvudsakligen förekommer lokalt inom parker och alléer.

För detaljer om områdets riskobjekt hänvisas till kapitel 8.



FIGUR 5.21 Uppmätta grundvattennivåer i undre magasin i jord inom magasin 2:2b. Observationspunkternas lägen redovisas i figur 5.19

5.8.2 Grundvattenmagasin 2:2b Olivedal - Annedal

Undre grundvattenmagasin i jord utgör ett relativt enhetligt friktionsjordlager i delområdets södra del. Magasinet utbredning bestäms av olika typer av hydrauliska gränser, exempelvis höga bergnivåer i väster och öster samt smala jordfyllda dalsänkor i norr (mot magasin 2:2a) och i söder (mot magasin 2:3a).

Jorddjupen är väl kända i området förutom i sydväst där antalet observationspunkter är något begränsat. Större jorddjup förekommer i anslutning till bergsänkor i området, där exempelvis nivån -30 konstaterats vid Olivedal och nivån -10 vid Annedal. I geologisk sektion H2_3 (figur 5.17) visas bergnivåer och jordlagrens principiella uppbyggnad för områdets centrala del (sektionens läge visas i figur 5.13).

Jordlagren karakteriseras av ett övre lager friktionsjord/fyllning, under vilket förekommer lera och underst friktionsjord på berg. Den konduktiva friktionsjorden närmast berg har några få meters mäktighet. Utvärderad kolvprovtagning i området visar att leran är sätttningsbenägen vid grundvattensänkning (se kapitel 3.4 och [7]).

Över i stort sett hela området, förutom i de högre bergpartierna, har under olika perioder utfyllnader gjorts i syfte att skapa byggbar mark.

Exempel är längs Linnégatan i samband med kulvertering av Djupedalsbäcken.

Tolkade grundvattennivåer illustreras för undre grundvattenmagasin i figur 5.18 och för övre grundvattenmagasin i figur 5.19. Tolkade nivåer ska ses som översiktliga.

Grundvatten i jord

I friktionsjorden närmast bergytan förekommer i större delen av området ett undre slutet grundvattenmagasin. Grundvattnets flödesriktning i detta undre magasin är i huvudsak nordlig, från högre liggande områden i söder till lägre liggande områden vid gräns mot magasin 2:2a.

I grundvattenmagasinet 2:2b ligger grundvattennivån i det undre magasinet mellan +4 och drygt +20, figur 5.18. Påtagligt låga nivåer förekommer vid Skansberget - Olivedal och vid Annedal, vilket tolkas som påverkan från olika typer av dränerande anläggningar.

Typiska grundvattennivåer visas i figur 5.21. I områdets centrala delar har nivåerna varit stabila sedan 1980-talet. I rör GW387 kan man notera en långsamt stigande nivå efter en störning under 1970-talet.

Vid tolkning av grundvattennivåer i övre grundvattenmagasin redovisas endast områden där det förekommer ett stort antal observations-

punkter, figur 5.19. I dagsläget finns förhållandevis få uppgifter om nivåer i övre grundvattenmagasin.

Baserat på en provpumpning i Annedal (cirka 25 l/min i pumpbrunn HK4001B) har den vatten-genomsläppligheten förmågan i undre friktions-jordlager (inklusive ytligt berg) beräknats till cirka $3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. Vid provpumpningen erhöles påverkan på 200-300 meters avstånd från pumpbrunnen.

Grundvatten i berg

Bergnivåmodellen (figur 5.14) visar låga bergnivåer i magasinets centrala del och höga bergnivåer i väster och öster. Områdets svaghetszoner sammanfaller med stråk med låga bergnivåer. Zoner har främst lokaliserats genom kartering i befintliga berganläggningar. Området är hydrauliskt påverkat av dränerande anläggningar vilket resulterat i avsänkta grundvattennivåer.

Utförda tektoniska tolkningar av svaghetszoner indikerar flera västligt stupande samt brantstående svaghetszoner i riktning nordväst-nordnordväst [4]. Konduktiva zoner i berg påverkar flödet i detalj särskilt där dessa påverkas av dränage till befintliga berganläggningar i områdets centrala del.

I området finns endast ett fåtal borrhål/brunnar som möjliggör nivåobservationer i berg, vilka huvudsakligen är placerade i områdets östligaste del, i anslutning till planerad servicetunnel Haga. Mätningar visar på grundvattennivåer mellan +30 och +40 söder om Konstepidemin och cirka +20 i bergpartiet öster om Annedal.

Magasinets känslighet och riskobjekt

Grundvattenmagasinet bedöms delvis känsligt för grundvattenpåverkan. Befintliga berganläggningar påverkar magasinets grundvattennivåer och ingen betydande skyddsinfiltration pågår i området. Utförda inventeringar och analyser visar att det inom området finns riskobjekt vilka är grundvattenberoende och känsliga för grundvattennivåförändringar. Grundvattenberoende riskobjekt i området är:

- Byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning, främst trägrundläggning och grundläggning på lera.
- Naturvärden som huvudsakligen förekommer lokalt inom parker och alléer i områdets östra del.

För detaljer om områdets riskobjekt hänvisas till kapitel 8.

5.9 Delområde 2.3 Sahlgrenska - Linné

Delområde 2.3 Sahlgrenska - Linné går i en sydlig båge från höjdområdet Guldheden via Sahlgrenska för att därefter vrida västerut via Änggården och därefter norrut mot Linnéplatsen. Området ligger huvudsakligen inom stadsdelarna Guldheden och Änggården. Området avgränsas av Slottsskogen och Guldheden som utgör markanta bergpartier i väster respektive i öster. Inom delområdet finns distinkta höjdparterier som exempelvis bergpartier vid Naturhistoriska muséet och Medicinareberget som bland annat inrymmer medicinsk och naturvetenskaplig forskning (GU).

Genom delområdet sträcker sig ett flertal större trafikleder och gator, bland andra Dag Hammarskjöldsleden, Per Dubbsgatan - Guldhedsgatan med anslutning till Chalmers tekniska högskola och Ehrenströmsgatan med anslutning till Tolltorpsdalen. Ett flertal spårvagnslinjer finns i området. Bebyggelsen domineras av flerfamiljshus samt byggnader med sjukhus- och undervisningsverksamhet.

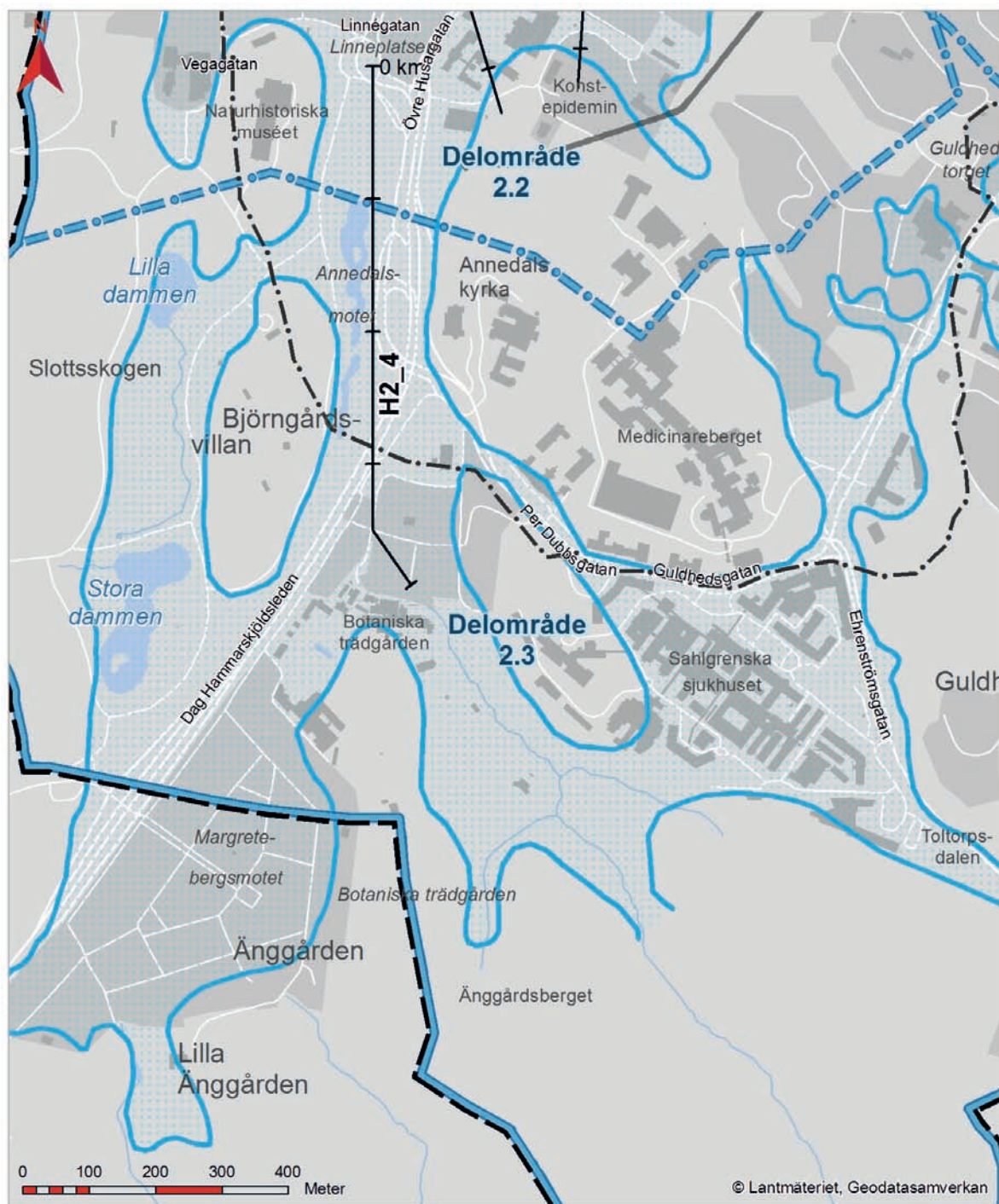
Området kan hydrogeologiskt delas in i en östlig och en västlig del. Den östliga delen ligger förhållandevis topografiskt högt varifrån avrinningen följer dalsänkan söderut längs Guldhedsgatan, ner mot lägre liggande område vid Sahlgrenska sjukhuset och vidare söderut till en djup jordfylld sänka i norra delen av Botaniska trädgården.

Den västliga delen utgör en större jordfylld sänka längs Dag Hammarskjöldsleden samt angränsande naturområden tillhörande Botaniska trädgården, trädgårdsstaden Änggården och Änggårdsbergen (naturreservat). Den större jordfyllda sänkan ansluter i norr till magasin 2:2b vid Linnéplatsen. Från söder sker stora tillflöden av yt- och grundvatten från Slottsskogen och Änggårdsbergens naturreservat.

Hela området kan indelas i två grundvattenmagasin:

- Magasin 2:3a Änggården - Botaniska trädgården (västlig del)
- Magasin 2:3b Guldheden (östlig del)

Gränsen mellan det östliga och det västliga magasinet utgör ett avsnitt med brant bergtopografi



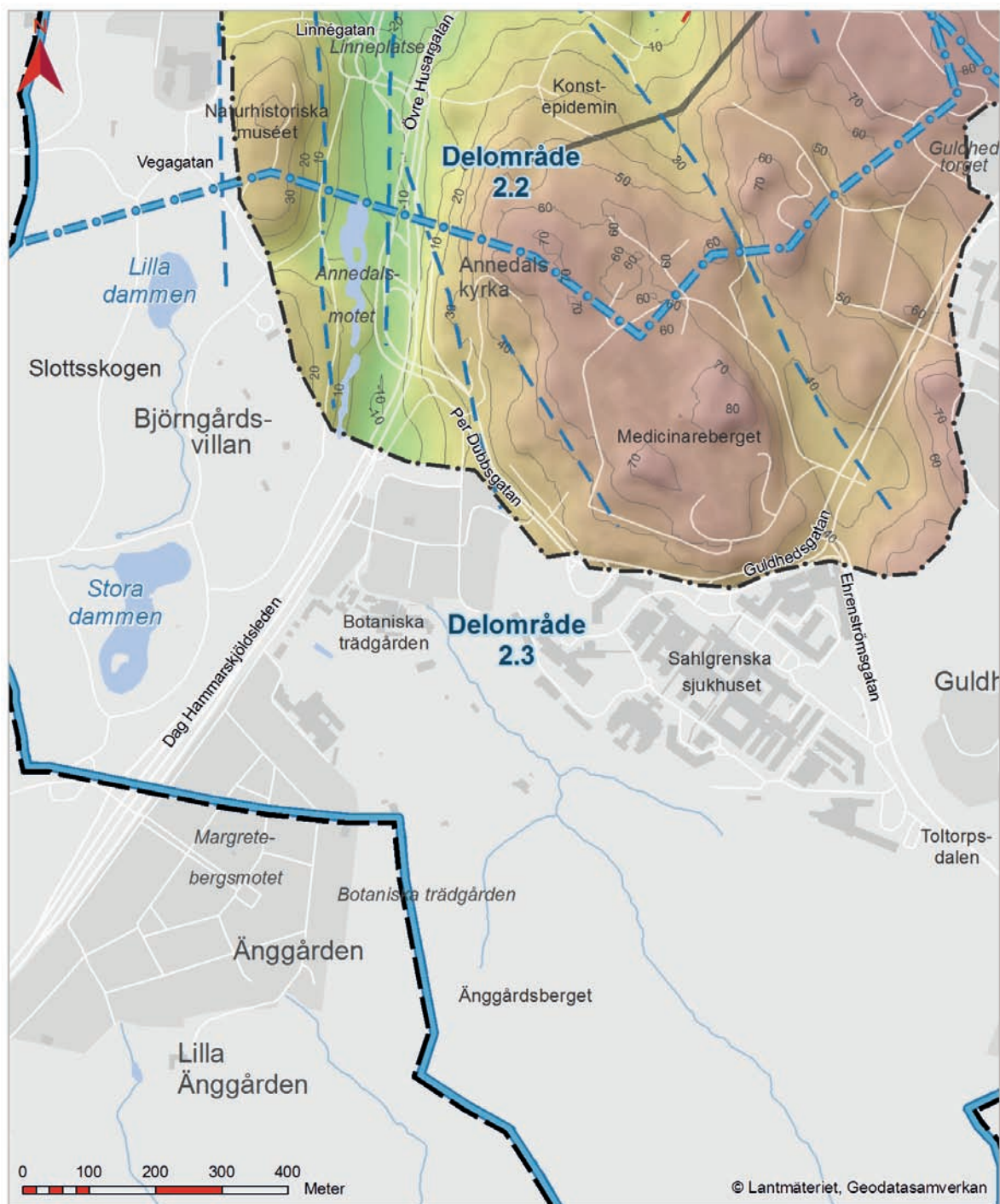
FIGUR 5.22 Hydrogeologisk översiktskarta över delområde 2.3 Sahlgrenska - Linné. Linjen H2_4 är en geologisk sektion i området. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

sydväst om Medicinareberget. En geologisk sektion H2_4 visar bergnivåer och jordlagrens uppbyggnad i det västliga magasinet. Sektionens läge visas i figur 5.22 och sektionen i figur 5.24.

Tolkade bergnivåer och tolkade zoner i berg inom inre utredningsområde redovisas i figur

5.23. Höga bergnivåer på mellan +40 och +80 förekommer inom höjdområden, medan de lägsta nivåerna förekommer i områdets dalsänkor.

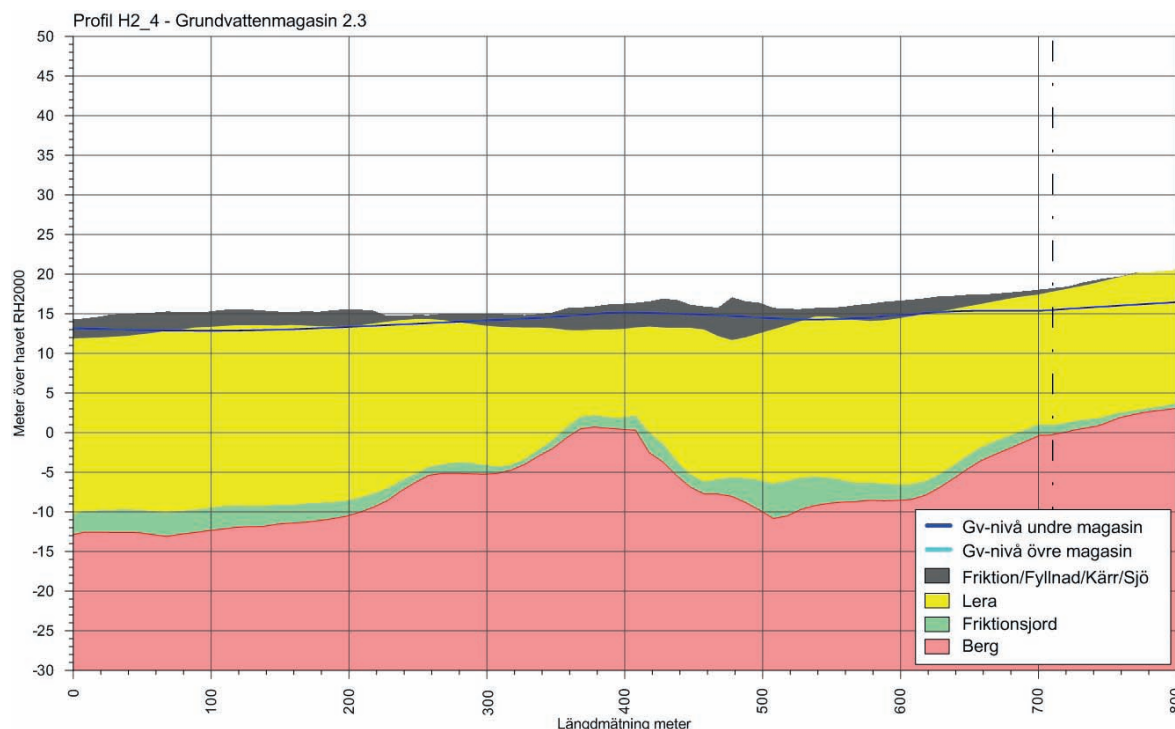
Delområdet ligger på relativt stort avstånd från Västlänken varför redogörelse över mark- och grundvattenförhållanden är översiktlig. Det



FIGUR 5.23 Bergnivåmodell över delområde 2.3 Sahlgränska – Linné inom inre utredningsområde. I områdets sydöstra del finns få borrhöjningar vilket medför osäkerheter när det gäller modellerad bergnivå. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

kan dock förutsättas att svaghetszoner förekommer längs områdets dalsänkor och att det i de jordfyllda sänkorna förekommer lera och friktionsjord samt lokalt fyllningslager vid markytan. Den svaghetszon som sträcker sig i nordvästlig riktning öster om Medicinareberget kan karakte-

riseras som en breccia. Denna zon antas korrelerad med en zon öster om Järntorget som vid byggande av Götatunneln konstaterades vara hydraulisk lågkonduktiv men spröd och lättfragmenterad vid bearbetning.



FIGUR 5.24 Geologisk sektion H2_4, delområde 2.3. Sahlgrenska – Linné. Punkt-streckad vertikal linje markerar brytningspunkt i sektionen. För sektionens läge, se figur 5.22. Sektionen visar bergtopografi och jordlager längs sänkan söder om Linnéplatsen.

5.9.1 Grundvattenmagasin 2:3a Änggården – Botaniska trädgården

Undre grundvattenmagasin i jord utgör en jordfylld dalgång längs Dag Hammarskjöldsleden söder om Linnéplatsen samt en parallellt liggande dalgång i östra delen av Slottsskogen. I sydöst gränsar magasinet mot jordfyllda sänkor inom Änggården och Botaniska trädgården, figur 5.22. Området ligger på relativt stort avstånd från Västlänken och beskrivs översiktligt.

Grundvattenmagasinet avgränsas i huvudsak av topografiskt betingade vattendelare och berg i dagen eller tunna jordlager på berg. Tolkade grundvattennivåer i undre magasin i jord illustreras i figur 5.25. Tolkade nivåer ska ses som översiktliga.

Grundvattennivån i undre magasin vid Sahlgrenska sjukhuset ligger omkring +30 och faller av mot väster för att ligga omkring +19 vid Dag Hammarskjöldsleden och vid cirka +14 vid Linnéplatsen. Betydande tillflöde av grundvatten sker från Änggårdssänkan i söder och av vatten från höjdpartierna inom Änggårdsbergen/Botaniska trädgården. Tidigare rann en bäck (Djupe-dalsbäcken) förbi nuvarande Linnéplatsen längs Linnégatan för att mynna i Göta älv vid Järntorget. I slutet av 1870-talet kulverterades bäcken.

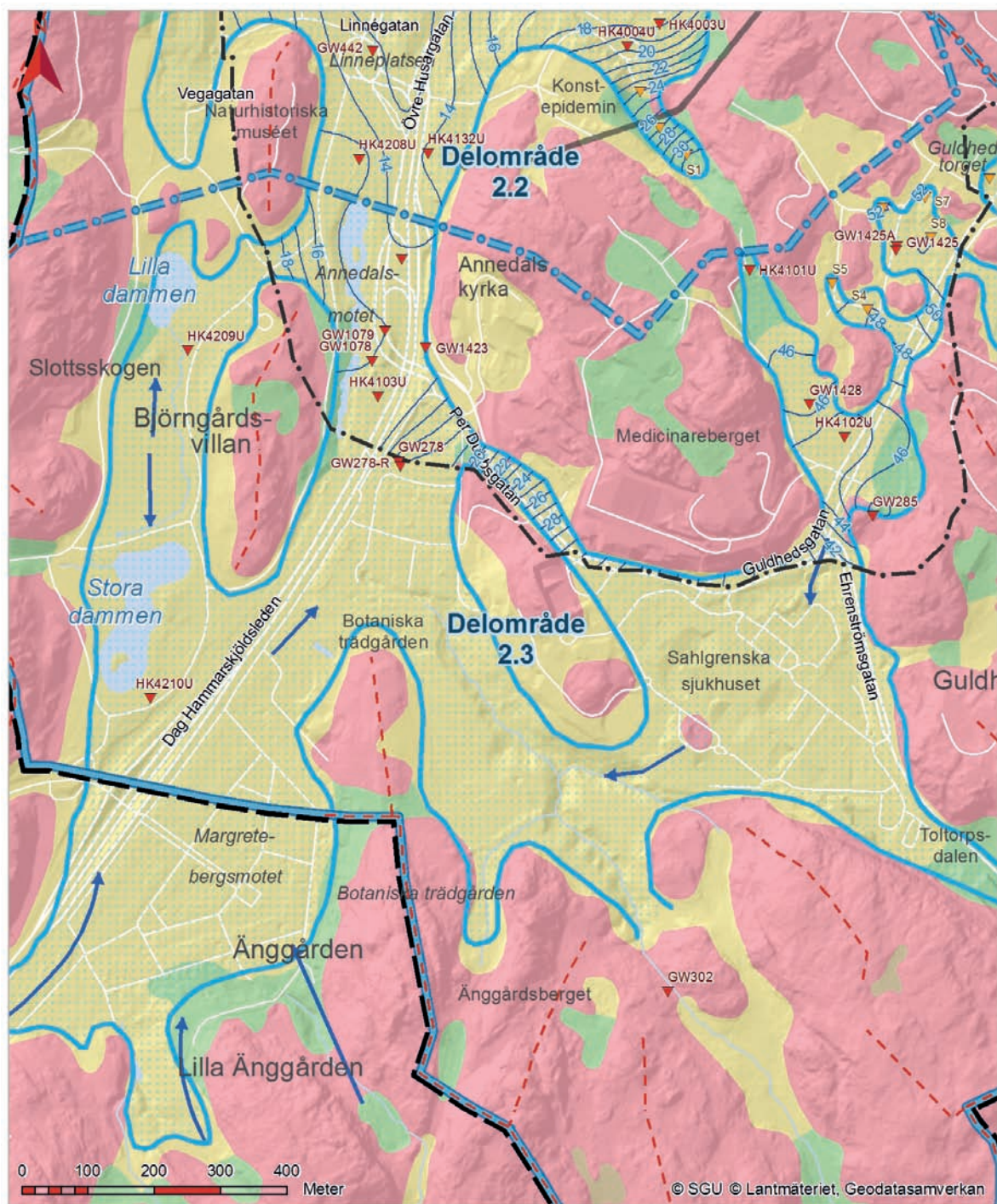
Data från övre magasin i jord finns endast för en punkt i anslutning till servicetunnelns bergpåslag där nivån är cirka +14.

5.9.2 Grundvattenmagasin 2:3b Guldheden

Undre grundvattenmagasin i jord utgör små jordfyllda dalgångar på norra Guldhedsberget samt angränsande större jordfylld sänka vid Sahlgrenska sjukhuset. Området ligger på stort avstånd från Västlänken och beskrivs översiktligt. Magasinsavsnitt på Guldhedsberget avgränsas av topografiskt betingade vattendelare samt av berg i dagen eller tunna jordlager på berg, figur 5.22.

Tolkade grundvattennivåer illustreras för undre grundvattenmagasin i figur 5.25. Tolkade nivåer ska ses som översiktliga. Grundvattennivån i magasinets övre del ligger omkring +50 och faller av mot sydväst för att ligga mellan +35 och +40 vid Sahlgrenska sjukhuset. Betydande tillflöde av grundvatten sker från angränsande höjdpartier.

Längs norra delen av magasinet vid Sahlgrenska sjukhuset sker ett mindre utflöde av grundvatten i sänkan, följande Per Dubbsgatan mot nordväst till grundvattenmagasin 2:3a. Huvuddelen av grundvattnet avrinner söderut mot norra delen av Botaniska trädgården.



FIGUR 5.25 Grundvattenmagasin i jord, undre magasin. Tolkade grundvattennivåer och dominerande flödesriktning samt vattendelare och observationspunkter. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

5.10 Delområde 2.4 Vasastaden

Delområde 2.4 Vasastaden gränsar i söder till Landala och avgränsas i norr av Vallgraven, figur 5.26. I väster går gränsen längs vattendelare vid Hagakyrkan och vidare söderut över Landala. I öster avgränsas delområdet mot huvudområden Nord och Öst. Delområde 2.4 Vasastaden omfattar

i princip västra delen av stadsdelen Vasastaden.

Området kan hydrogeologiskt indelas i en nordlig del med flack marktopografi och mäktiga jorddjup samt en sydlig del med markanta bergryggar och mellanliggande jordfyllda dalgångar med nordnordvästlig orientering. Gränsen mellan dessa två delar ligger ungefär längs Vasagatan.



FIGUR 5.26 Hydrogeologisk översiktskarta över delområde 2.4 Vasastaden. Linjerna H2_5-6 är geologiska sektioner i området. För kartlegdning hänvisas till figur 3.13.

Partier med höga bergnivåer finns exempelvis vid Hagakyrkan, norr om Schillerska gymnasiet och vid Vasaplatsen/Vasaparken. Längre söderut höjer sig bergnivån med två jordfyllda bergsänkor längs Karl Gustavsgatan och Aschebergsgatan.

Genom delområdet sträcker sig ett flertal större trafikleder och gator, bland andra Nya

Allén och Aschebergsgatan. Flera spårvagnslinjer finns i området. Bebyggelsen domineras av flerfamiljshus samt byggnader med undervisningsverksamhet.

Naturområden inom delområdet finns exempelvis längs Nya Allén, vid Hagaparken och Vasaparken.



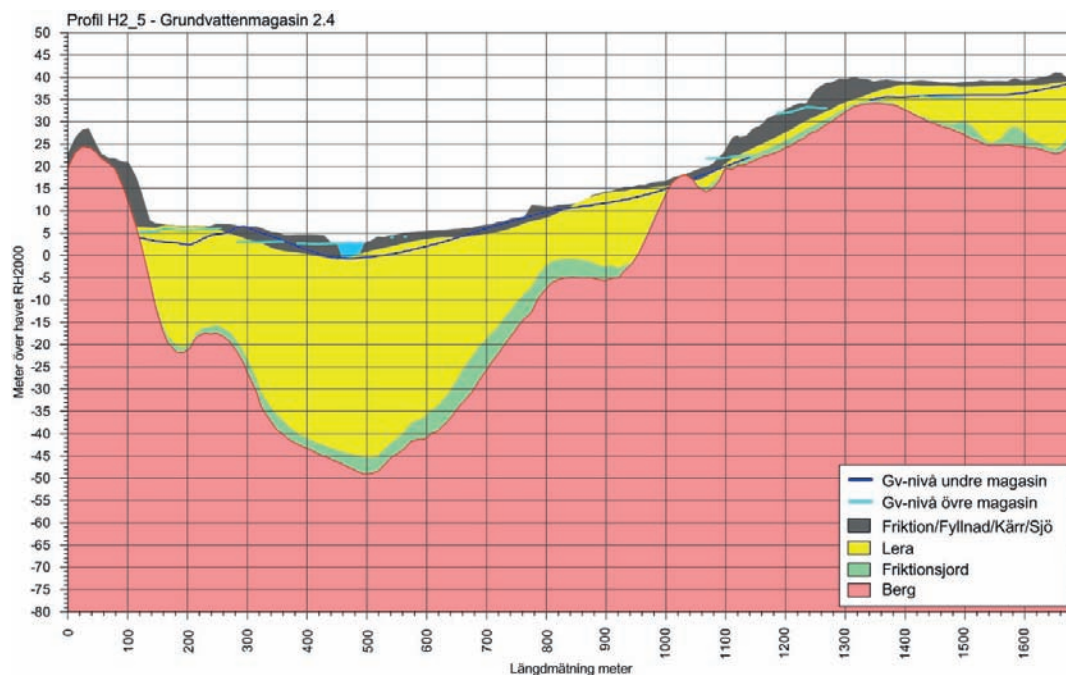
FIGUR 5.27 Bergnivåmodell över delområde 2.4 Vasastaden. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

Hela området bildar ett grundvattenmagasin:

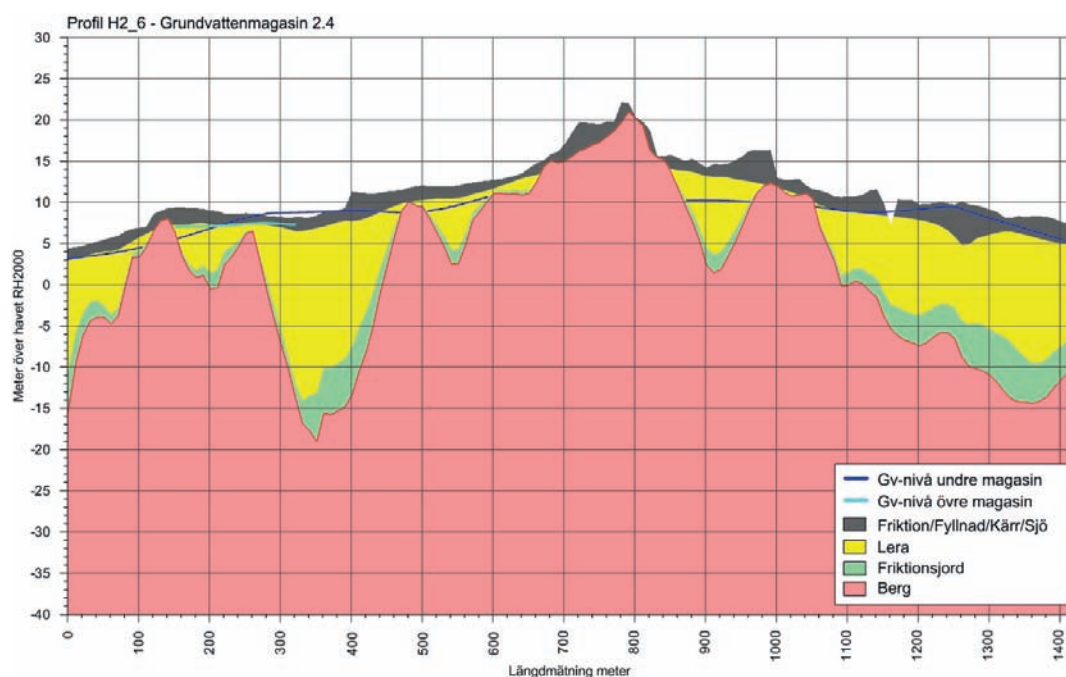
- Magasin 2:4a Vasastaden

Tolkade bergnivåer och tolkade zoner i berg redovisas i figur 5.27. Höga bergnivåer på upp emot +40 förekommer inom höjdområdena i söder,

medan de lägsta nivåerna -50 förekommer i norr vid Vallgraven. Bergytans nivå varierar således stort inom området, cirka 90 meter. Berggrundens topografi och marklagrens mäktighet åskådliggörs i två geologiska sektioner; sektionernas lägen framgår av figur 5.26 och visas i figur 5.28 - 5.29.



FIGUR 5.28 Geologisk sektion H2_5, delområde 2.4 Vasastaden. För sektionens läge, se figur 5.26. Sänkan vid 400-600 meter utgör lerfylld sänka vid Vallgraven – Nya Allén och sänkan vid 1500-1600 meter område vid Landala torg.

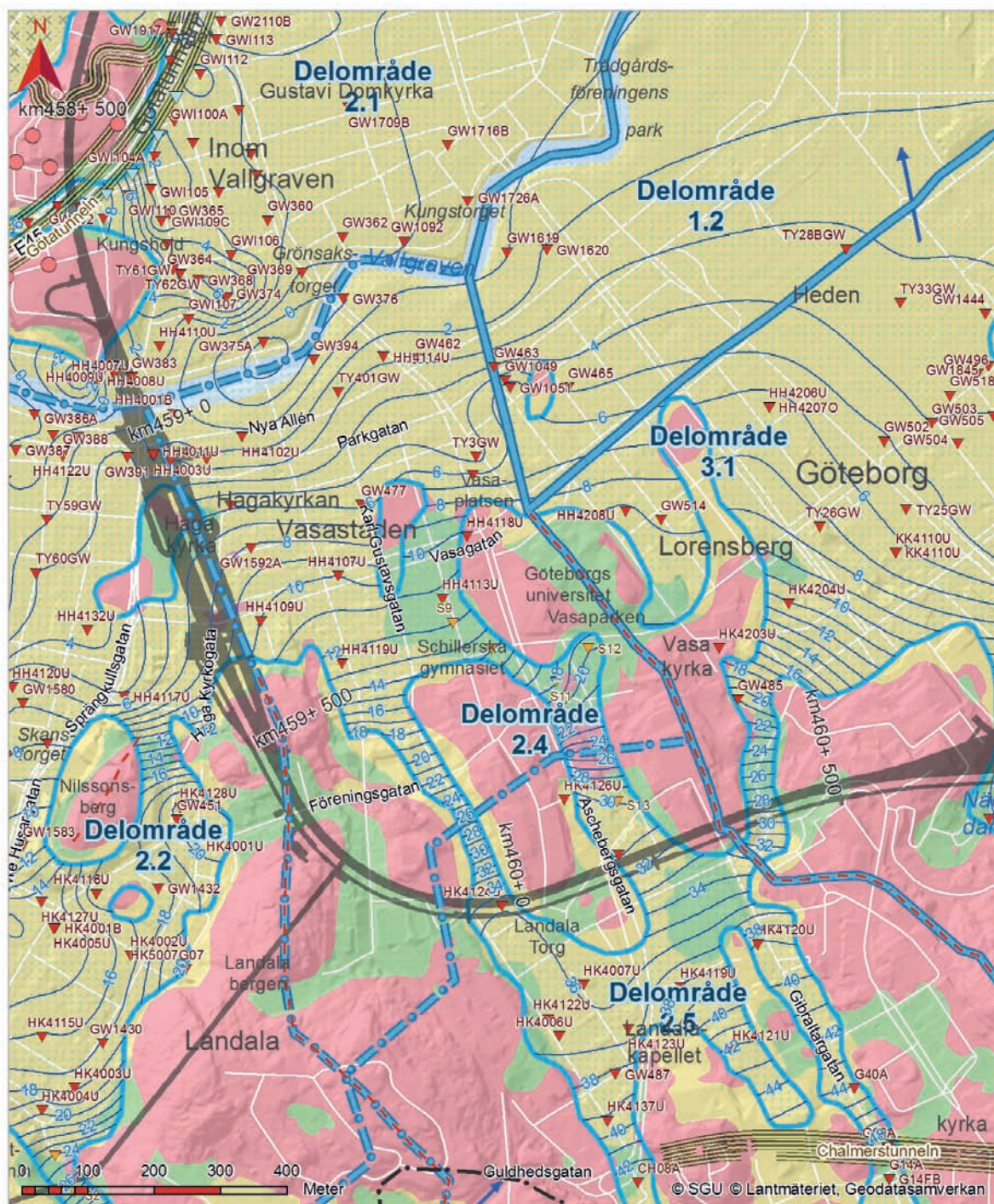


FIGUR 5.29 Geologisk sektion H2_6, delområde 2.4 Vasastaden. För sektionens läge, se figur 5.26. Sänkan vid 300-400 meter utgör lerfylld sänka öster om Hagakyrkan och höjdpunkt vid 800 meter bergparti vid Göteborgs universitet - Vasaparken.

Kunskap om förekommande svaghetszoner i berg är relativt god inom delområdet. I områdets centrala del finns ett flertal berganläggningar där undersökningar och byggnationer bidragit till betydande kunskap om bergets uppbyggnad och förekommande zoner.

5.10.1 Grundvattenmagasin 2:4a Vasastaden

Undre grundvattenmagasin i jord utgör ett enhetligt friktionsjordlager med en utbredning som bestäms av olika typer av hydrauliska gränser, exempelvis en gravitationsvattendelare i väster (vid gräns mot magasin 2:2a) och ytliga bergni-



FIGUR 5.30 Grundvattenmagasin i jord, undre magasin. Tolkade grundvattennivåer och dominerande flödesriktning samt vattendelare och observationspunkter. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

vår i söder, figur 5.30. Över den södra gränsen tillströmmar grundvatten från delområde 2.5 via två smala jordfyllda sänkor. Vid magasinets norra gräns utgör Vallgraven hydraulisk gräns för övre magasin i jord, medan det undre magasinet inte har någon entydig hydraulisk gräns mot magasin 2:1b.

Jorddjupen är väl kända i området förutom i

dess nordöstligaste del där antalet sonderingsborrningar är få. I norr har djup på omkring 60 meter noterats, för att i södra delen av området vara relativt små. I geologisk sektion H2.5 (figur 5.28) visas översiktligt jorddjupen vid Vallgraven samt mindre djup i söder i samband med att bergytan höjer sig.



FIGUR 5.31 Grundvattenmagasin i jord, övre magasin. Tolkade grundvattennivåer och dominerande flödesriktning samt vattendelare och observationspunkter. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

I geologisk sektion H2_6 (figur 5.29) visas en väst-östlig sektion från Hagakyrkan via Universitetet och vidare mot Lorensberg. Den höga bergsnivån vid cirka 800 meter representerar delområdets östra gräns och är tillika gräns mot huvudområde Öst.

Jordarna karakteriseras av ett övre lager med

fyllningsjord, under vilket förekommer lera och underst friktionsjord på berg. Det konduktiva friktionsjordlagret på berg, som utgör det undre grundvattenmagasinet, har ungefär 1-5 meters mäktighet. Utvärderad kolvprovtagning i området visar att leran är sättningsbenägen vid grundvattensänkning (se kapitel 3.4 och [7]). Geologisk

profil längs Västlänkens visas i figur 5.5.

Tolkade grundvattennivåer illustreras för undre grundvattenmagasin i figur 5.30 och för övre grundvattenmagasin i figur 5.31. Tolkade nivåer ska ses som översiktliga.

Grundvatten i jord

I magasinets södra del sker tillflöde av grundvatten från angränsande magasin 2:5a samt utflöde av grundvatten till magasin 2:1b i norr. Grundvattenflödet i undre magasin sker huvudsakligen i två dalgångar norrut mot den del av magasinet som ansluter till Vallgraven. I dalgångarna i söder är grundvattengradienten brant och styrd av bergöverytan. I magasinets södra del ligger nivån på omkring +20, vid Nya Allén cirka +4 och vid Vallgraven cirka +1. Lokalt söder om Grönsakstorget är nivån i undre magasin påverkad av dränering och ligger lokalt omkring -1.

Undersökningar i samband med Västlänken visar att det undre friktionsjordlagret längs tunneln i huvudsak utgörs av 1-2 meter sandig morän med inslag av silt. Vid en provpumpning strax väster om Landala torg (i hammarborrhål HK4001H och HK4215H) noterades vid ett pumpflöde på sammanlagt 25-30 l/min påverkan i undre magasin i jord på 200-300 meter i sydöstlig riktning. Från testet utvärderades friktionsjordens vattengenomsläpplighet till cirka 8×10^{-5} m²/s (se kapitel 3.7.2 och [5]).

Vid tolkning av grundvattennivåer i övre grundvattenmagasin redovisas endast områden där det förekommer ett stort antal observationspunkter, figur 5.31. I västra delen av magasinet vid Hagakyrkan och Station Haga följer grundvattennivåerna i övre magasin marktopografin och ligger mellan +1 och +9. Vid Parkgatan har nivån +5 noterats.

Grundvatten i berg

Bergnivåmodellen (figur 5.27) visar att de bergsänkor som förekommer i områdets södra del (Landala och Lorensberg) fortsätter norrut samtidigt som de totala jorddjupen ökar markant.

I området finns endast ett fåtal borrhål/brunnar i berg som möjliggör nivåobservationer, vilka huvudsakligen är placerade i anslutning till Västlänken. Mätningar visar på grundvattennivåer mellan +30 och +35, vilket är liknande nivåer som i undre magasin i jord.

Utförda tektoniska tolkningar av svaghetszoner, huvudsakligen baserade på information från

befintliga berganläggningar, indikerar flera svaghetszoner parallellt med Västlänken [4]. Dessutom visar tillgänglig information på förekomst av flera västligt stupande överskjutningszoner tvärs Västlänken.

Magasinets känslighet och riskobjekt

Grundvattenmagasinets nordliga del bedöms känsligt för grundvattenpåverkan eftersom det påverkas av befintliga dränerande berganläggningar. I grundvattenmagasinets södra del finns små isolerade magasin där relativt begränsad minskning av flödet kan ge påtagliga nivåförändringar lokalt. Ingen betydande skyddsinfiltration pågår i området. Utförda inventeringar och analyser visar att det inom området finns riskobjekt vilka är grundvattenberoende och känsliga för nivåförändringar. Grundvattenberoende riskobjekt i området är:

- Byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning, främst trägrundläggning och grundläggning på lera.
- Naturvärden som huvudsakligen förekommer lokalt inom parker och alléer.

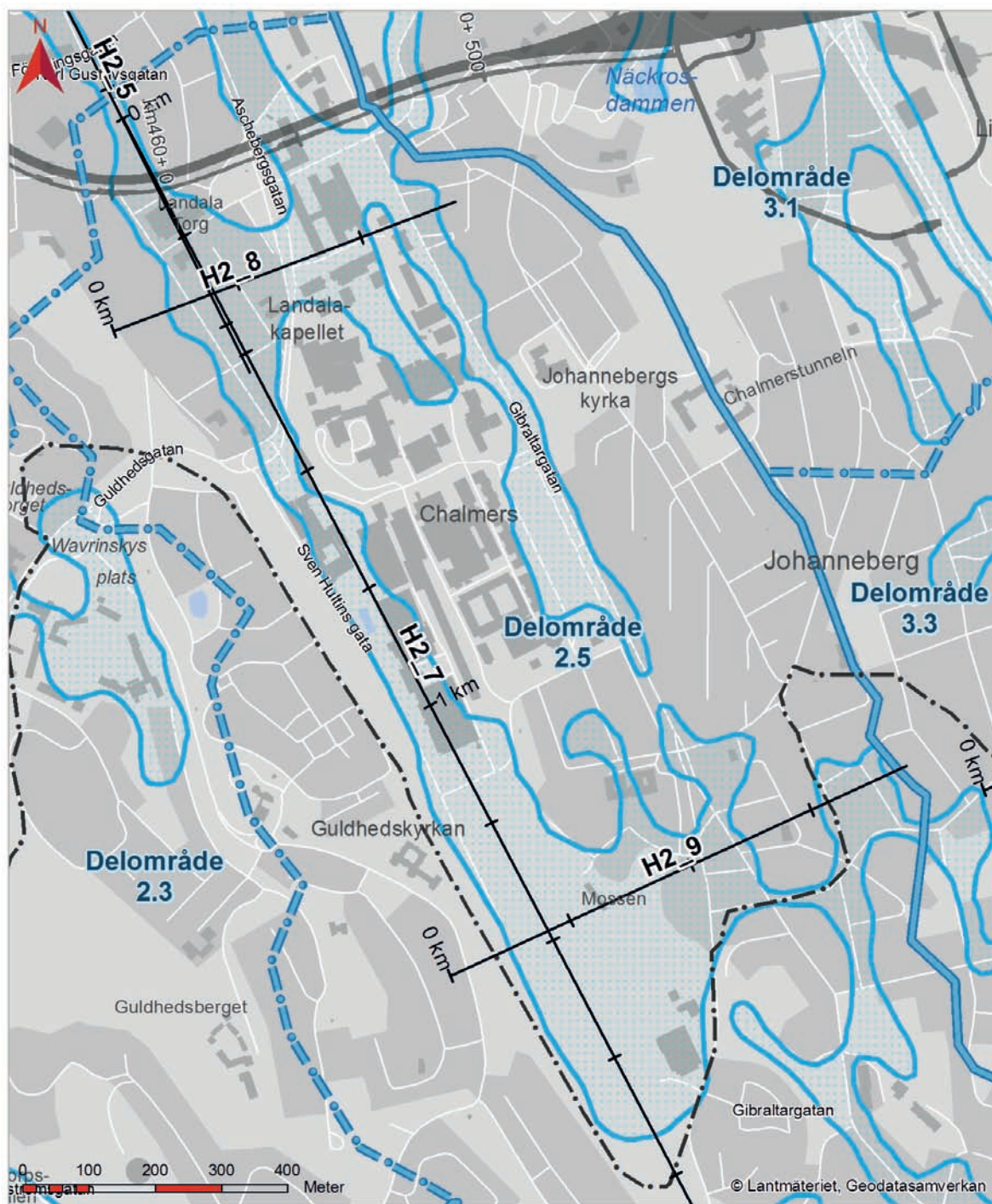
För detaljer om områdets riskobjekt hänvisas till kapitel 8.

5.11 Delområde 2.5 Johanneberg - Landala

Delområde 2.5 Johanneberg - Landala sträcker sig från Johanneberg i söder till Landala i norr, figur 5.32. Chalmers tekniska högskola upptar större delen av området som i väster och öster utgörs av höga bergpartier (Landala respektive Guldheden). I norr gränsar delområdet till delområde 2.4.

Genom delområdet sträcker sig ett flertal gator, bland andra Aschebergsgatan, Sven Hultins gata och Gibraltargatan. Spårväg passerar genom området från Sahlgrenska ner mot centrum, längs Aschebergsgatan och via spårvägstunnel Chalmerstunneln. Bebyggelsen domineras av flerfamiljshus, egnahemsbostäder samt ett flertal byggnader med undervisningsverksamhet.

Området kan förenklat beskrivas som en avgränsad dalsänka i vilken grundvatten avrinner mot angränsande magasin 2:4a i norr. Grundvatten tillrinner från omgivande höjdområden. Delområdet har indelats i två grundvattenmagasin:



FIGUR 5.32 Hydrogeologisk översiktskarta över delområde 2.5 Johanneberg - Landala. Linjerna H2_7-9 är geologiska sektioner i området. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

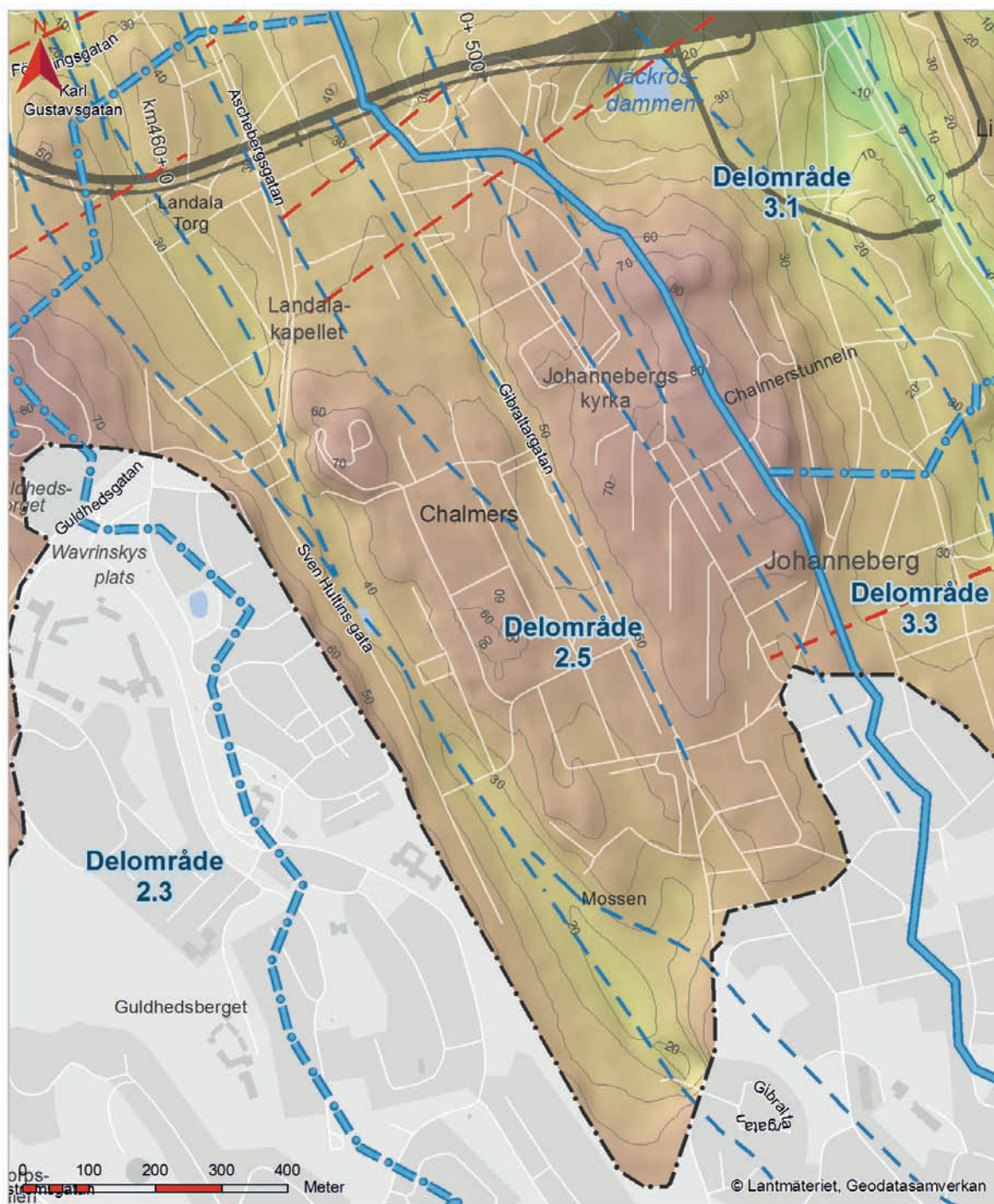
- Magasin 2:5a Landala (nordligt)
- Magasin 2:5b Chalmers – Mossen (sydligt)

Gränsen mellan det norra och södra magasinet utgör ett avsnitt med brant bergtopografi strax norr om Chalmers tekniska högskola. En geolo-

gisk sektion H2_7 (se läge i figur 5.32) illustrerar detta, figur 5.34 (vid längdmätning 600 meter).

Geologiska sektioner H2_8-9 illustrerar bergtopografi och jordlager tvärs delområdet, figur 5.35 till 5.36.

Tolkade bergnivåer och tolkade zoner i berg redo-

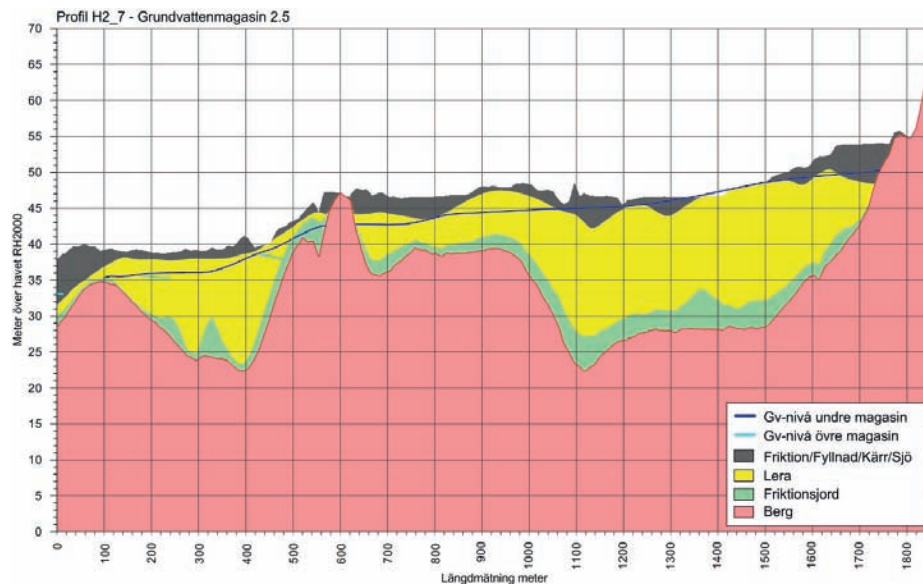


FIGUR 5.33 Bergnivåmodell över delområde 2.5 Johanneberg - Landala inom Inre utredningsområde. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

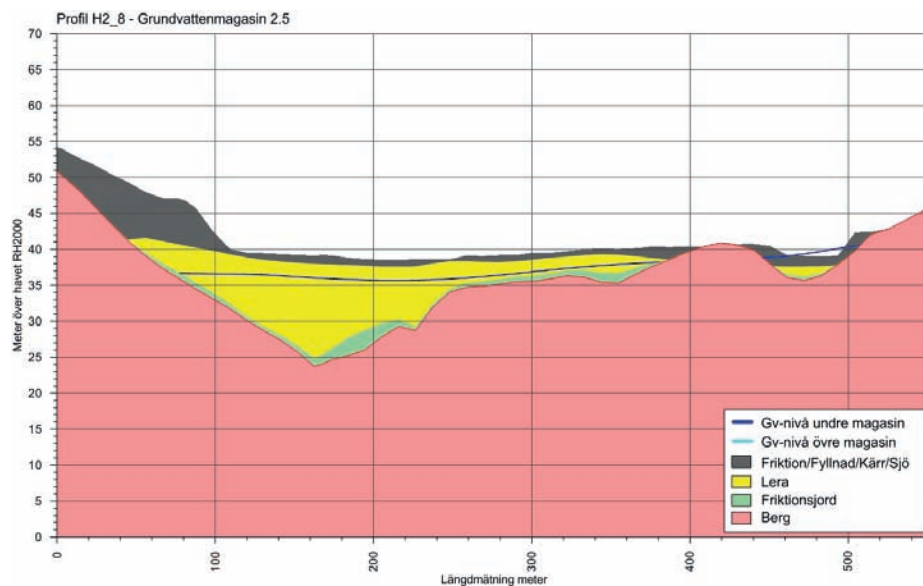
visas i figur 5.33. Höga bergnivåer på upp emot +70 till +80 förekommer inom höjdområden, medan de lägsta nivåerna cirka +25 förekommer inom Landala. Bergytans nivå varierar således med cirka 50 meter inom området.

5.11.1 Grundvattenmagasin 2:5a Landala och 2:5b Chalmers - Mossen

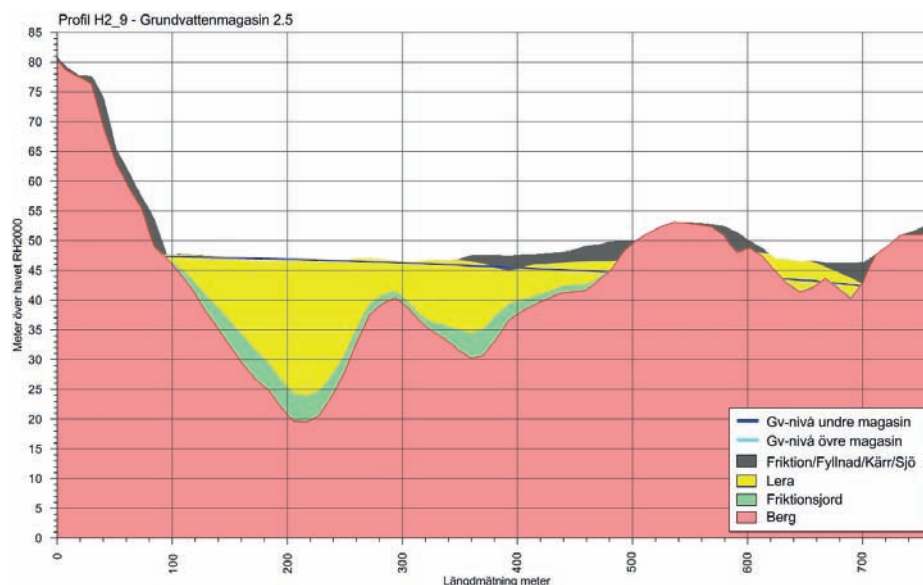
Undre grundvattenmagasin i jord utgör enhetliga friktionsjordlager i delområdets jordfyllda dalsänkor. De två magasinerna kan delas in i en västlig och en östlig gren, där den västliga följer sänkan



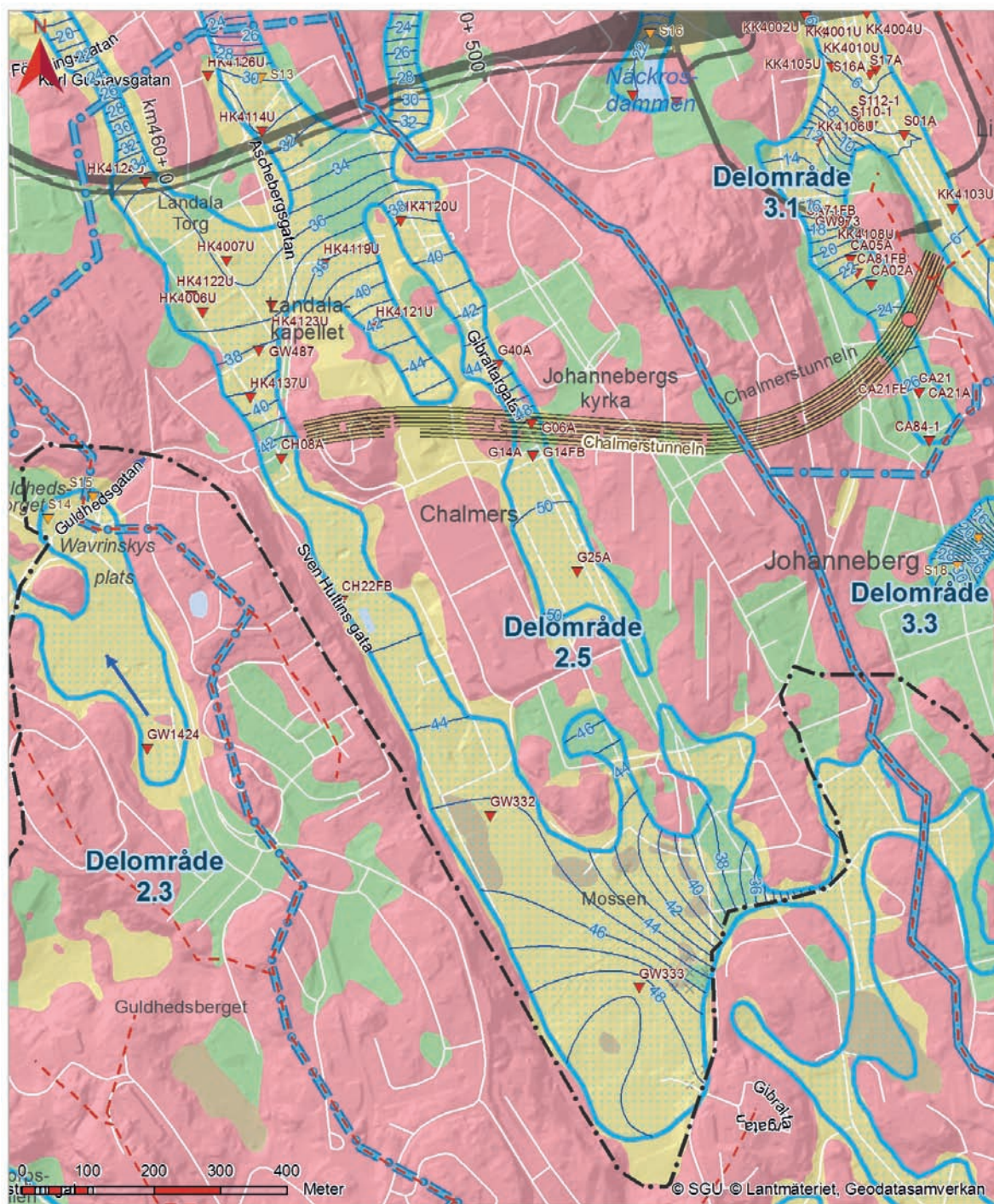
FIGUR 5.34 Geologisk sektion H2_7, delområde 2.5 Johanneberg - Landala. Sänkan vid 100-500 meter utgör lerfylld sänka vid Landala, sänkan vid 650-1700 meter sänka längs Chalmers - Mossen. För sektionens läge, se figur 5.32.



FIGUR 5.35 Geologisk sektion H2_8, delområde 2.5 Johanneberg - Landala, väst-östlig sektion tvärs Landalaområdet. För sektionens läge, se figur 5.32. Sektionen visar bergtopografi och jordlager



FIGUR 5.36 Geologisk sektion H2_9, delområde 2.5 Johanneberg - Landala. För sektionens läge, se figur 5.32. Sektionen visar bergtopografi och jordlager tvärs sänkan vid Mossen. Befintliga lager med organisk jord i Mossen illustreras inte.

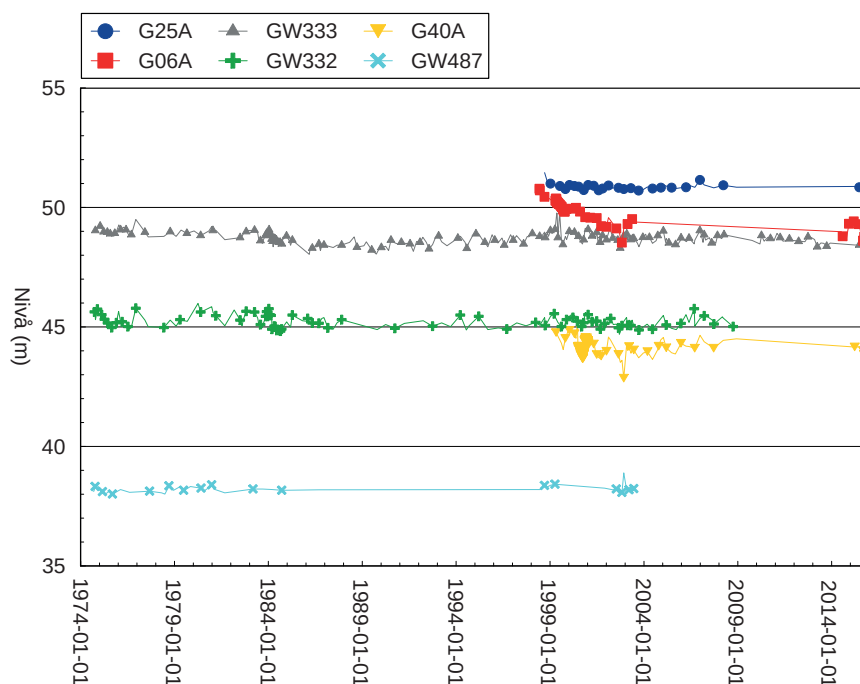


FIGUR 5.37 Grundvattenmagasin i jord, undre magasin. Tolkade grundvattennivåer och dominerande flödesriktning samt vattendelare och observationspunkter. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

längs Sven Hultins gata och vidare väster om Landala torg. Den östliga följande sänkan längs Gibraltargatan ner mot Landala torg (Kapellplatsen) varifrån grundvattnet strömmar dels norrut via en sänka längs Aschebergsgatan, dels mot nordöst via en sänka ner mot Götaplatsen, figur 5.37. Jorddjupen är väl kända i området, där de största

jordmaktigheterna i magasin 2:5a förekommer i anslutning till Landala torg (upp till cirka 15 meter) och i magasin 2:5b vid Mossen (drygt 25 meter).

Av den geologiska sektionen H2_8 (figur 5.35) framgår att det i magasin 2:5a Landala förekommer fyllningsjord över lera, varunder friktions-



FIGUR 5.38 Uppmätta grundvattennivåer i undre magasin i jord inom magasin 2:5a och 2:5b. Observationspunkternas lägen redovisas i figur 5.37.

jord är avsatt på berg. De mäktiga jordlagren på lera längs bergkanten i väster bedöms delvis vara svallmaterial.

Den geologiska sektionen H2_9 (figur 5.36) tvärs Mossen-området söder om Chalmers tekniska högskola visar att jordlagren utgörs av lera på friktionsjord. I sänkan förekommer även mäktiga lager med organisk jord.

De konduktiva friktionsjordlagren på berg, som utgör de undre grundvattenmagasinen, har ungefär 1-5 meters mäktighet. Utvärderad kolvprovtagning i området visar att leran delvis är sätttningsbenägen vid grundvattensänkning. I området har utbildats mycket stora sättningar vilka dock till stor del bedöms bero på belastning från utfyllnader (se kapitel 3.4 och [7]). Geologisk profil längs Västlänkens dragning visas i figur 5.5.

Tolkade grundvattennivåer illustreras för undre grundvattenmagasin i jord i figur 5.37 och för övre grundvattenmagasin i figur 5.39. Tolkade nivåer ska ses som översiktliga.

Grundvatten i jord

Grundvattnets flödesriktning i de undre magasinerna är i huvudsak nordlig, från högre liggande områden i söder till lägre liggande områden i norr vid gräns till magasin 2:4a. I magasinets södra del ligger grundvattennivån på cirka +48 med en

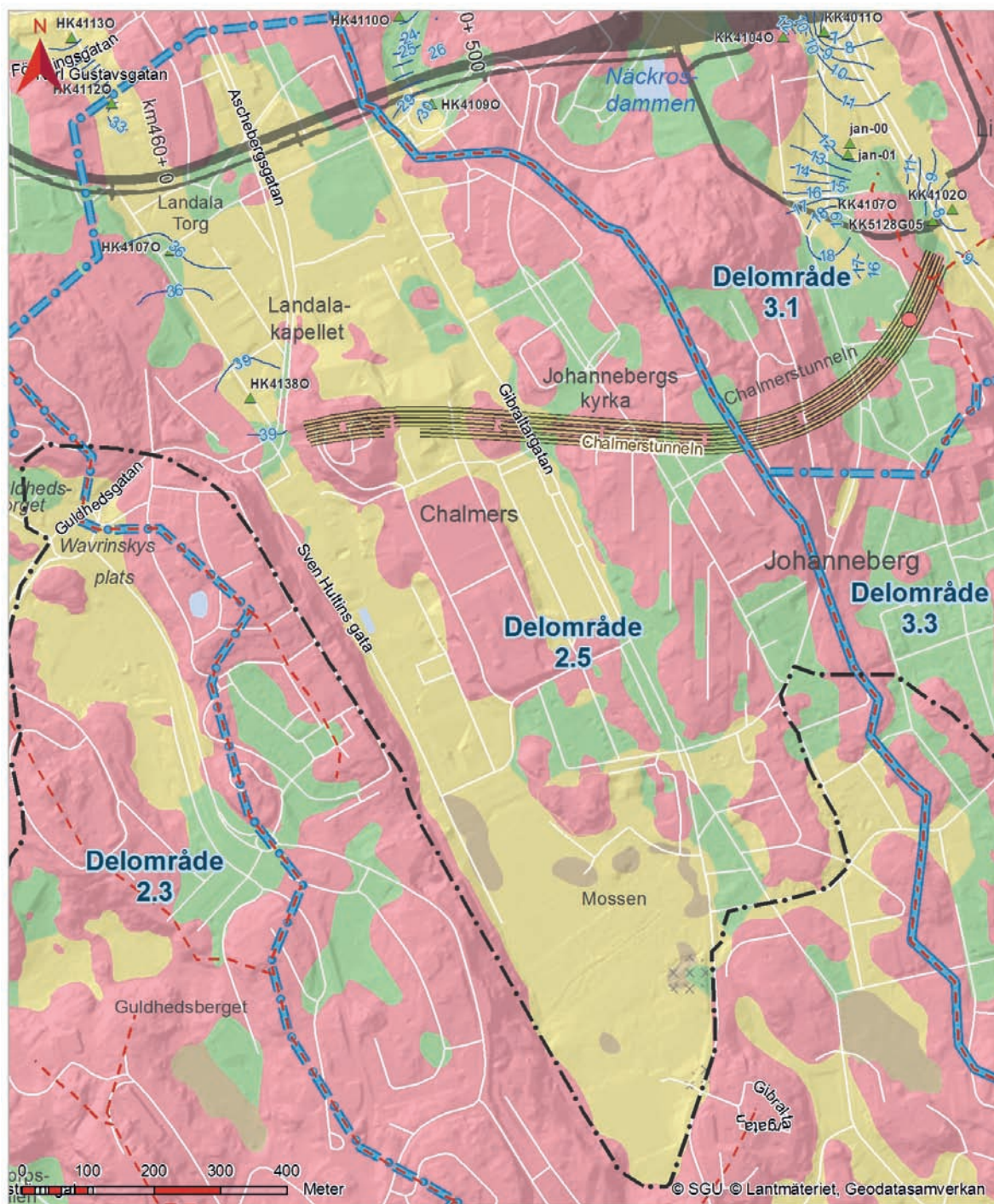
dominerande strömningsriktning mot den jordfyllda sänkan väster om Chalmers tekniska högskola (Sven Hultins gata). I höjd med Chalmers tekniska högskola är grundvattengradienten flack och grundvattennivån ligger på cirka +44. Vid Aschebergsgatan norr om Chalmers finns en dämmande bergtröskel (vid 600 meter i sektion H2_7, figur 5.34) och norr om densamma sjunker grundvattennivån snabbt ner till cirka +36 vid Landala torg. Bergtröskeln utgör gräns mellan grundvattenmagasin 2:5a och 2:5b.

Parallellt med den jordfyllda sänkan väster om Chalmers tekniska högskola finns i öster en smal jordfylld sänka längs Gibraltargatan. I denna magasinens del strömmar grundvattnet norrut, från magasinets södra del där nivån ligger på cirka +50 (G25A) till östra delen av Landalaområdet, där grundvattennivån är cirka +35.

Från centrala delar av magasin 2:5a Landala lämnar grundvattnet området via tre dalgångar; mot Götaplatsen i nordöstlig riktning samt via två jordfyllda dalsänkor mot Vasastaden.

Chalmerstunneln passerar under Gibraltargatan öster om Chalmers tekniska högskola. I samband med byggande av tunneln uppkom lokal påverkan längs Gibraltargatan (punkt G06, se graf i figur 5.38).

Vid tolkning av grundvattennivåer i övre



FIGUR 5.39 Grundvattenmagasin i jord, övre magasin. Endast ett fåtal observationspunkter finns i övre magasin och interpolerade nivåer begränsas till området vid Landala. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

magasin i jord redovisas endast områden där det förekommer ett antal observationspunkter som möjliggör nivåinterpolering. I anslutning till Landala torg ligger grundvattennivån i övre magasin i jord omkring +36.

Grundvatten i berg

Bergnivåmodellen (figur 5.33) visar att de bergsänkor som förekommer i områdets norra del (Landala och Lorensberg) fortsätter söderut in i Chalmersområdet.

I området finns endast ett fåtal borrhål/brunn-

nar i berg som möjliggör nivåobservationer, vilka huvudsakligen är placerade i anslutning till Västlänken [4]. Mätningar visar på grundvattennivåer mellan +30 och +35, vilket är liknande nivåer som i undre magasin i jord.

Utförda tektoniska tolkningar av svaghetszoner, huvudsakligen baserat på information från befintliga berganläggningar, indikerar flera västligt stupande överskjutningszoner [4].

Magasinens känslighet och riskobjekt

Grundvattenmagasinens nordliga delar bedöms känsliga för grundvattenpåverkan, där befintliga berganläggningar fortlöpande påverkar grundvattenförhållandena. Utförda inventeringar och analyser visar att det inom området finns riskobjekt vilka är grundvattenberoende och känsliga för nivåförändringar. Grundvattenberoende riskobjekt i området är:

- Byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning, främst trägrundläggning och grundläggning på lera.
- Naturvärden som huvudsakligen förekommer lokalt inom parker och alléer.

För detaljer om områdets riskobjekt hänvisas till kapitel 8.