

6. Huvudområde Öst

Huvudområde Öst sträcker sig från Almedal i söder till Ullevi i norr och inkluderar Liseberg, Korsvägen, Örgryte och Heden, figur 6.1. I norr gränsar området till huvudområde Nords flacka markområden och i väster till huvudområde Västs höga bergpartier vid Krokslätt och östra Johanneberg. I öster gränsar området till det topografiskt högt liggande Delsjöområdet. Huvudområdets gränser utgör längs långa sträckor entydiga hydrauliska gränser (ytvattendelare).

Som framgår av figur 6.1 kan området delas in i en centralt liggande dalgång (Mölnbalsåns dalgång) med angränsande höjdparter i väster och öster. I norr vidgar sig dalgången och bildar ett större område vilket domineras av flacka marktyper (Heden - Ullevi). Förutom höjdparter vid huvudområdets västra och östra gränser finns en bergrygg från Liseberg och norrut där berg i dagen förekommer lokalt.

Mölnbalsåns dalgång sträcker sig i nordsydlig riktning rakt genom området och har en bredd på 250-500 meter. I dalgången finns mäktiga glacifluviala sedimentlager (sand) vilka överlagras av lera och fyllningsjord. I dalgångarna i området i övrigt förekommer lerlager ovanpå fasta friktionsjordlager bestående av huvudsakligen morän. I områdets norra flacka del samt längs Mölnbalsåns dalgång förekommer mäktiga jordlager som jämnat ut underliggande berggrunds topografi. Genom omfattande utfyllningar har markytan höjts lokalt.

Inom huvudområdet ligger bergnivåerna som lägst längs Mölnbalsåns dalgång (nivåer mellan -50 och -60) och längs Delsjöbäckens sänka mot nordöst (nivåer kring -10). I omgivande områden i

väster och öster ligger bergnivåerna på upp till cirka +70 respektive +40. Bergytan varierar således upp till cirka 130 meter inom huvudområdet.

Området har utgående från avrinningsmönster indelats i tre delområden, figur 6.1. Dessa delområden innehåller totalt sex definierade grundvattenmagasin, där de topografiskt högre liggande magasinerna i öster (Delsjöområdet) tillför grundvatten till främst Mölnbalsåns dalgång.

Större vägstråk är E6, E45, Mölnbalsvägen och Göteborgsvägen. Flera spårvägs- och järnvägslinjer finns i området.

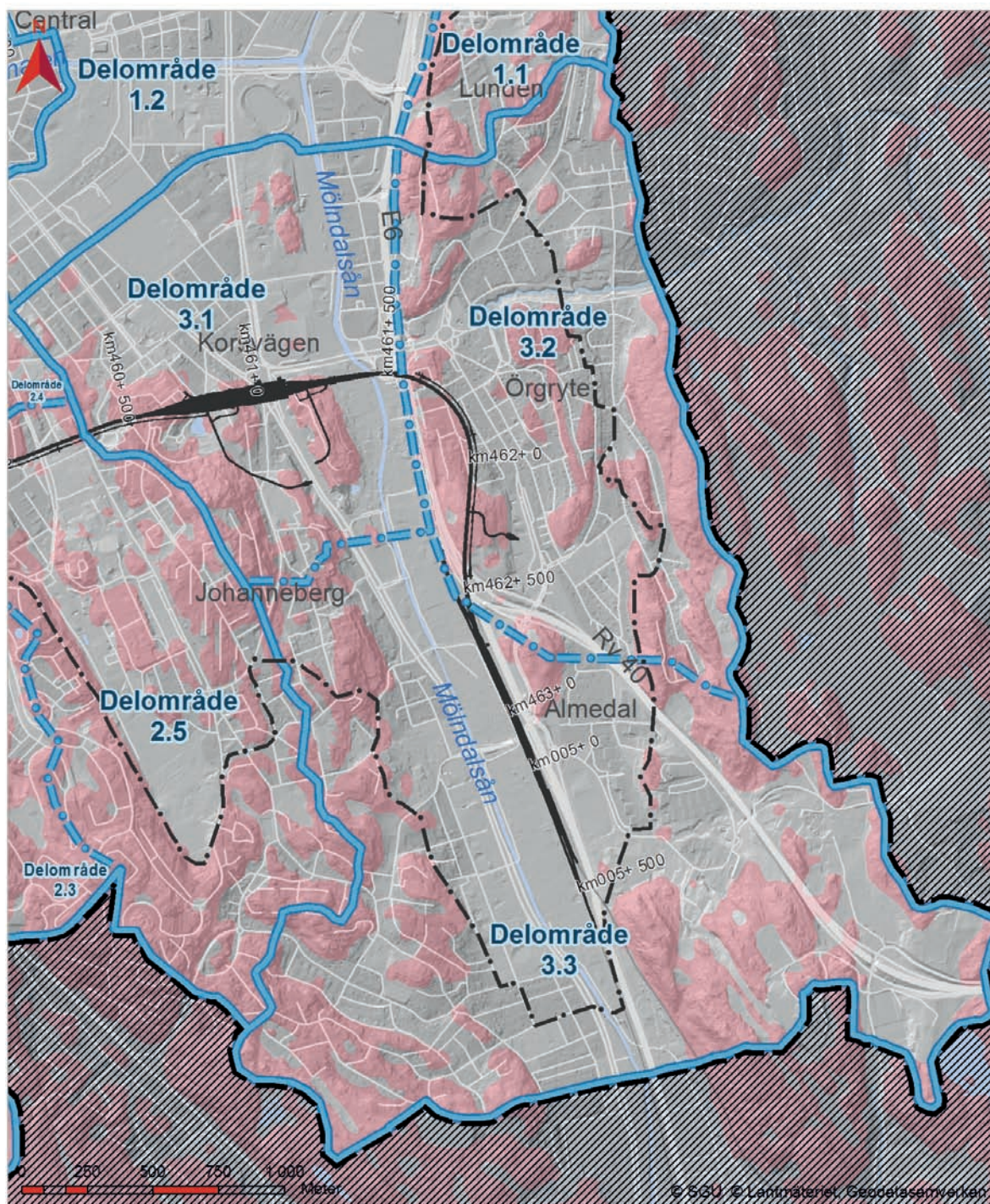
Området är bebyggt med huvudsakligen bostäder samt administrativa och kommersiella byggnader. Längs trafikleder och Mölnbalsåns finns industri- och affärsfastigheter. Enfamiljshus förekommer främst i områdets yttre delar, naturmark främst inom Delsjöområdet.

6.1 Avgränsning

Huvudområdet är utifrån hydrogeologisk grund indelat i tre delområden, se figur 6.1 och tabell 6.1. Delområde 3.1 i norr är ett flackt område med mäktiga jordlager förutom i dess sydvästliga del (norra Johanneberg) där höga bergområden med begränsade jordmäktigheter förekommer. Delområde 3.2 i öster utgör ett topografiskt varierande område med lokalt större jordmäktigheter i dalsänkor. Delområde 3.3 domineras av Mölnbalsåns dalgång med mäktiga jordlager och omfattar angränsande avrinningsområden i väster och öster. Mölnbalsåns dalgång är indelat i två avsnitt: Mölnbalsåns dalgång/Korsvägen i

TABELL 6.1 Indelning av delområden och grundvattenmagasin i jord inom huvudområde Öst.

Kapitel	Delområde	Grundvattenmagasin i jord	
6.8	3.1 Korsvägen	3:1a 3:1b	Heden Mölnbalsåns dalgång/Korsvägen
6.9	3.2 Örgryte - Skår	3:2a 3:2b	Bö Skår
6.10	3.3 Almedal	3:3a 3:3b	Mölnbalsåns dalgång/Almedal Kallebäck



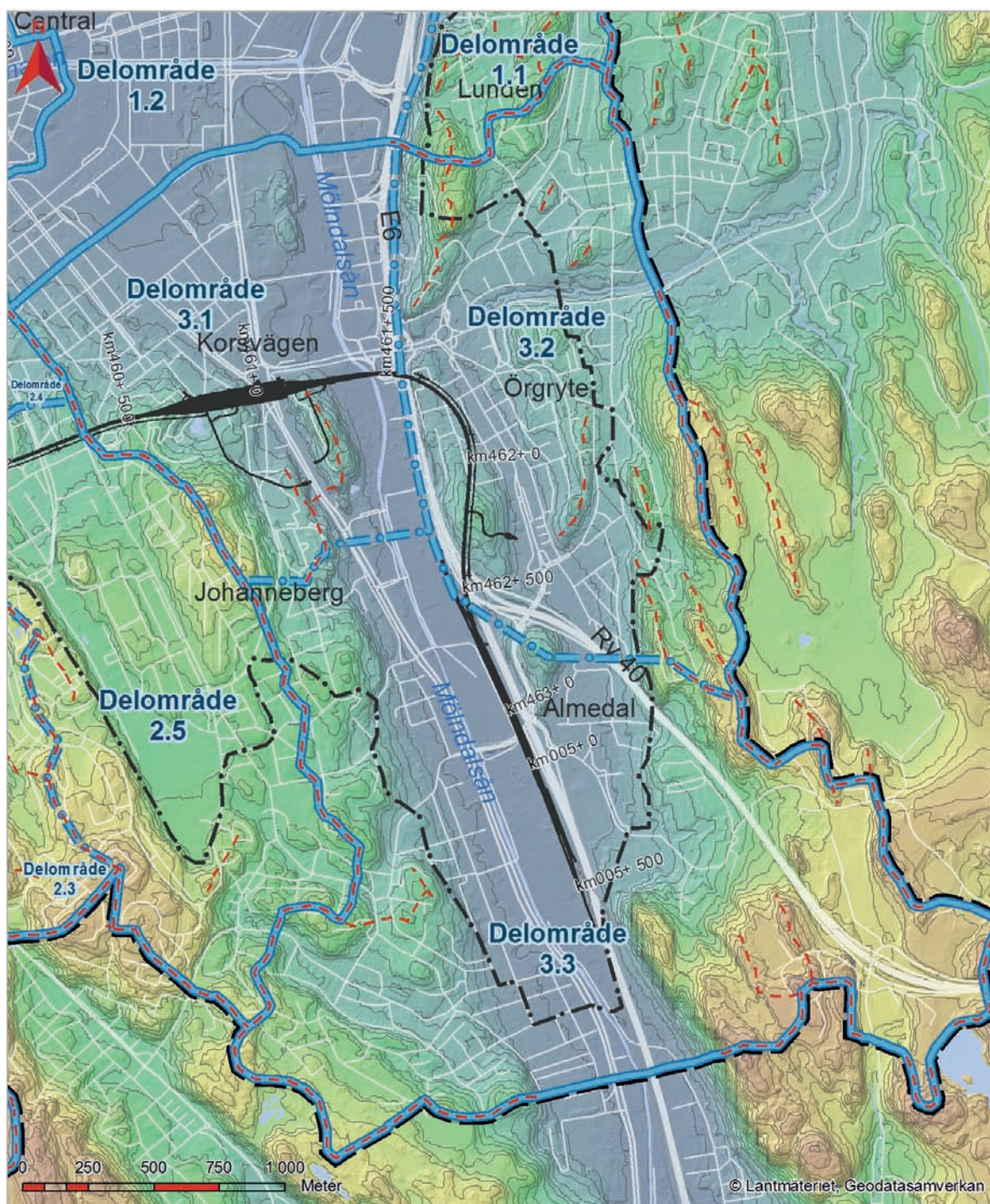
FIGUR 6.1 Översiktskarta över huvudområde Öst med delområden. För kartlegend hänvisas till figur 3.13. Gränsen mellan delområdena visas i figuren med blå punkt-streckad linje

norr och Mölndalsåns dalgång/Almedal i söder.

Delområdenas topografi, geologi och hydrogeologi beskrivs i kapitel 6.8 till 6.10. Inom varje delområde finns två grundvattenmagasin. Uppdelningen av grundvattenmagasinen per delområde presenteras i tabell 6.1.

6.2 Topografi och ytavrinning

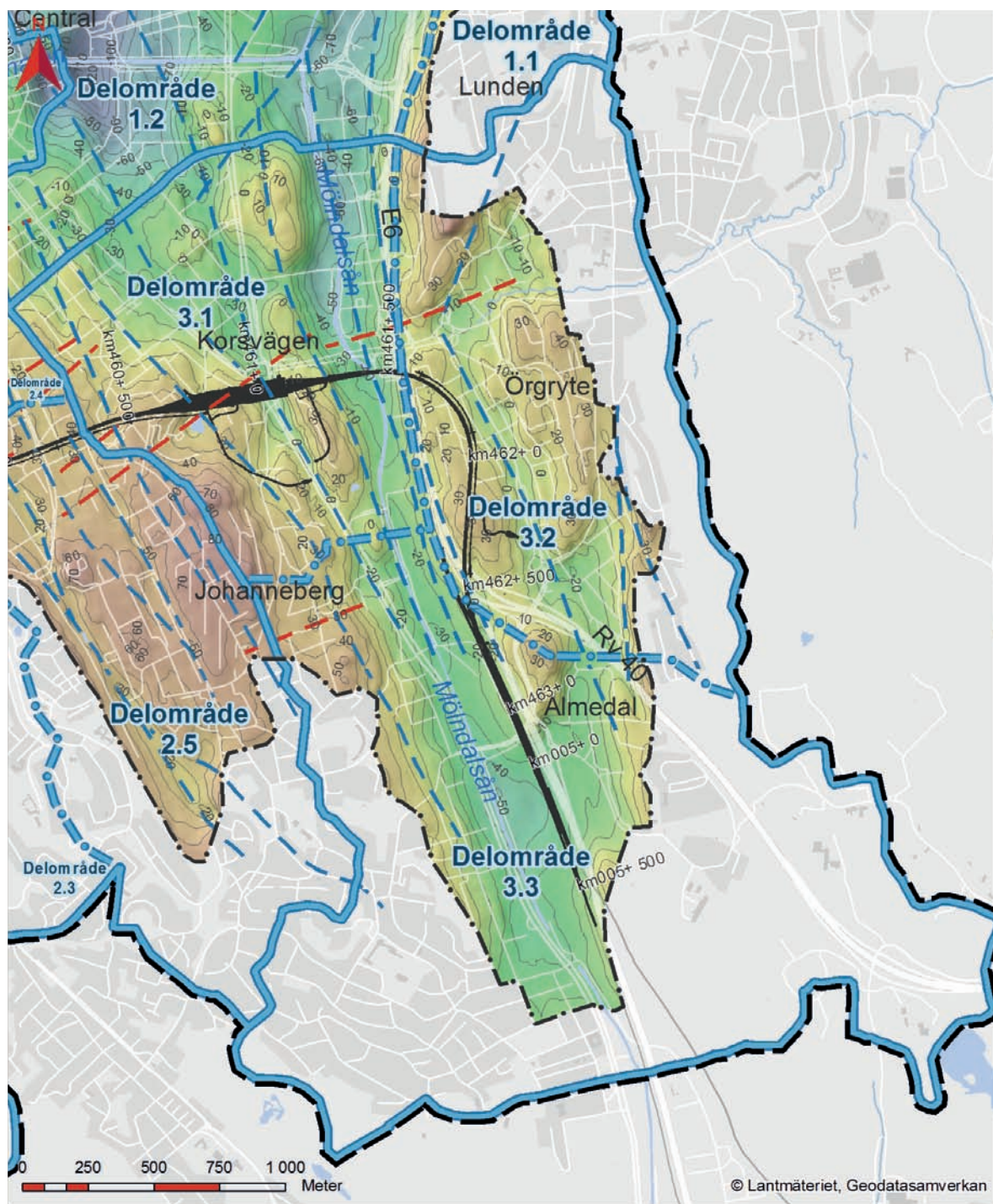
Huvudområde Öst består av en topografiskt flack central del vilken utgörs av Mölndalsåns dalgång samt angränsande höjdområden i väst och öst. Huvudsaklig ytavrinning sker mot dalsänkans centrala del och vidare norrut via Mölndalsån till



FIGUR 6.2 Marktopografi med ytvattendelare och ytvattendrag. För kartlegend hänvisas till figur 3.13. Ytvattendelare markeras med röd streckad linje och ytvattendrag med ljusblå färg, se även figur 6.3.

Göta älv. Området har relativt storskalig topografi varför de enskilda avrinningsområdena omfattar stora arealer. Lokalt kan ledningsnät samt väg- och gatudränering påverka strömningsmönstret. Huvudområdet är indelat i följande tre delområden:

Delområde 3.1 Korsvägen i norr har i huvudsak flack topografi. Områdets sydvästra del karakteriseras av höga bergnivåer i östra Johanneberg. I norr gränsar området till huvudområde Nord och i öster till delområde 3.2 Örgryte - Skår. Området kan hydrauliskt delas in i en västlig och östlig del

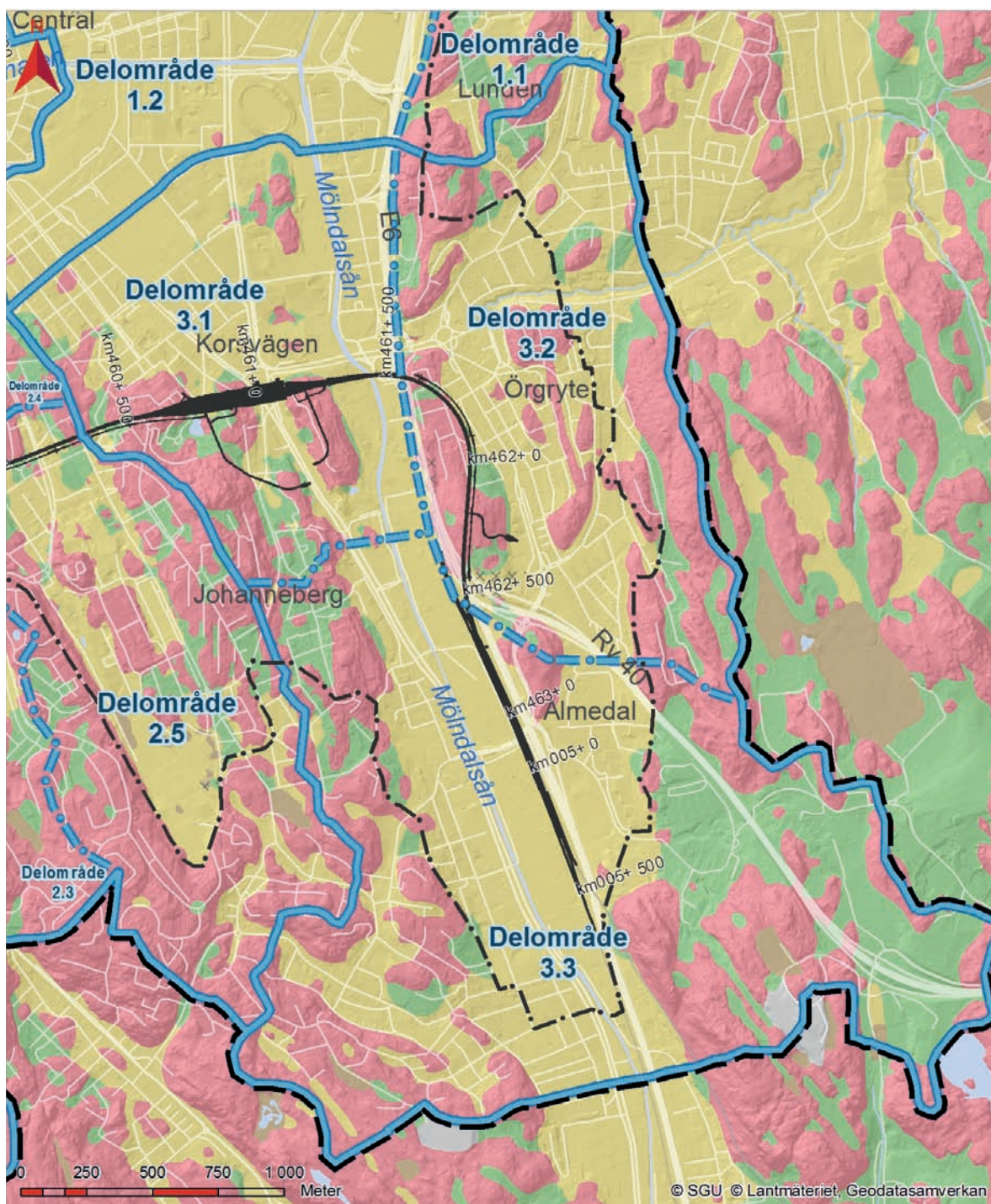


FIGUR 6.3 Översiktskarta över modellerad bergnivå samt svaghetszoner i berg inom inre utredningsområde i huvudområde Öst. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

(grundvattenmagasin 3:1a Heden respektive 3:1b Mölndalsåns dalgång/Korsvägen), där en utsträckt nordligt orienterad höjdrygg utgör hydraulisk gräns mellan de två magasinerna. Området är kraftigt urbaniserat och ytvattenavrinningen omhändertas av olika ledningssystem i

betydande omfattning, varvid dagvatten delvis avbördas direkt till omgivande vattendrag och Mölndalsån.

Inom delområde 3.2 Örgryte - Skår sker ytvattenavrinning från angränsande höjdområden till de

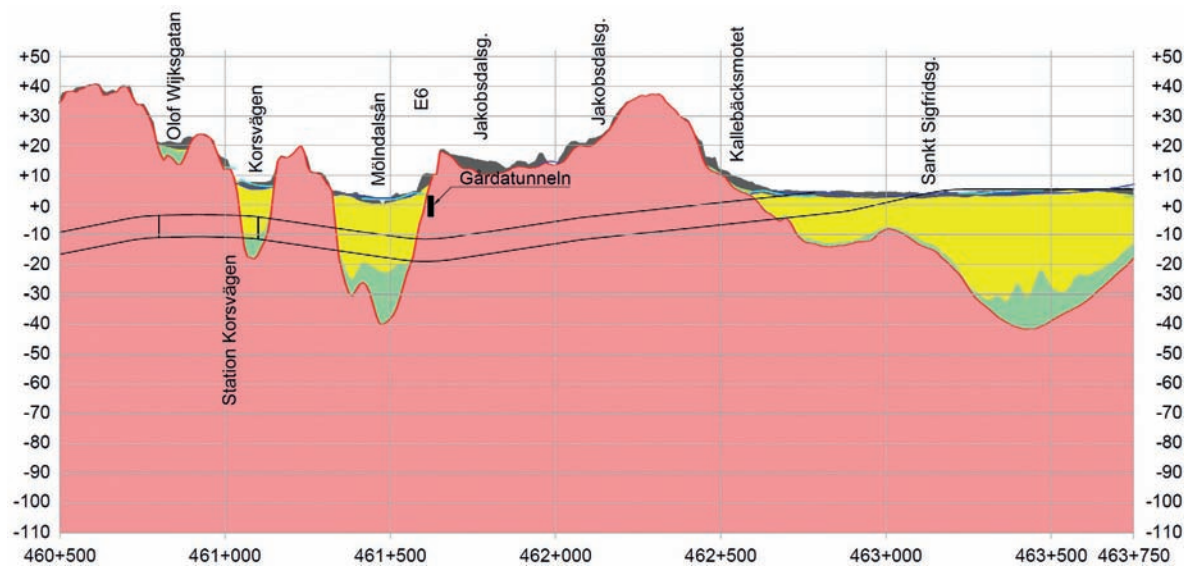


FIGUR 6.4 Kvartärgeologisk karta över huvudområde Öst. Gula områden visar förekomst av lera, gröna områden friktionsjord och röda områden berg i dagen eller berg med tunt jordtäck. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

jordfyllda sänkorna och vidare västerut till delområdena 3.1 och 3.3. Betydande avrinning kommer från bergområden vid Skår och Överås i öster.

Delområde 3.3 Almedal utgör huvudområdets sydligaste del och omfattar Almedal samt angräns-

ande delar av Krokslätt i väster och Kallebäck i öster. I området finns enfamiljshus och hyreshusbebyggelse samt affärs- och industriverksamhet längs Mölndalsvägen.



FIGUR 6.5 Schematisk geologisk profil längs Västlänken inom huvudområde Öst. För profilens läge hänvisas till figur 6.4.

6.3 Berggrund

Berggrunden inom huvudområde Öst inklusive tolkade svaghetszoner redovisas i kapitel 3.2.

Tolkad nivå för bergöverytan visas i figur 6.3 inklusive dominerade svaghetszoner. Bergytan som i Mölndalsåns dalgång är täckt med mäktiga jordlager, utgör en tydlig sänka med låg bergtopografi. Norr om Korsvägen vidgar sig sänkan.

Zoner markerade med blå streckad linje utgör områdets överskjutningszoner 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 (zonens läge vid bergytan) kan bergöverytan förväntas vara särskilt uppkrossad, vilket kan ge hög vattenförande förmåga i gränsen mellan jord och berg.

6.4 Jordlager

Jordlagren inom huvudområde Öst uppbyggs huvudsakligen av friktionsjord vilken i dalgångarna överlagras av lera, figur 6.4. 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 (ibland ovan friktionsjord). I anslutning till höjdområden kan utsvallade jordlager förekomma. Fyllningsjord återfinns inom stora delar av området, före-

trädesvis i anslutning till de låglänta områdena i norr och särskilt i anslutning till Mölndalsån samt låglänta bebyggda områden.

Generellt består undre friktionsjordlager av 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 förekommer i Mölndalsåns dalgång (drygt 50 meter). Längs Västlänken påträffas större jorddjup vid passage av två sänkor vid Korsvägen (figur 6.5) samt vid anslutning till befintlig järnväg vid Almedal.

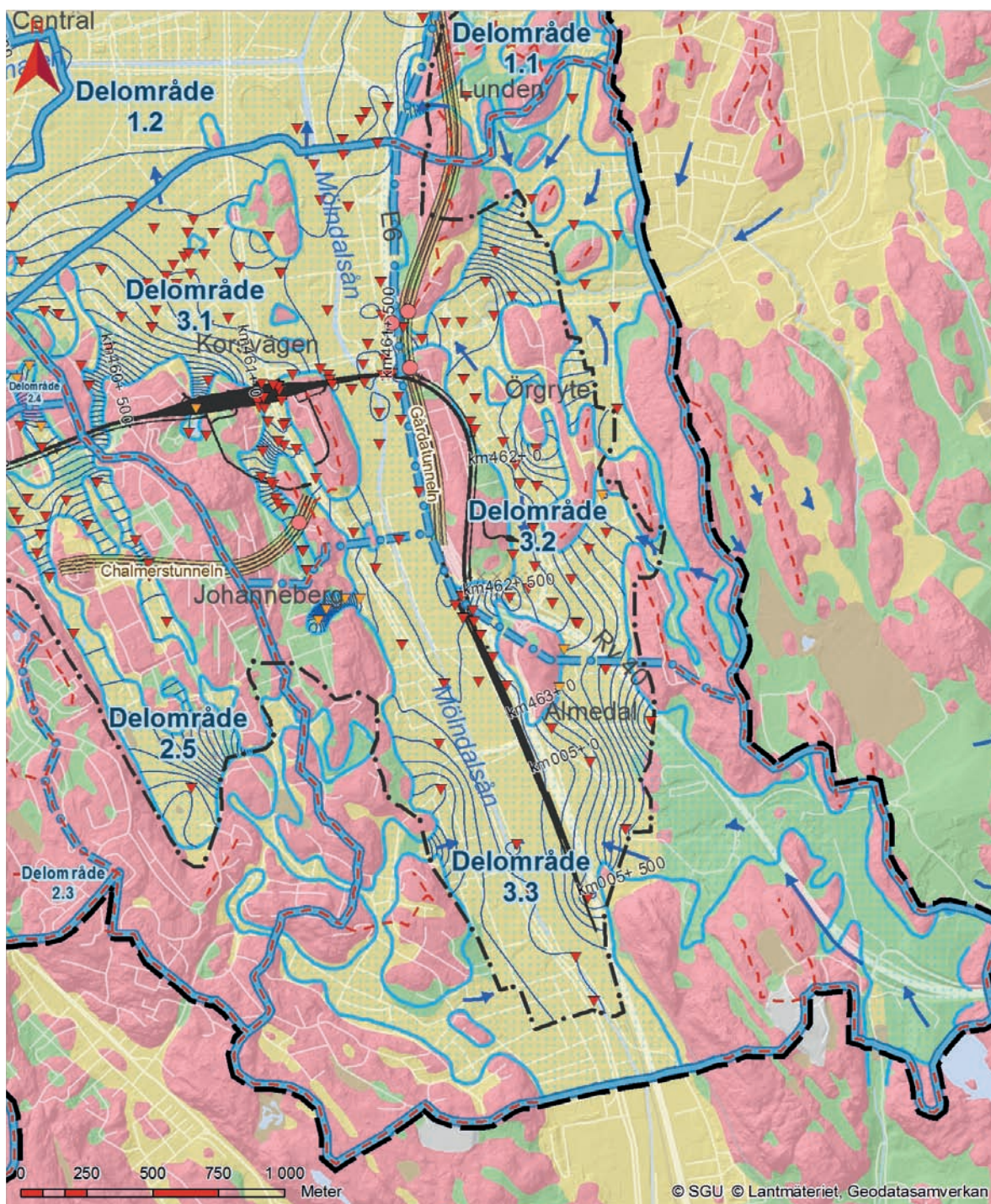
I öster gränsar området till den så kallade Göteborgsmoränen, vilken är en israndbildning som byggs upp av omväxlande morän och isälvs-material. Inom Delsjöområdet finns mäktiga vattenförande jordlager som tillhör denna israndbildning. I Mölndalsåns dalgång förekommer mäktiga sandiga sedimentlager, vilka sannolikt har sitt ursprung i Göteborgsmoränens jordar. Dessa sandlager överlagras av lera.

6.5 Grundvattenförhållanden

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

6.5.1 Grundvatten i jord

Uthålliga undre grundvattenmagasin i jord före-



FIGUR 6.6 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.

kommer i områden där berggrunden täcks av jordlager. Grundvattenmagasinens tolkade utbredning visas på hydrogeologisk karta i figur 6.6.

Grundvattenmagasinen bildar inom huvudområdet Öst ett komplext mönster av ett flertal magasin i vilka grundvattenflödet följer markto-

pografin till lägre liggande markområden i Mölndalsåns dalgång. Inom huvudområdet har tre delområden och sex grundvattenmagasin definierats (se tabell 6.1). Grundvatten kan även förekomma lokalt och temporärt utanför markerade avgränsningar. I figur 6.6 visas tolkade grundvat-

tennivåer och huvudsakliga strömningsriktningar.

Huvudområde Öst kan hydrauliskt delas in i två grundvattenmiljöer; en västlig del som innehåller Mölndalsåns dalgång inklusive angränsande grundvattenbildningsnivåer i väster och en östlig del som innehåller högre liggande magasin från vilka grundvatten avrinner mot Mölndalsåns dalgång. Den västliga delen utgörs av två delområden (3.1 Korsvägen och 3.3 Almedal) medan den östliga delen utgör ett delområde (3.2 Örgryte - Skår).

De förhållandevis tunna jordlagren i områden med höga bergnivåer 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 undre magasin

Grundvattennivåerna är som högst i områdets västliga och östliga delar vilka karakteriseras av höga marknivåer och begränsade magasin i jord; mellan +20 och +30 i östra Johanneberg, cirka +15 vid gränsen mot Krokslätt och mellan +10 och +20 vid Kallebäck i öster. Inom centrala delar av Mölndalsåns dalgång ligger nivån på cirka +3 i höjd med Almedal och cirka +2 vid Korsvägen.

I den sydöstra delen av delområde 3.3 Almedal finns stora grundvattenmagasin samt sjösystemet Delsjöarna. Sjöarna avrinner delvis via Delsjöbäcken i norr, men ytvattenmagasinet balanseras främst genom tillförsel och uttag av vatten via Göteborgs dricksvattennät. I israndbildningens centrala del finns betydande grundvattenmängder som utnyttjas/utnyttjats via flertal brunnar belägna inom två vattenskyddsområden. I slutningen ner mot Kallebäck finns ett källsprång (Gustafs källa) där grundvatten tränger upp.

För ytterligare beskrivning av områdets grundvattenmagasin hänvisas till kapitel 6.8 till 6.10.

Hydrauliska egenskaper

Genom inventering av äldre hydrauliska undersökningar och nya undersökningar inom ramen för Västlänken har jordlagrens hydrauliska egenskaper klarlagts [5]. Resultaten från dessa undersökningar visar att jordlagrens hydrauliska konduktivitet 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. Högre värden representerar exempelvis sandig morän eller friktionsjordar i hydraulisk kontakt med uppsprucket ytberg. Undersökningar visar att de sandiga sedimenten i Mölndalsåns dalgång vid Korsvägen har en hydraulisk konduktivitet på cirka 10^{-4} m/s.

6.5.2 Grundvatten i berg

Historiska mätningar av grundvattennivåer i berg förekommer sparsamt inom huvudområdet, men det kan generellt antas att grundvattennivåerna i övre delar av berget och i ovanliggande jordlager sammanfaller. 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 [4]. Ett representativt värde på konduktiviteten väster om Mölndalsåns dalgång uppskattas till cirka 4×10^{-8} - 2×10^{-7} m/s. Detta värde antas representera bergplintar mellan zoner samt på tunneldjup. För berggrund utanför bergplintar samt i bergpartiet vid Almedal antas den hydrauliska konduktiviteten till mellan 5×10^{-6} m/s.

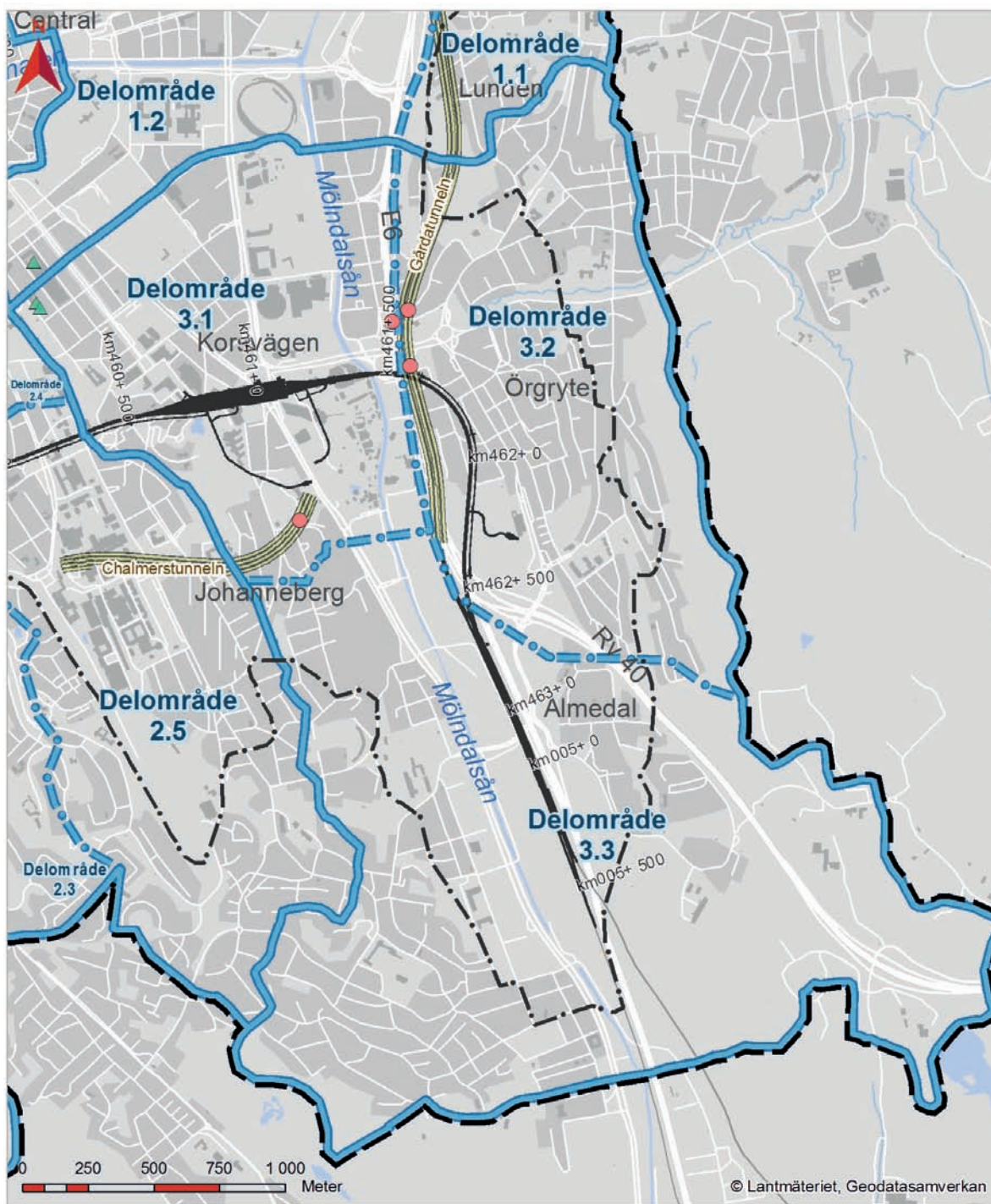
6.6 Påverkade grundvattenförhållanden

Dränerande anläggningar och infiltrationsanläggningar kan påverka strömningsbild och grundvattennivåer i jord och berg. Avsänkta grundvattennivåer kan observeras i anslutning till dessa anläggningar, lokalt kan påverkan vara kraftig.

6.6.1 Dränerande byggnader och anläggningar

Påverkade grundvattennivåer har konstaterats i huvudsak i huvudområdets norra och centrala delar, där byggande av infrastruktur och andra större byggnationer gett upphov till sänkta grundvattennivåer i jord och berg. Här följer en redogörelse av tillgänglig information beträffande de dränerande byggnader och anläggningar som ligger inom området, figur 6.7.

Det kan nämnas att det inom huvudområdet förekommer ett 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.



FIGUR 6.7 Större grundvattenpåverkande undermarksanläggningar samt anläggningar för skyddsinfiltration i huvudområde Öst. Infiltrationsanläggningar visas med ljusblå triangel (undre magasin). Röd ring representerar pumpbrunn för grundvatten. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

Gårdatunneln

Gårdatunneln är en dubbelspårig bergtunnel för tågtrafik mellan Gubbero i norr och Almedal i söder, figur 6.7. Tunneln, som har en längd på cirka 2,2 kilometer, invigdes 1968. En bergförlagd pendeltågstation, Liseberg, invigdes 1993. Bergtunnelns dränering ligger på cirka +2 i norr och

strax under -5 vid pendeltågstationen, för att där efter ansluta till marknivån vid Örgrytemotet. Bergtunneln byggdes utan tätinjektering och grundvattennivåmätningar visar att läckaget till tunneln lokalt påverkar grundvattenförhållandena med avsänkta nivåer som följd.

Chalmerstunneln

Spårvägstunnel Chalmerstunneln går i berg mellan Chalmers entré vid södra Landala och Mölndalsvägen mitt emot Liseberg. Inläckaget i den cirka 1,1 kilometer långa tunneln uppgår till cirka 26 l/min. Tunneln passerar under Gibraltar-gatans och Eklandabackens jordfyllda dalsänkor där mycket begränsad grundvattenpåverkan kan noteras.

Riksväg 40

Vid Kallebäcksmotet har trafikplatsen utformats med permanent dränering av grundvattenmagasin i jord vilket lokalt påverkar grundvattennivåerna vid trafikplatsen och närmast Mölndalsåns dalgång i väster.

6.7 Delområde 3.1 Korsvägen

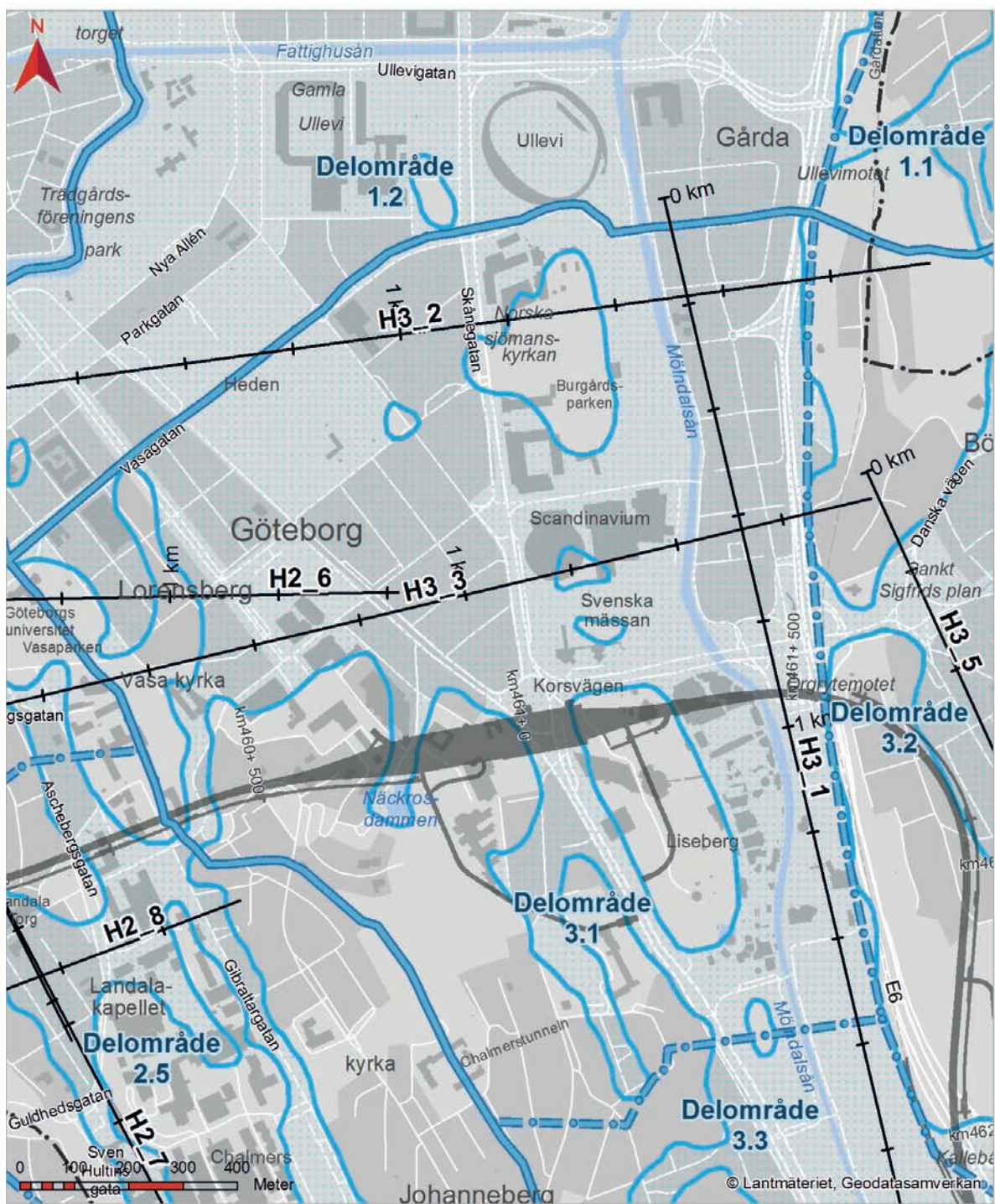
Delområde 3.1 Korsvägen utgör huvudområdets nordvästra del och omfattar områden såsom Heden, Mässan, södra Gårda och Liseberg. Områdets norra del har flack markyta medan det i söder förekommer ett flertal bergryggar och jordfyllda dalsänkor i nordnordvästlig riktning, figur 6.8. Mölndalsån rinner genom områdets östra del. I delområdet finns omfattande bebyggelse, trafikleder, Lisebergs nöjespark, Carlanderska sjukhuset med mera.

I delområdet finns två grundvattenmagasin:

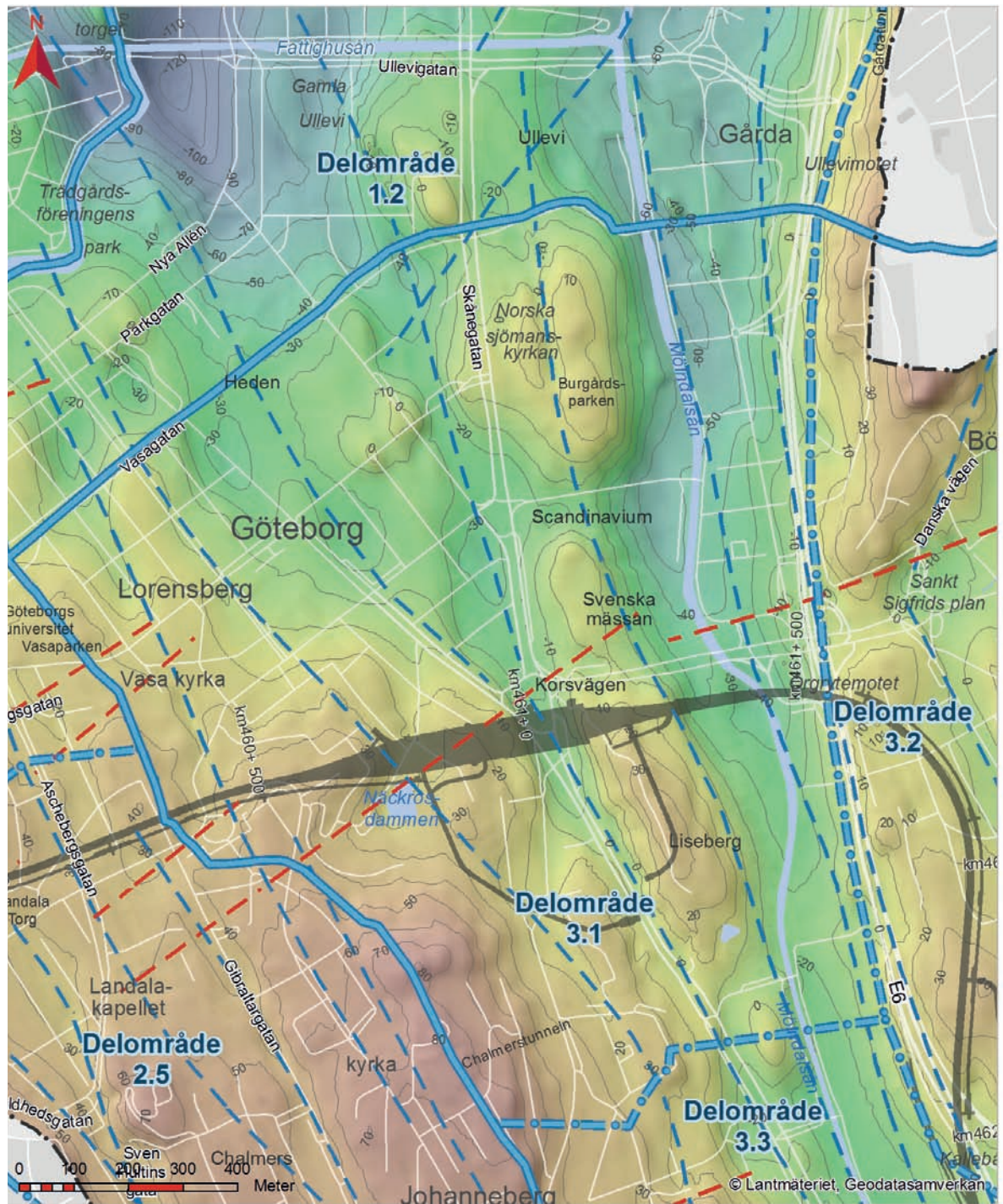
- Magasin 3:1a Heden
- Magasin 3:1b Mölndalsåns dalgång/Korsvägen

Grundvattenmagasin 3:1a i väster sträcker sig från Heden i sydöstlig riktning mot Korsvägen och vidare söderut väster om Liseberget. Grundvattenmagasin 3:1b utgör Mölndalsåns dalgång/Korsvägen i öster.

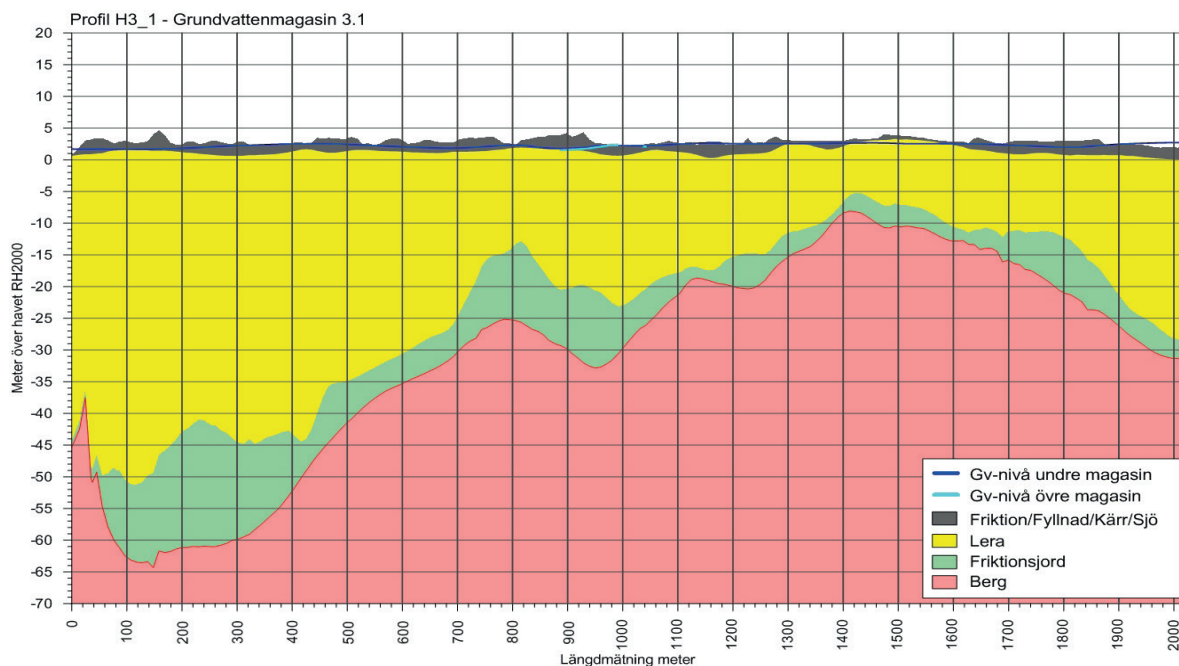
Området har tidigare varit föremål för hydrogeologiska undersökningar: Chalmerstunneln, Världskulturmuseet, Universeum, Delsjöbäcken, Kallebäcks lide med flera.



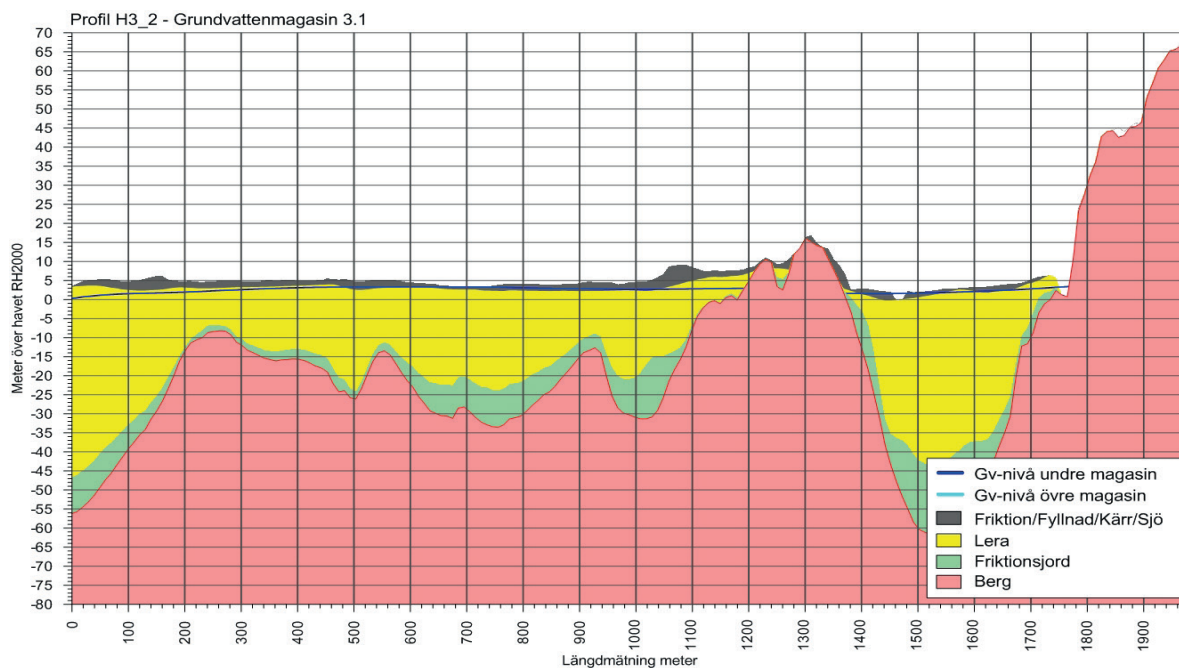
FIGUR 6.8 Hydrogeologisk översiktskarta över delområde 3.1 Korsvägen. Linjer H3_1-3 är geologiska sektioner i området. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.



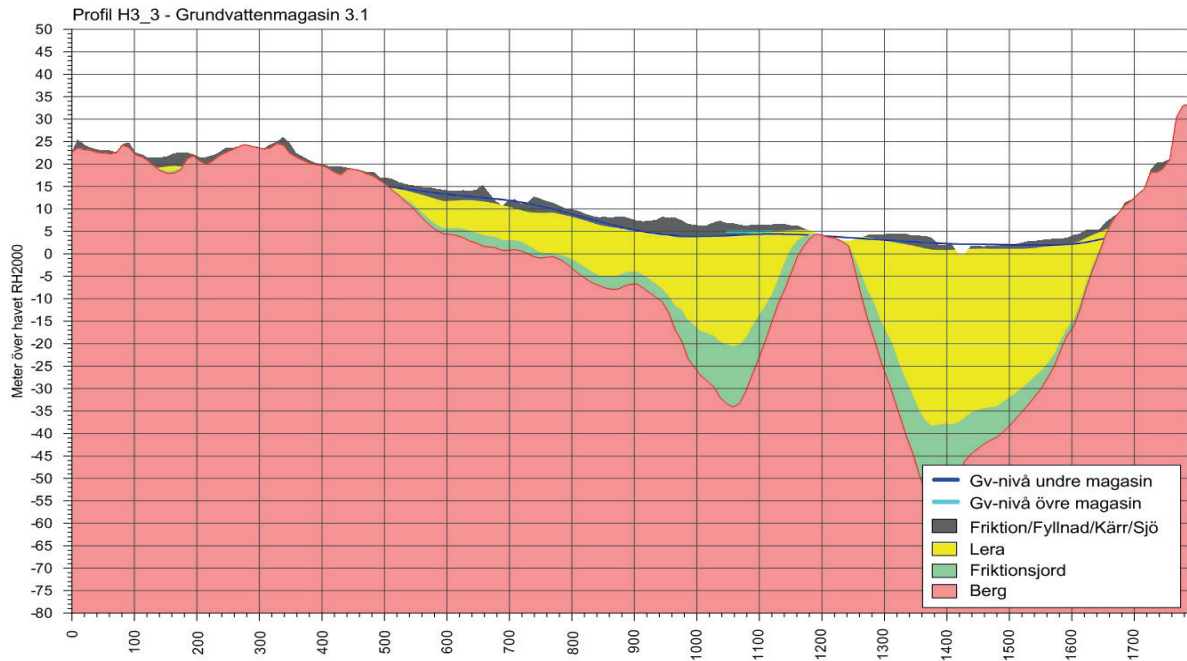
FIGUR 6.9 Bergnivåmodell över delområde 3.1 Korsvägen inom inre utredningsområde. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.



FIGUR 6.10 Översiktlig geologisk sektion H3_1 längs Mölndalsåns dalgång. För sektionens läge i plan se figur 6.8. Sektionen visar låga bergnivåer och mäktiga jorddjup vid delområdets norra gräns samt successivt stigande nivåer och minskande jorddjup till delområdets södra gräns.



FIGUR 6.11 Översiktlig geologisk sektion H3_2. För sektionens läge i plan se figur 6.8. Sektionenens vänstra (västra) del visar bergtopografi och jordlager vid Heden (500-900 meter), höga bergnivåer vid Norska Sjömanskyrkan (1200 meter) och djupa bergnivåer och mäktiga jordlager i Mölndalsåns dalgång. Längst till höger visas de höga bergpartierna i östra Gårda.



FIGUR 6.12 Översiktlig geologisk sektion H3_3. För sektionens läge i plan se figur 6.8. Sektionens vänstra (västra) del visar bergtopografi och jordlager vid Lorensberg, successivt sjunkande bergnivå österut med en djup sänka norr om Korsvägen. Höjdpardiet (vid 1200 meter) utgör del av samma höjdrygg som visas i figur 6.11 (1200-1300 meter). Längst i öster återfinns Mölndalsåns dalgång och angränsande höga bergpartier.

Området har varierande topografi med höga nivåer mot Johanneberg och vid Liseberg, medan området i övrigt är förhållandevis flackt. En höjdrygg, som delvis är synbar ovan mark, sträcker sig ungefär i nordlig riktning från Liseberget över Mässområdet till ett område med berg i dagen vid Norska sjömanskyrkan i norr. Tolkade bergnivåer och zoner i berg redovisas i figur 6.9. Höga bergnivåer på upp emot +70 förekommer inom höjdområdena i den västra delen, medan låga nivåer under -60 förekommer i öster inom Mölndalsåns dalgång. Bergytans nivå varierar således stort inom området, minst 120 meter.

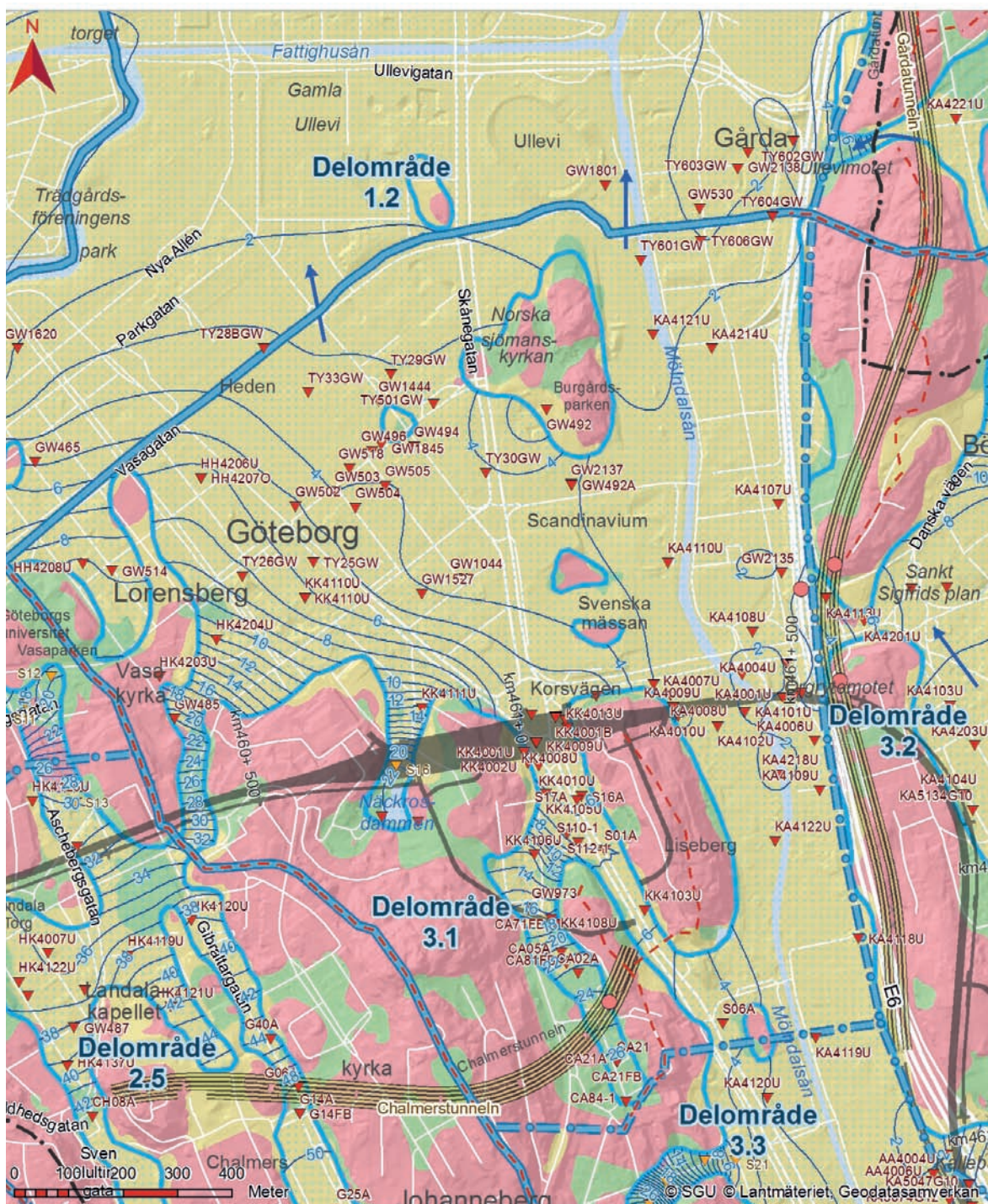
Kunskap om bergets uppbyggnad och förekommande svaghetszoner har erhållits i samband med undersökningar och uppföljning av flera byggnationer i berg. Från dessa arbeten kan konstateras att zonerna karakteriseras av uppsprucket berg men att den vattenförande förmågan endast är måttligt högre än det berg som inte genomkorsas av zoner. Zonerna längs Mölndalsåns dalgång är del av det regionala zonstråk som går längs Göta älvs dalgång vidare norrut och kan antas vara kraftigt uppspruckna och sannolikt ha hög vattenförande förmåga.

För att illustrera bergnivåer och jordlager i området visas tre geologiska sektioner i figur 6.10

till 6.12. Sektionernas läge i plan visas i figur 6.8.

En geologisk sektion H3_1 längs Mölndalsåns dalgång (figur 6.10) visar djupa bergnivåer (cirka -65) och mäktiga jordlager i Gårda sydöst om Ullevi. Mot söder stiger bergnivån för att åter sjunka efter delområdets södra gräns (cirka 1500 meter i sektionen). Vid delområdets södra gräns ligger bergnivån kring +8.

Två väst-östliga geologiska sektioner H3_2 och H3_3 (figur 6.11 och 6.12) visar bergnivåer och jordlager norr om Korsvägen. Av sektionerna framgår exempelvis stora jorddjup vid Heden samt den nord-sydliga höjdrygg (1200-1300 meter) som delvis avgränsar Mölndalsåns dalgångs grundvattenmagasin mot grundvattenmagasinet vid Heden.

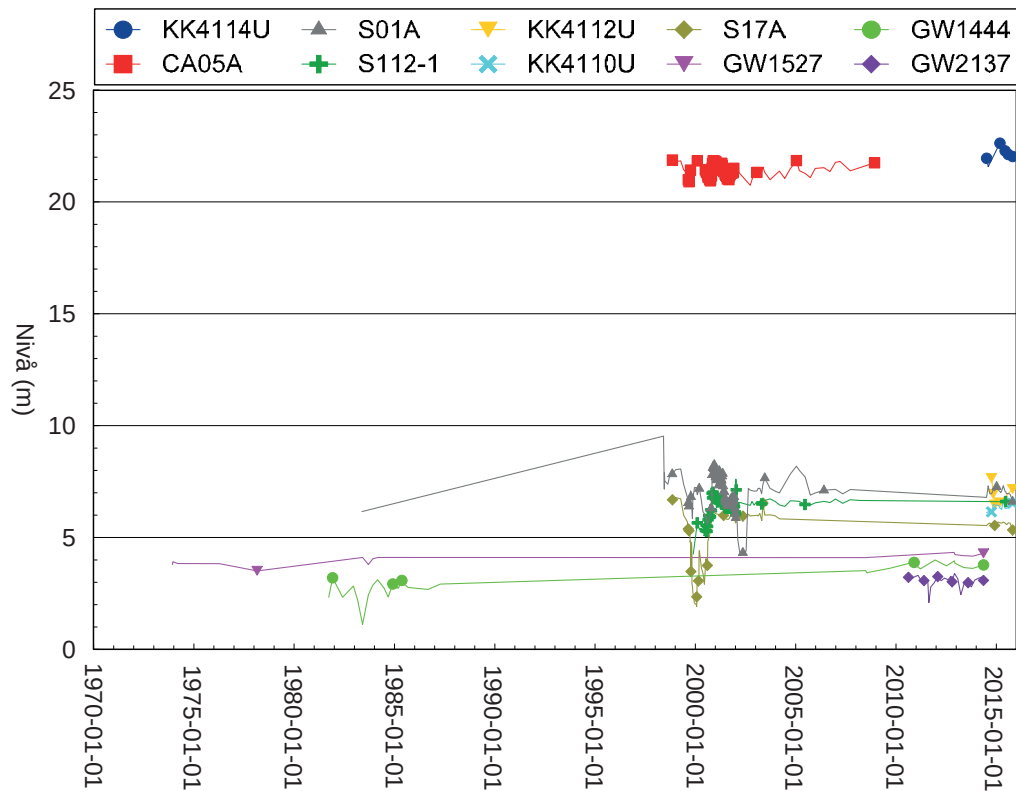


FIGUR 6.13 Grundvattenmagasin i jord, undre magasin. Tolkade grundvattennivåer och dominerande flödesriktning samt vattendelare och observationspunkter (röda trianglar). För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

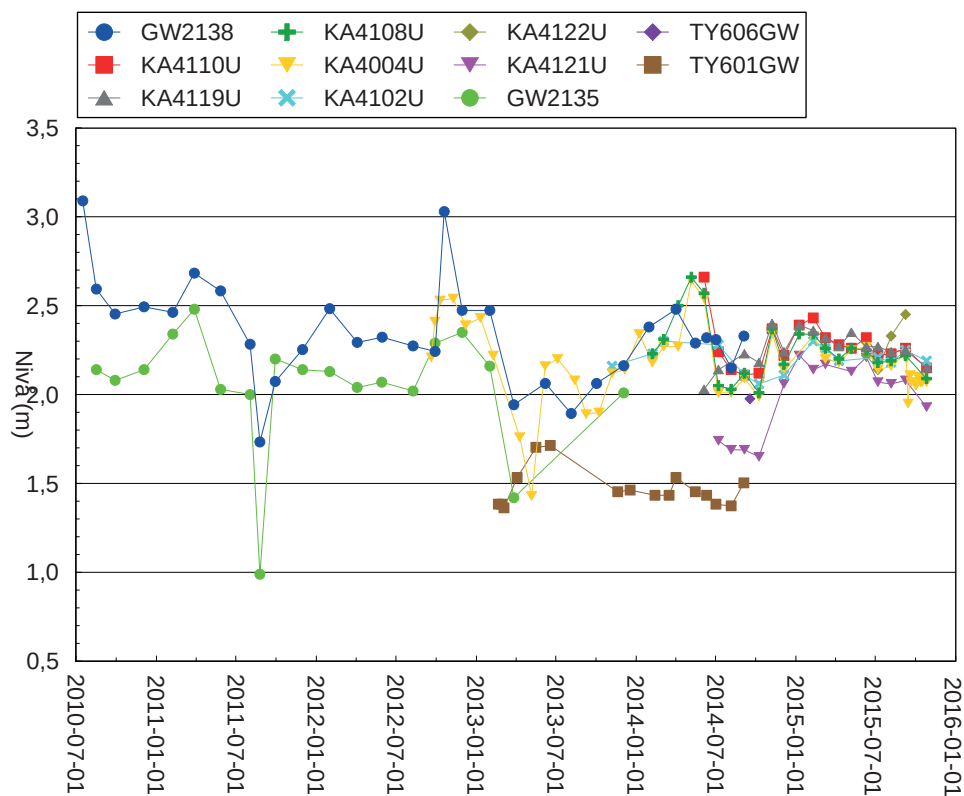
6.7.1 Grundvattenmagasin 3:1a Heden och 3:1b Mölndalsåns dalgång/Korsvägen

De undre grundvattenmagasinen i jord utgör mer eller mindre enhetliga friktionsjordlager inom delområde Korsvägen. Undantag är lokala mindre höjdparter där jordlager saknas, figur 6.8 och

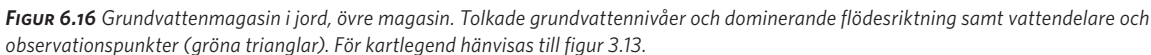
6.13. De två magasinerna har entydiga hydrauliska gränser längs de höga bergpartierna i väster och öster, medan den inbördes gränsen mellan de två magasinerna utgörs av en rygg med förhöjda bergnivåer som bara delvis når över markytan (Liseberget, Burgårdsparken och vid Norska sjömans-



FIGUR 6.14 Uppmätta grundvattennivåer i undre magasin i jord inom magasin 3:1a Heden.



FIGUR 6.15 Uppmätta grundvattennivåer i undre magasin i jord inom magasin 3:1b Mölndalsåns dalgång/Korsvägen



Jorrdjupen är betydande i nordvästra delen av magasin 3:1a (Heden), där djup på upp till cirka 40

Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken för anläggandet av Västlänken och Olskroken planskildhet, PM Hydrogeologi

berg. Utvärderad kolvprovtagning i området visar att leran är sättningsbenägen vid grundvattensänkning (se kapitel 3.4 och [7]). En geologisk profil längs Västlänkens visas i figur 6.5.

Grundvatten i jord

Tolkade grundvattennivåer illustreras för undre grundvattenmagasin i jord i figur 6.13 och för övre grundvattenmagasin i figur 6.16. Tolkade nivåer ska ses som översiktliga.

I områdets nordvästra del (magasin 3:1a) i anslutning till Heden, ligger typiska grundvattennivåer i undre magasin mellan +3 och +5 med huvudsakligen nordlig gradient. I söder stiger grundvattennivåerna upp mot allt högre bergnivåer vid Lorensberg och norra Johanneberg. I de smala jordfyllda sänkorna mot Landala torg och Näckrosdammen ligger nivåerna mellan +25 och +30. I sänkan väster om Liseberg ligger grundvattennivåerna flackt kring +6 och +7, för att mot sydväst stiga kraftigt upp längs sänkan mot Carlanderska sjukhuset. Väster om Liseberg ligger en grundvattendelare från vilken flödet sker norrut mot Korsvägen och söderut mot delområde 3.3. Grundvattendata visas i grundvattengraf i figur 6.14.

I Mölndalsåns dalgång ligger grundvattennivån i undre magasin (magasin 3:1b) mellan +1,5 och +2,5 se grundvattengraf i figur 6.15. Lokalt och under vissa tidpunkter har både högre och lägre grundvattennivåer uppmätts.

Ett stort antal hydrogeologiska undersökningar har utförts i samband med Västlänken längs Station Korsvägen samt där spårtunneln tvärrar Mölndalsåns dalgång [5]. Vid provpumpning i brunn KA4001H med drygt 2 l/s uppkom påverkan inom 200-700 meters avstånd, huvudsakligen norrut längs dalgången. Från testet utvärderades friktionsjordens vattenförande egenskaper till $4-7 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ (se kapitel 3.7.2 och [5]).

Undersökningarna av jordlagren i Mölndalsåns dalgång visar att det undre friktionsjordlagret i huvudsak utgörs av sand-grus-morän med en total mäktighet på 5-10 meter. Friktingsjordlagrets vattenförande förmåga uppgår till cirka 10^{-4} m/s , lokalt mindre och lokalt högre. Över friktionsjorden har lera avsatts och jordlagrens totala mäktighet vid Västlänkens planerade passage av Mölndalsåns dalgång uppgår till cirka 40 meter (figur 6.5).

Grundvattendata för övre grundvattenmagasin finns söder om Heden, vid Korsvägen och

väster om Liseberg, figur 6.16. Nivåerna ligger i de flesta fall något över nivåerna i undre grundvattenmagasin i jord.

Grundvatten i berg

Bergnivåmodellen (figur 6.9) visar att de bergsänkor och höjdryggar som förekommer i delområdets södra del (Korsvägen och Liseberg) fortsätter norrut samtidigt som de totala jorddjupen ökar markant. Områdets jordfyllda sänkor i söder avskiljs av parallellt liggande bergpartier.

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 fallande från +6 i väster till +2 i öster, vilket är liknande nivåer som i undre magasin i jord. Berggrundens karakteristiska vattenförande förmåga inom delområdet bedöms till cirka $5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ [4].

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

Magasinens känslighet och riskobjekt

Grundvattenmagasinen bedöms lokalt vara känsliga för grundvattenpåverkan, speciellt i magasinens nordliga delar där befintliga berganläggningar påverkar grundvattenförhållandena. I södra delen av magasin 3:1a 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 som 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.

6.8 Delområde 3.2 Örgryte - Skår

Delområde 3.2 Örgryte - Skår utgör huvudområdets nordöstliga del och omfattar delar av Gårda, Bö och Skår figur 6.18. Delområdet ligger öster om Mölndalsåns dalgång och är i huvudsak ett topografiskt högre liggande område med en i princip västlig avrinning. I en mindre del av området avrinner grundvattnet till angränsande delområde 3.3 i söder. I delområdet finns omfattande bebyggelse och naturområden. I områdets västliga del ligger Gårdatunneln, vilken är en bergtunnel för tågtrafik.

I delområdet finns två grundvattenmagasin:

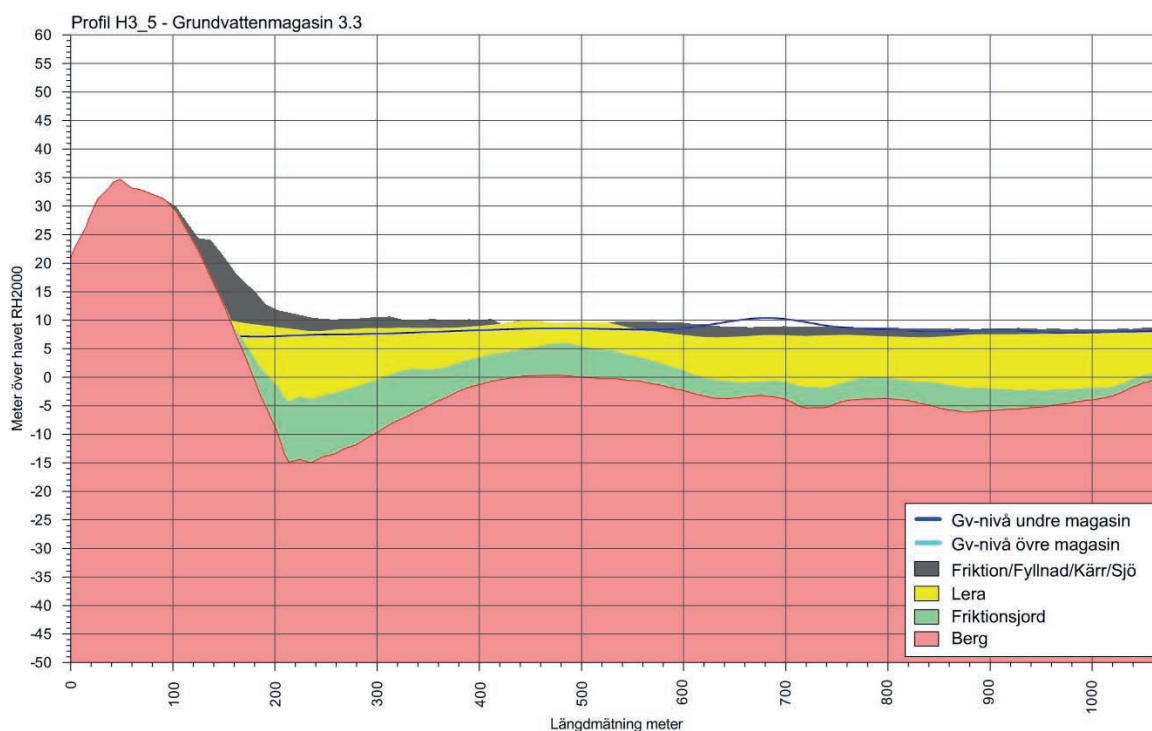
- Magasin 3:2a Bö (nordlig del)
- Magasin 3:2b Skår (sydlig del)

Grundvattenmagasin 3:2a ligger i delområdets nordliga del och grundvattenmagasin 3:2b i dess sydliga del. Delsjöbäcken och dess väst-östliga sänka utgör gräns mellan dessa två magasin. Området har en varierande topografi med dalsänkor och mellanliggande bergryggar i riktning nord-syd.

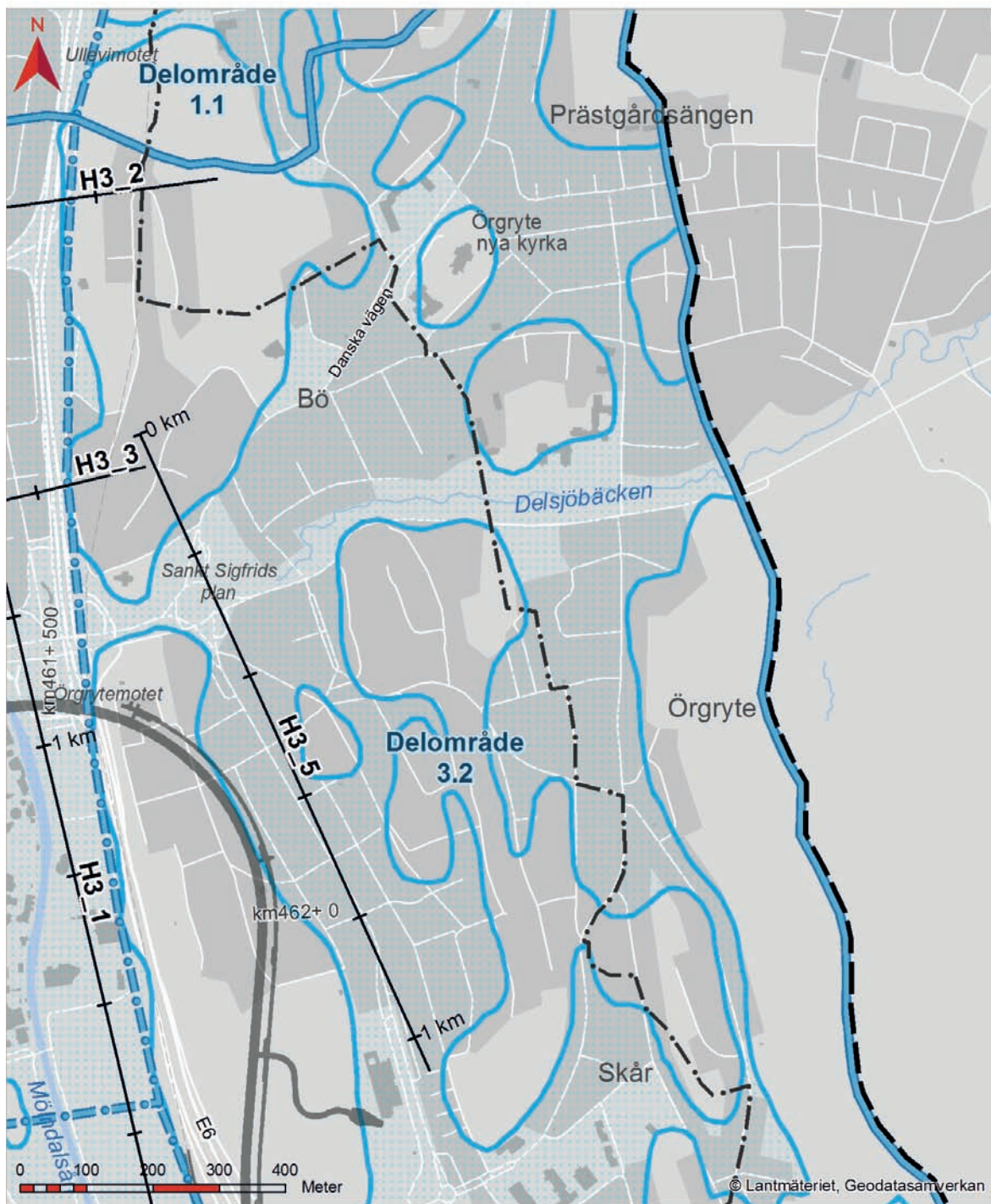
Området har tidigare varit föremål för hydrogeologiska undersökningar; bland annat för Gårdatunneln och Delsjöbäckens dalsänka. I området finns ett mycket stort antal energibrunnar från vilka betydande kunskap inhämtats om berggrundens vattenförande förmåga.

Tolkade bergnivåer och zoner i berg redovisas i figur 6.19. Höga bergnivåer på upp emot +60 förekommer inom höjdområdena i den nordliga delen, medan låga nivåer lägre än -10 förekommer vid exempelvis Sankt Sigfrids plan. Bergytans nivå varierar således upp till cirka 70 meter inom området. Bergsänkan som sträcker sig söderut från Sankt Sigfrids plan bedöms associerad till en västligt lutande överskjutningszon.

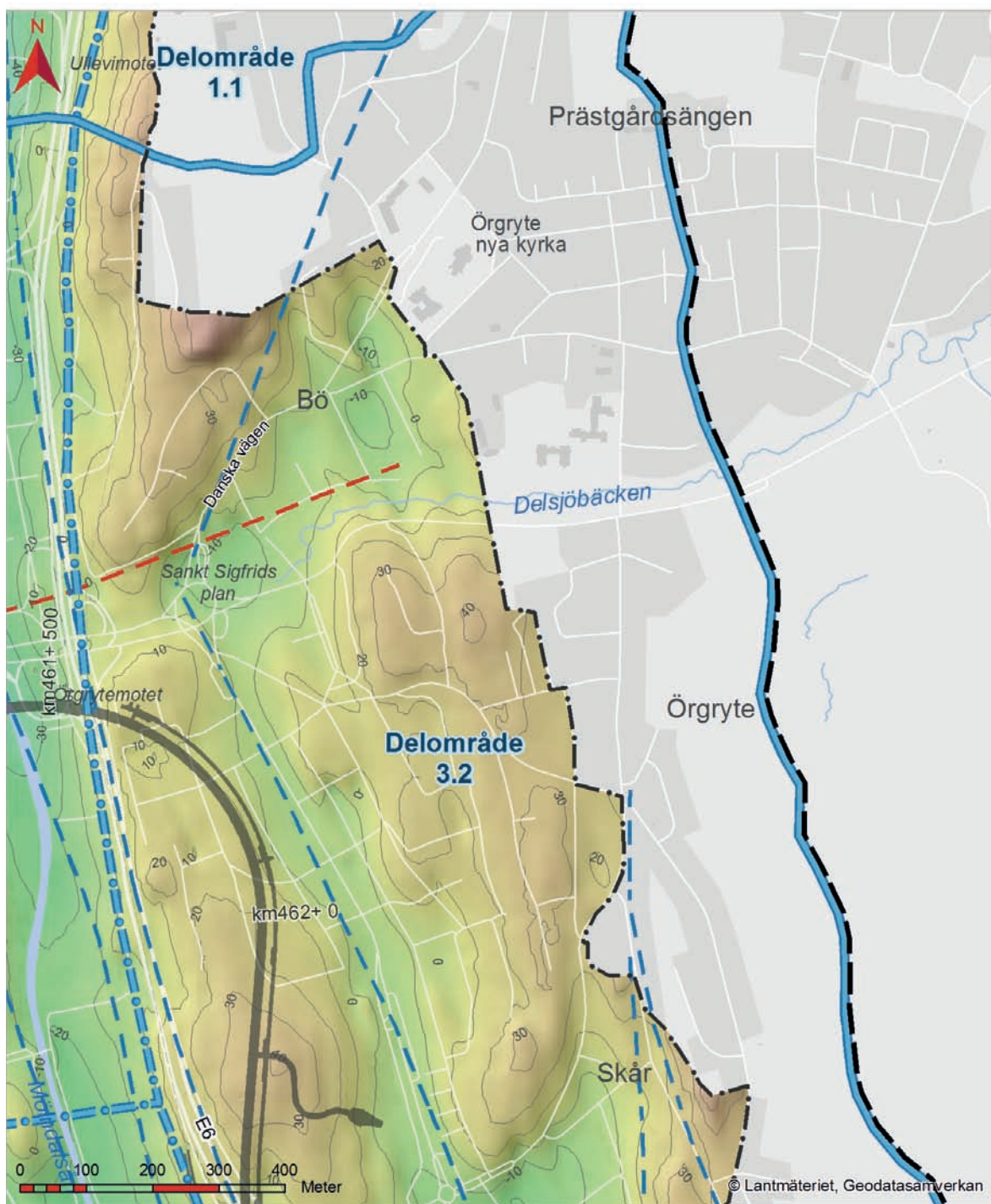
För att illustrera bergnivåer och jordlager i området visas en geologisk sektion H3_5 i figur 6.17. Sektionens läge i plan visas i figur 6.18.



FIGUR 6.17 Översiktlig geologisk sektion H3_5 över Sankt Sigfrids plan och längs Sankt Sigfridsplanen. För sektionens läge i plan se figur 6.18.



FIGUR 6.18 Hydrogeologisk översiktskarta över delområde 3.2 Örgryte-Skår. Observera att den södra delen av delområdet visas i figur 6.22. Linjen H3_5 är en geologisk sektion i området. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.



FIGUR 6.19 Bergnivåmodell över delområde 3.2 Örgryte - Skår inom inre utredningsområde. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.

6.8.1 Grundvattenmagasin 3:2a Bö och 3:2b Skår

De undre grundvattenmagasinen i jord utgör mer eller mindre enhetliga friktionsjordlager inom delområdet. Undantag är ett stort antal bergpartier där jordlager saknas, figur 6.18 och 6.20.

Jorddjupen uppgår som mest till 20-25 meter i dalsänkornas centrala delar och tunnas ut mot angränsande höga bergnivåer. Jordlagren karakteriseras av ett övre lager av friktionsjord/fyllning (upp till 2-5 meter mäktigt), under vilket förekommer lerlager och underst friktionsjord på berg. Utvärderad kolvprovtagning i området visar att leran är sättningsbenägen vid grundvattensänkning (se kapitel 3.4 och [7]).

Grundvatten i jord

Tolkade grundvattennivåer illustreras för undre grundvattenmagasin i jord i figur 6.20. Tolkade nivåer ska ses som översiktliga. Det finns endast ett fåtal grundvattenrör i övre magasin varför inga interpolerade nivåer visas.

I magasin 3:2a Bö dominerar ett sydvästligt grundvattenflöde från södra delen av Prästgårdsängen mot lägre liggande marknivåer i anslutning till Delsjöbäcken. Delsjöbäcken ligger i en kraftigt nederoderad fåra där grundvattennivåerna ligger förhållandevis lågt och har en västlig gradient med ett resulterande flöde ner till Mölndalsåns dalgång genom en jordfylld sänka i berget.

I magasin 3:2b Skår utgörs det undre magasinet i jord av en långsmal jordfylld sänka omgiven av höga bergpartier i väster och öster. En grundvattendelare finns cirka 400-500 meter söder om Sankt Sigfrids plan varifrån flödet sker dels mot norr och dels mot söder. I den norra delen av magasinet är grundvattenflödet nordligt och strömmar mot Sankt Sigfrids plan där flödet vrider av mot väster och Mölndalsåns dalgång. I södra delen av magasinet är grundvattenflödet sydligt och strömmar mot Kallebäck och del-

område 3.3 (se figur 6.25).

Vid en provpumpning som genomfördes i brunnarna AA4005H och KA4001B med 1-1,2 l/s, konstaterades påverkan inom 400-600 meter huvudsakligen i nord-sydlig riktning [5]. Från testet utvärderas en vattenförande förmåga till mellan 4×10^{-6} och 3×10^{-5} m²/s för det undre friktionsjordlagret (se kapitel 3.7.2 och [5]).

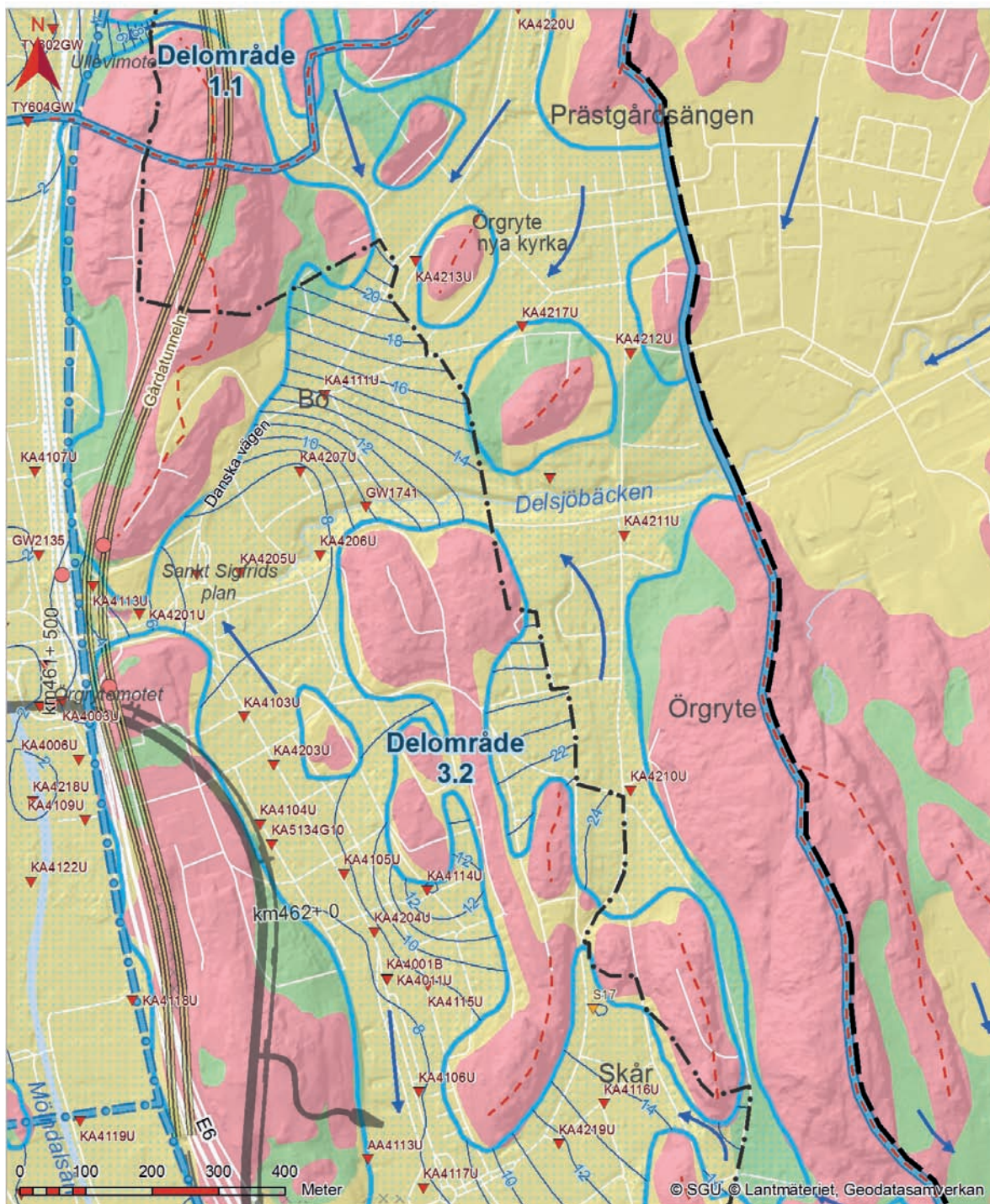
Registrerade grundvattennivåer i undre magasin visas i graf i figur 6.21. För rör GW1741 i Delsjöbäckens dalsänka finns mätvärden sedan 1986 vilket visar stabil nivå kring +9,4 fram till 2011 då nivån steg till cirka +10,2. Grundvattenrör etablerade 2014-2015 för Västlänken visar låga nivåer längs Delsjöbäckens dalgång samt hög nivå i rör KA4105U vid tolkad grundvattendelare i söder (cirka +9,0).

Grundvatten i berg

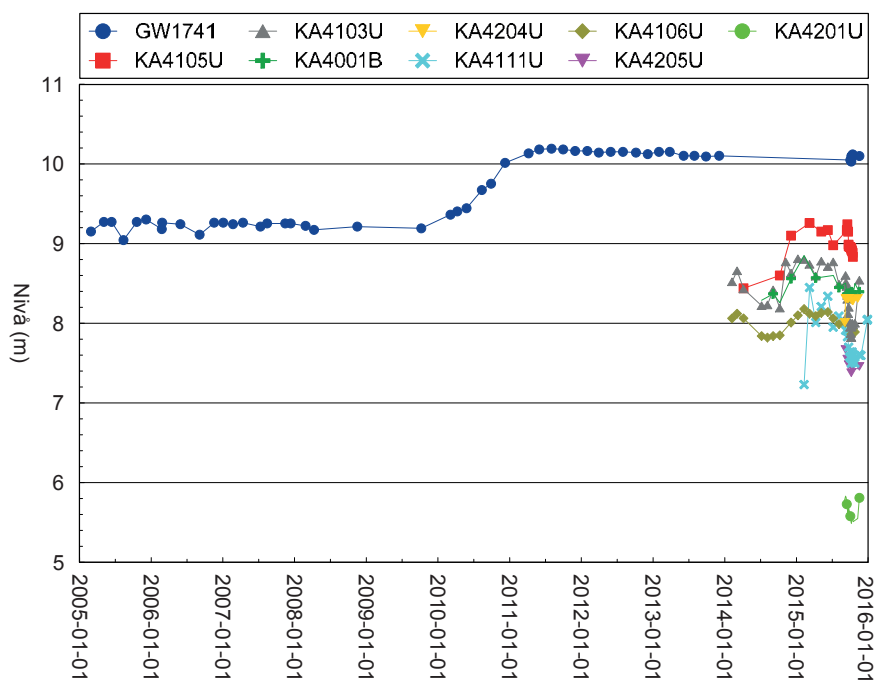
Bergnivåmodellen (figur 6.19) visar att låga bergnivåer förekommer längs Delsjöbäckens dalgång, vid Sankt Sigfridsplan och vidare söderut längs dalgången ner mot Skår-Kallebäcksmotet. Tolkade bergnivåer ytterligare söderut visas i figur 6.23.

I området finns ett stort antal energibrunnar i berg från vilka kapacitetssuppgifter redovisas i SGUs brunnsarkiv. För bergpartiet norr om Sankt Sigfrids plan har berggrundens hydrauliska konduktivitet beräknats till cirka 10^{-6} m/s, medan det för bergpartiet mellan Sankt Sigfrids plan och Kallebäcksmotet har beräknats till ett lägre värde på cirka $1-2 \times 10^{-7}$ m/s.

Utförda tektoniska tolkningar, huvudsakligen baserat på information från befintliga berganläggningar och ytkartering, visar på förekomst av västligt stupande svaghetszoner [4].



FIGUR 6.20 Grundvattenmagasin i jord, undre magasin. Tolkade grundvattennivåer och dominerande flödesriktning samt vattendelare och observationspunkter (röda trianglar). För kartlegend hänvisas till figur 3.13.



FIGUR 6.21 Uppmätta grundvattennivåer i undre magasin i jord inom magasin 3:2a och 3:2b inom delområde 3.2 Örgryte-Skår.

Magasinens känslighet och riskobjekt

Grundvattenmagasinen bedöms lokalt vara känsliga för grundvattennivåsänkningar, speciellt i anslutning till Sankt Sigfrids plan samt dalsänkan längs Sankt Sigfridsgatan. Gårdatunneln i bergpartiet i delområdets västliga del kan antas påverka grundvattenförhållandena i områdets västra delar. 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 främst:

- Byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning, främst trägrundläggning och grundläggning på lera
- Energianläggningar

För detaljer om områdets riskobjekt hänvisas till kapitel 8.

6.9 Delområde 3.3 Almedal

Delområde 3.3 Almedal utgör huvudområdets sydligaste del och omfattar områden såsom Almedal och angränsande delar av Krokslätt i väster och Kallebäck i öster, se figur 6.22. Möln-

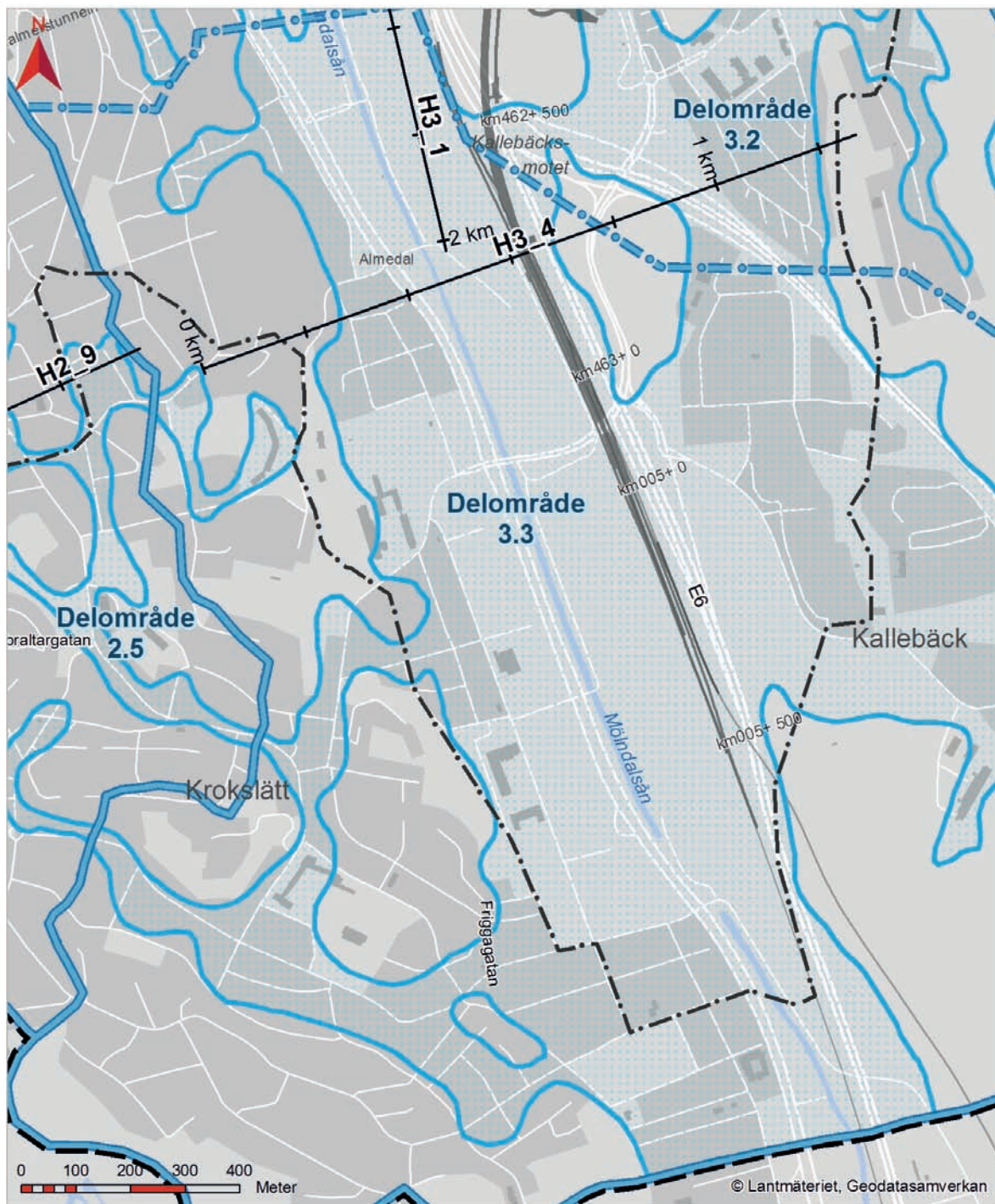
dalsåns dalgång går rakt igenom området i nord-sydlig riktning, till vilken avrinner yt- och grundvatten från högre liggande områden i väster och öster. I Mölndalsåns dalgång är grundvattenflödet i princip nordligt, men det förekommer verksamheter som lokalt påverkar grundvattennivåerna i dalgången varför strömningsriktningar och gradienter varierar lokalt. I området finns omfattande bebyggelse, större trafikleder, naturområden med mera. I sydöst gränsar Delsjöområdet som delvis utgör ett naturreservat.

Delområdet kan indelas i två grundvattenmagasin:

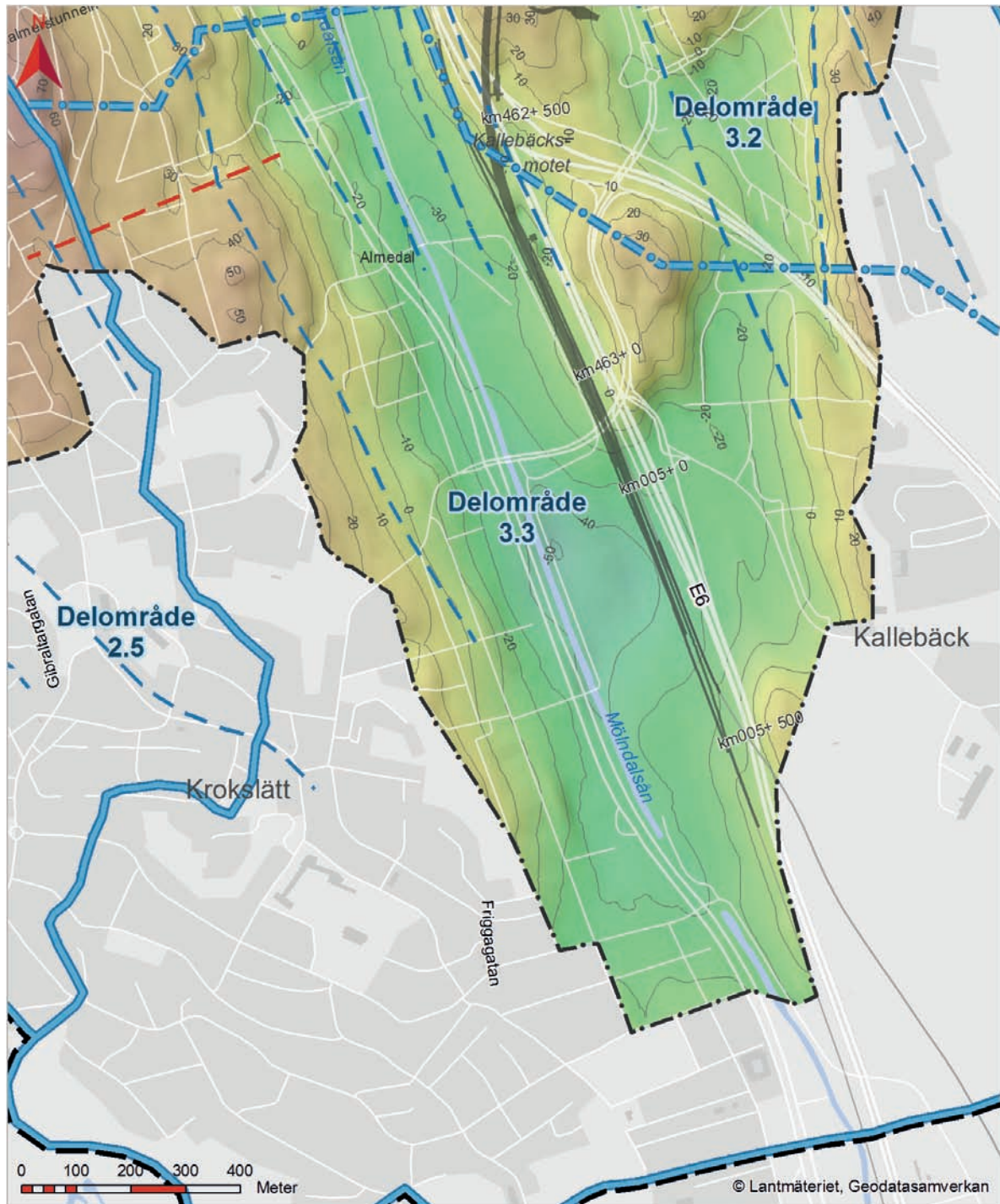
- Magasin 3:3a Mölndalsåns dalgång/Almedal
- Magasin 3:3b Kallebäck

Grundvattenmagasin 3:3a ligger i områdets centrala del och utgör del av Mölndalsåns dalgång. Grundvattenmagasin 3:3b är ett till ytan begränsat magasin i områdets sydöstra del. Gränsen mellan dessa två magasin antas ligga längs E6.

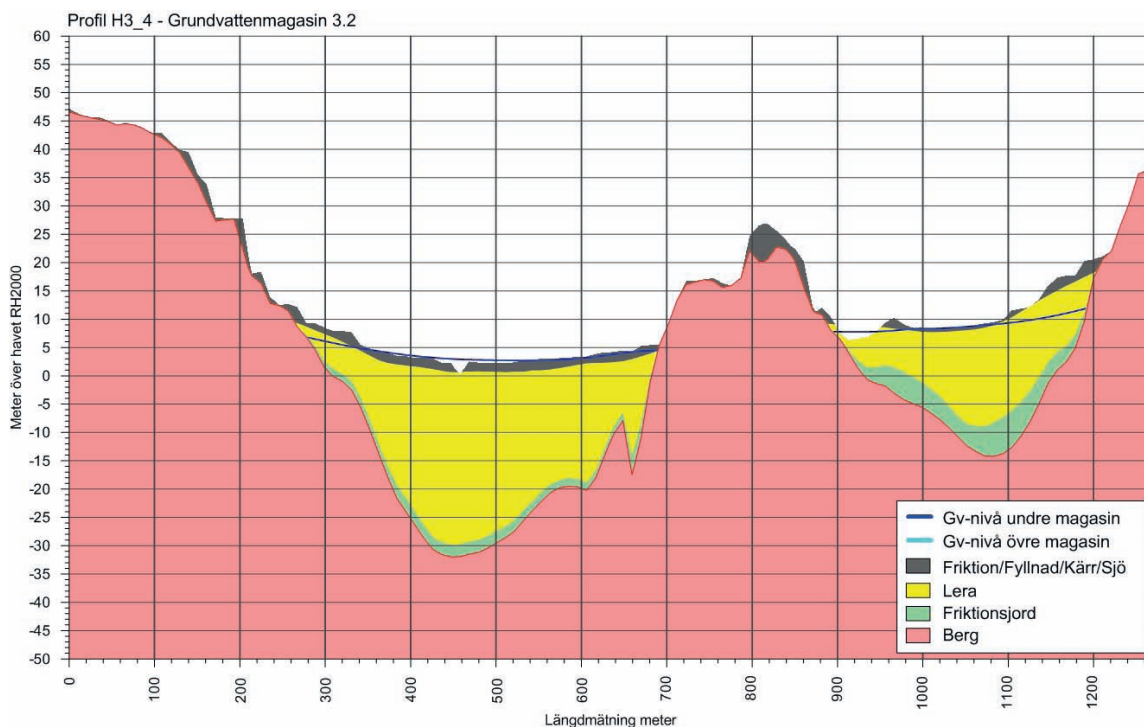
Delområdet har tidigare varit föremål för ett fåtal hydrogeologiska undersökningar i samband med bland annat byggande av Väg 40 vid Kallebäcksmotet. I områdets sydvästliga och nordöstliga delar finns ett mycket stort antal energibrunnar från vilka betydande kunskap inhämtats om



FIGUR 6.22 Hydrogeologisk översiktskarta över delområde 3.3 Almedal. Linjen H3_4 är en geologisk sektion i området. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.



FIGUR 6.23 Bergnivåmodell över delområde 3.3 Almedal. För kartlegend hänvisas till figur 3.13.



FIGUR 6.24 Översiktlig geologisk sektion H3_4 tvärs Almedal och Mölnålsåns dalgång. Sektionen visar låga bergnivåer och mäktiga jordlager vid Mölnålsåns dalgång (300-700 meter), i väster gränsande till höga bergnivåer vid Krokslätt och i öster till bergparti (700-900 meter) söder om Kallebäcksmotet. Ytterligare till höger (österut) finns en till Mölnålsåns dalgång parallell jordfylld sänka som sträcker sig norrut till Sankt Sigfrids plan. Längst till höger ligger Delsjöområdet höga bergpartier. För sektionens läge i plan se figur 6.22.

berggrundens vattenförande förmåga.

Tolkade bergnivåer och zoner i berg redovisas i figur 6.23. Höga bergnivåer på upp emot +50 förekommer inom höjdområden, medan nivåer på under -50 förekommer i Mölnålsåns dalgång. Bergytans nivå varierar således upp till cirka 100 meter inom delområdet. Betydligt högre nivåer förekommer i öster inom Delsjöområdet. Flera svaghetszoner sträcker sig i nordnordvästlig riktning parallellt med Mölnålsåns dalgång.

För att illustrera bergnivåer och jordlager i området visas en geologisk sektion H3_4 i figur 6.24. Sektionenens läge i plan visas i figur 6.22.

6.9.1 Grundvattenmagasin 3:3a Mölnålsåns dalgång/Almedal och 3:3b Kallebäck

De undre grundvattenmagasinen i jord utgör mer eller mindre enhetliga friktionsjordlager inom delområdet. Undantag är bergpartier där jordlager saknas exempelvis bergpartiet sydöst om Kallebäcksmotet, figur 6.22 och 6.25.

Grundvattenmagasin 3:3a dominerar området och utgör ett topografiskt lågt område till vilket det sker tillrinning av grundvatten via jordfyllda dalsänkor i omgivningen. Grundvattenmagasin

3:3b karakteriseras av förhållandevis brant topografi upp mot Delsjöområdet.

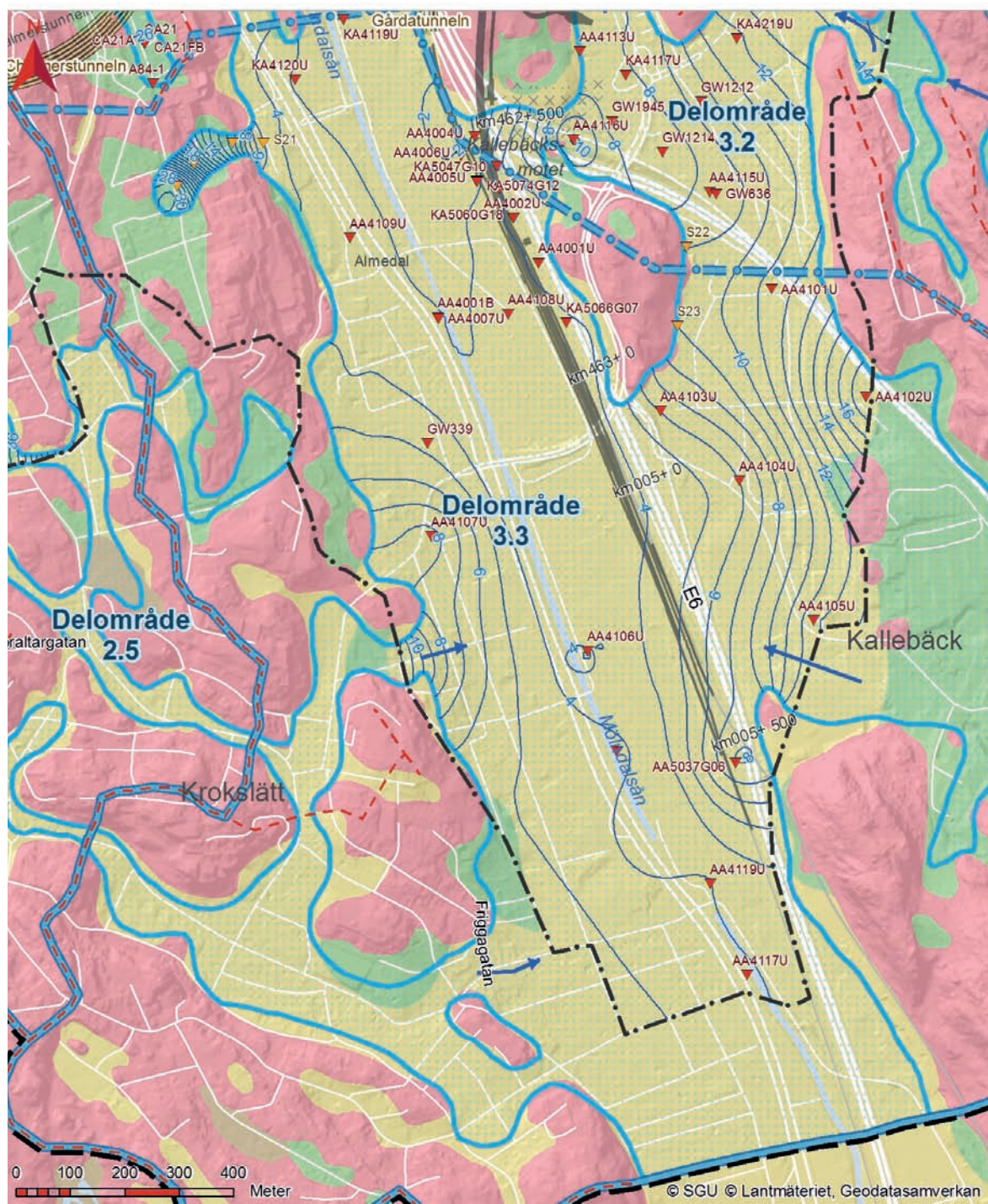
Jorddjupen uppgår som mest till 20-60 meter i dalsänkornas centrala delar och tunnas ut mot angränsande höga bergnivåer. Jordlagren karakteriseras av överst ett lager friktionsjord/fyllning (upp till 2-4 meter mäktigt), under vilket förekommer lerlager och underst friktionsjord på berg. Utvärderad kolvprovtagning i området visar att leran är sättningsbenägen vid grundvatten-sänkning (se kapitel 3.4 och [7]).

Grundvatten i jord

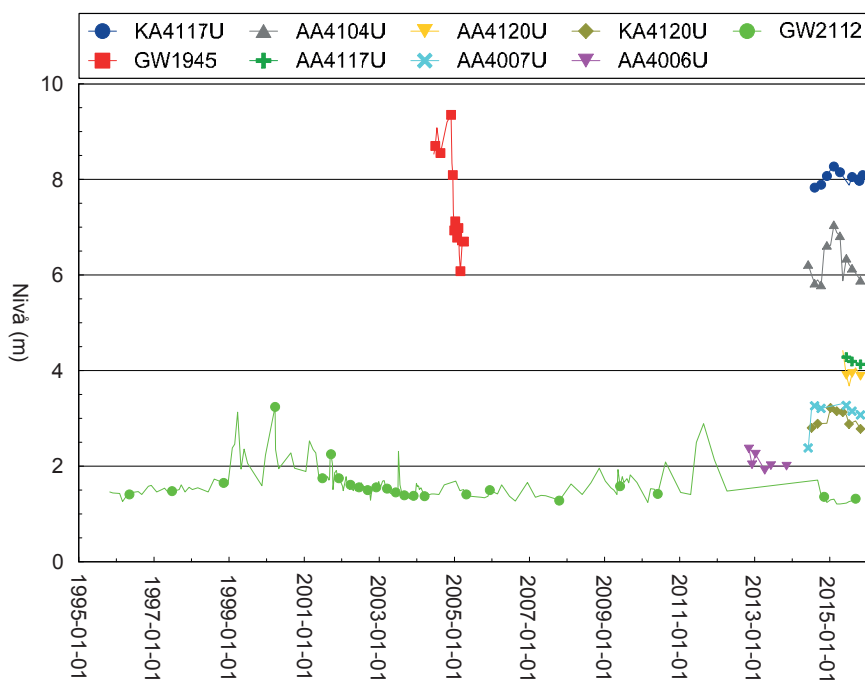
Tolkade grundvattennivåer illustreras för undre grundvattenmagasin i jord i figur 6.25. Tolkade nivåer ska ses som översiktliga. Grundvattennivåerna följer marknivåer i områdets dalsänkor, med undantag för högre nivåer längs med förekommande bergpartier samt lokalt lägre nivåer i anslutning till väg- och gatuträneringar. Artesiska trycknivåer förekommer lokalt inom Mölnålsåns dalgång och dess randområden.

Det finns endast ett fåtal grundvattenrör i övre magasin varför inga interpolerade nivåer visas.

I magasin 3:3a dominerar i undre friktionsjord-



FIGUR 6.25 Grundvattenmagasin i jord, undre magasin. Tolkade grundvattennivåer och dominerande flödesriktning samt vattendelare och observationspunkter (röda trianglar). För kartlegend hänvisas till figur 3.13.



FIGUR 6.26 Uppmätta grundvattennivåer i undre magasin i jord inom magasin 3:3a och 3:3b inom delområde 3.3 Almedal.

lager ett nordligt grundvattenflöde med förhållandevis låga nivåer och små gradienter. Direkt i anslutning till Kallebäcksmotets västra del ligger grundvattennivåer i undre magasin som som lägst cirka +2 (se graf i figur 6.26), sannolikt påverkade av dränerande väganläggningar. Ytterligare västerut i dalgångens centrala del stiger nivåerna svagt till mellan +2 och +3, för att längre söderut i dalgången stiga något ytterligare till mellan +3 och +4.

I magasin 3:3b Kallebäck i sydöst är en förhållandevis brant jordfylld dalsänka längs Kallebäcksliden (upp mot Delsjöområdet). Grundvattennivåerna är starkt påverkade av de höga bergnivåerna i denna sänka vilket resulterar i branta grundvattengradienter; på en sträcka av 400-500 meter stiger grundvattennivån från cirka +3 till cirka +15, figur 6.25. Registrerade grundvattennivåer visas i graf i figur 6.26.

Vid en provpumpning som genomfördes i brunnarna AA4004H och AA4001B med totalt 1,5 l/s, konstaterades påverkan inom 600-1000 meter huvudsakligen i nord-sydlig riktning. Från testet utvärderas en vattenförande förmåga mellan 6×10^{-5} och $4 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ för det undre friktionsjordlagret (se kapitel 3.7.2 och [5]).

Grundvatten i berg

Bergnivåmodellen (figur 6.23) visar två bergsänkor vilka åtskiljs av en centralt liggande bergrygg.

Det antas att det centralt i dalgångarna förekommer svaghetszoner med förhöjd sprickighet och högre vattenförande förmåga jämfört med områdets bergplintar.

Utförda tektoniska tolkningar, huvudsakligen baserat på information från tektonisk analys, visar på förekomst av flera västligt stupande svaghetszoner [4].

Magasinens känslighet och riskobjekt

Grundvattenmagasinen bedöms lokalt vara något känsliga för grundvattenpåverkan, speciellt i magasinens nordliga delar där befintliga anläggningar påverkar grundvattenförhållandena. 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 främst:

- 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.

7. Påverkan

7.1 Allmänt

Västlänken utgörs av anläggningsdelar som huvudsakligen byggs under grundvattennivån såsom tunnlar i berg och betongkonstruktioner i jord. Betongkonstruktioner byggs inom tät- och stödkonstruktioner i syfte att begränsa grundvattenpåverkan under anläggningsskedet, medan bergtunnlarna byggs efter att berget tätats med förinjektering. Efter anläggandet kan betongkonstruktioner anses som täta medan det i bergkonstruktioner fortlöpande kommer att tränga in grundvatten. Viss grundvattenpåverkan från betongkonstruktioner kan dock uppkomma genom att olika grundvattenmagasin får kontakt med varandra.

För att kunna analysera påverkan från Västlänken har ett flertal hydrauliska beräkningar utförts. Utgående från dessa beräkningar har för efter anläggningsskedet följande bedömningar gjorts:

- Inläckage av grundvatten
- Grundvattennivåsänkning inom influensområdet
- Influensområdets utbredning

De anläggningsdelar som ingår i Västlänken illustreras översiktligt i figur 7.1.

7.2 Inläckage av grundvatten till Västlänken efter anläggningsskede

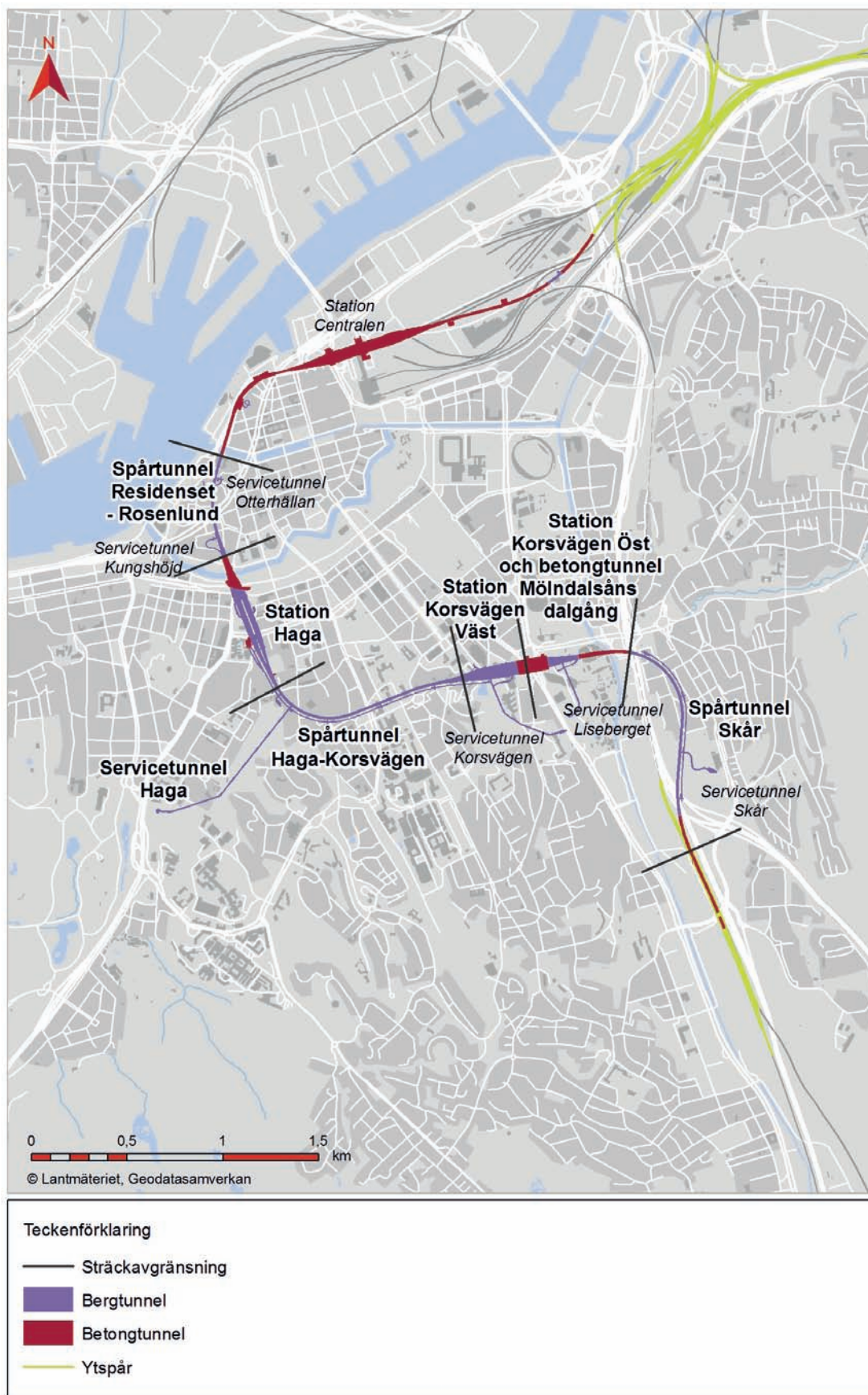
I detta kapitel redogörs för beräkningar och bedömningar av inläckage av grundvatten till Västlänken efter anläggningsskede. I anläggningen ingår bland annat spårtunnlar, stationer, servicetunnel som går parallellt med spårtunnlar, serviceschakt, servicetunnlar, tryckutjämningschakt, brandgasventilationsschakt, teknikrum och uppgångar. Anläggningens olika delar beskrivs översiktligt i Teknisk Beskrivning.

En bärande princip är att redovisade inläckage ska vara konservativa för att inte underskatta den påverkan som uppkommer, det vill säga att den faktiska påverkan i någon mening skulle bli större än prognosticerad påverkan. Utförda beräkningar redovisas i underlagsdokument [9] PM Hydrogeologiska beräkningar.

Den mest tillämpade ansatsen är att med prediktiva modellberäkningar analysera Västlänkens platsspecifika påverkan på grundvattenmiljön. I vissa fall har det inte varit möjligt eller ens önskvärt att tillämpa platsspecifika modelluppställningar. I dessa fall har generella hydrauliska data använts för att studera grundvattenmagasinens hydrauliska dynamik, till exempel för att analysera vilka parametrar som styr de hydrauliska utfallen och hur hydrauliska gränser styr grundvattenpåverkan.

I föreliggande kapitel redovisas beräkningsresultat och bedömningar gällande inläckage av grundvatten till Västlänken efter anläggandet. Vid bedömning av inläckage har även praktiska erfarenheter från andra berganläggningar vägts in. Dataunderlag, antaganden och beräkningsmetoder har valts för att sammantaget ge konservativa resultat. För information om beräkningsmetoder och beräkningsförutsättningar hänvisas till kapitel 3.

Bedömt inläckage till Västlänken för efter anläggningsskede redovisas för ett antal delsträckor, tabell 7.1. Dessa sträckor har avgränsats utifrån hydrogeologiska förutsättningar och Västlänkens utformning. Möjligheterna att utföra robusta mätningar av inläckande vatten har beaktats vid val av dessa delsträckor.



FIGUR 7.1 Illustration av planerade berg- och betongtunnlar samt anslutning till ytspår

TABELL 7.1 Sammanställning av bedömt inläckage av grundvatten efter anläggningsskede inom angiven anläggningsdel (inkluderar parallell servicetunnel, tvärtunnlar, teknikutrymmen, teknikschant etc) för sträckan 458+320 till 462+740 inklusive Servicetunnel Haga.

Geografisk position	Längdmätning	Längd	Efter anläggningsskede
		meter	Inläckage (l/min)
Residenset - Rosenlund	458+320 - 458+860	540	80
Station Haga	458+860 - 459+600	740	155
Spårtunnel Station Haga till Station Korsvägen	459+600 - 460+660	1 060	90
Station Korsvägen Väst	460+660 - 461+000	340	100
Station Korsvägen Öst och betongtunnel Mölndalsåns dalgång	461+000 - 461+550	550	105
Spårtunnel Skår	461+550 - 462+740	1190	110
Servicetunnel Haga		920	75
	Totalt	5 340	715

7.3 Grundvattennivåsänkning längs Västlänken

Prognoser av grundvattennivåpåverkan redovisas för grundvattenmagasin i jord och i berg.

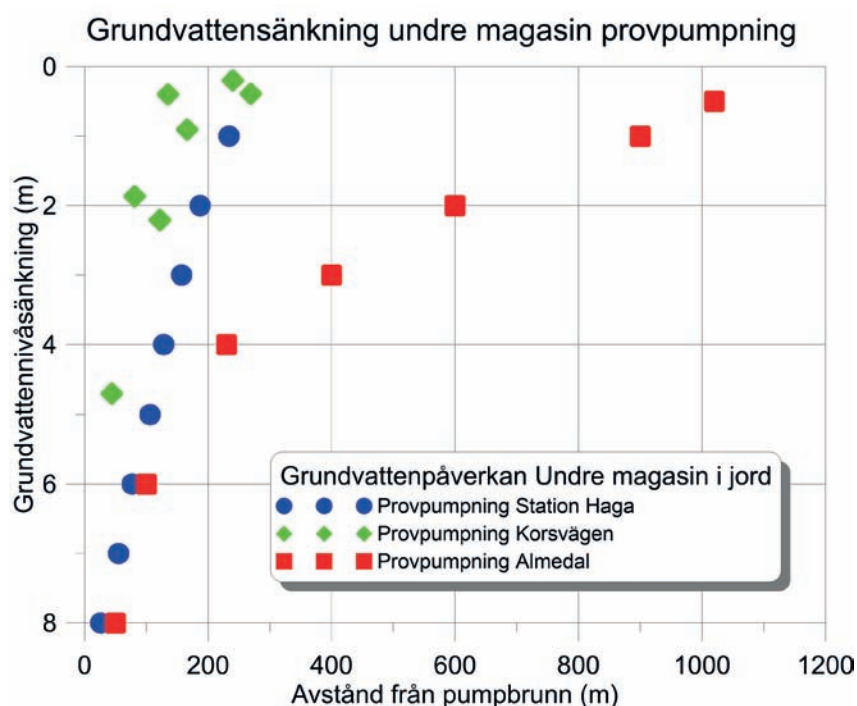
7.3.1 Grundvattennivåsänkningar i jord

Grundvattennivåsänkningar för undre magasin i jord har bedömts/beräknats både med respektive utan skyddsinfiltration:

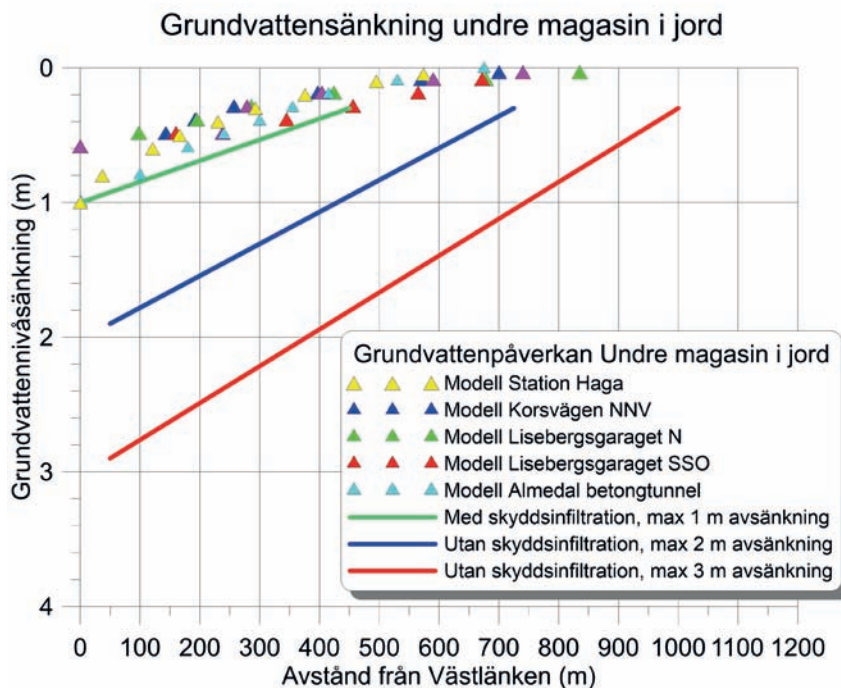
- Bedömning av grundvattennivåsänkning utan skyddsinfiltration baseras på erfarenheter från liknande projekt samt med

utgångspunkt från områdets hydrogeologiska förhållanden. Som stöd för denna redovisning har använts resultat från provpumpningar längs Västlänken.

- Bedömning av grundvattennivåsänkning med skyddsinfiltration baseras på grundvattenmodelleringar där (hypotetiska) grundvattennivåer i anslutning till anläggningen antas som beräkningsförutsättningar. Dessa nivåer antas vara stabila över tid och uppnås genom tekniska lösningar och vid behov skyddsinfiltration.



FIGUR 7.2 Graf över grundvattenpåverkan vid provpumpningar i Station Haga, Station Korsvägen och Almedal [4].



FIGUR 7.3 Illustration av grundvattensänkning i undre magasin i jord ut från Västlänken, baserat på numerisk modellering samt bedömd påverkan med och utan stödinfiltration.

I figur 7.2 sammanfattas grundvattennivåsänkning i undre magasin i jord från utförda provpumpningar. Dessa pumpningar utfördes med förhållandevis stora flöden och stora avsänkningar vid brunnarna, där den största konstaterade påverkan erhöles vid provpumpning i Almedal. Övriga två pumpningar resulterade i stora avsänkningar men begränsad utbredning.

Grundvattennivåpåverkan har även studerats genom numerisk modellering vid Station Haga, Station Korsvägen och vid betongtunnel- och tråg vid Almedal. Vid dessa modelleringar, som antas representera en situation då tekniska lösningar säkerställer en mycket begränsad påverkan, har en största grundvattensänkning (direkt i anslutning till anläggningen) antagits till 0,6-1,0 meter. Beräkningsresultat redovisas i figur 7.3. Den gröna linjen i figuren antas representera maximal grundvattennivåpåverkan i omgivningen då avsänkningen närmast anläggningen uppgår till 1 meter. Genom skyddsinfiltration i omgivningen kan grundvattennivån höjas så att skadlig grundvattensänkning undviks.

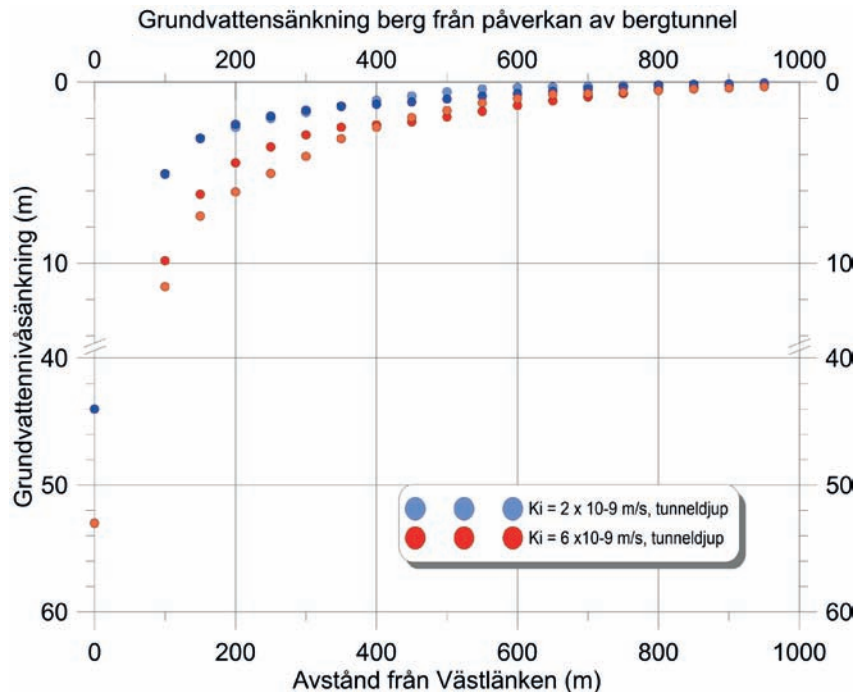
Blå och röd linje visar bedömd påverkan om eftersträvd täthet inte får full effektivitet. Den röda linjen kan tolkas som "worst case" och skulle kunna uppkomma under kortare tid tills förbättringsåtgärder har fått avsedd verkan.

7.3.2 Grundvattennivåsänkningar i berg

De största grundvattennivåsänkningarna i berg uppkommer i anslutning till tunneln (på tunnelnivå). Ut från tunneln i samtliga riktningar (radiellt) minskar nivåsänkningen; nedåt reduceras sänkningen till följd av bergets ofta minskande vattenförande förmåga på djupet och uppåt genom tillflöde av grundvatten vid ökad grundvattenbildning i berg och jord.

Avsänkning inom influensområdet sker i olika omfattning beroende på de geologiska materialets hydrauliska egenskaper och områdets grundvattentillgångar. Avsänkningen påverkas även av befintliga dränerande anläggningar. Generellt, men inte utan undantag, blir avsänkningen större nära tunnelanläggningen och mindre med ökat avstånd från tunneln. Längs zoner i berg uppkommer till följd av högre vattenförande förmåga både större och mindre grundvattensänkningar jämfört med i bergpartier utanför zoner (homogent berg).

För att studera grundvattennivåsänkning i berg har en modellering (tvärsnittsmodell Gibraltargatan) gjorts där tunnelns täthet valts till 2×10^{-9} m/s alternativt 6×10^{-9} m/s (Ki). Ingen skyddsinfiltration har utförts, dock har ökad grundvattenbildning vid avsänkta nivåer beaktats. Beräkningsresultat för grundvattennivåsänkning i berg



FIGUR 7.4 Schematisk visualisering av grundvattennivåsänkning i berg på tunneldjup i berg (55 meter) för två olika tunneltätningar; 2×10^{-9} m/s alternativt 6×10^{-9} m/s [9]. Observera att y-axeln klippts för att få bättre upplösning för små avsänkingsbelopp.

på tunneldjup visas i figur 7.4.

Av figur 7.4 framgår att grundvattensänkning i berg (på tunneldjup) kan förväntas vara mindre än 1 meter på ett avstånd överstigande 400-500 meter vid en tunneltätning på 2×10^{-9} m/s, medan motsvarande avstånd uppgår till 600-700 meter vid en tunneltätning på 6×10^{-9} m/s. Vidare kan man se att avsänkningen (i berg på tunnelnivå) inom 100 meter teoretiskt överstiger 5-12 meter beroende på tunneltätning.

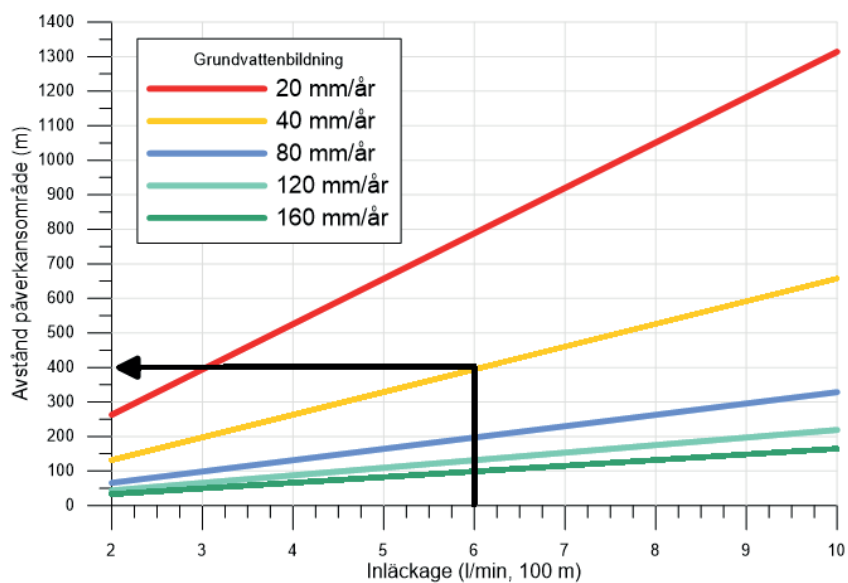
7.4 Influensområde

Influensområdet definieras som det område utanför vilket någon grundvattennivåpåverkan inte förväntas. Området är väl tilltaget (konservativt) och vid bedömning av områdets utbredning har hänsyn tagits till planerade skyddsåtgärder såsom tätning av anläggningen, dock inte skyddsinfiltration i anläggningens omgivning.

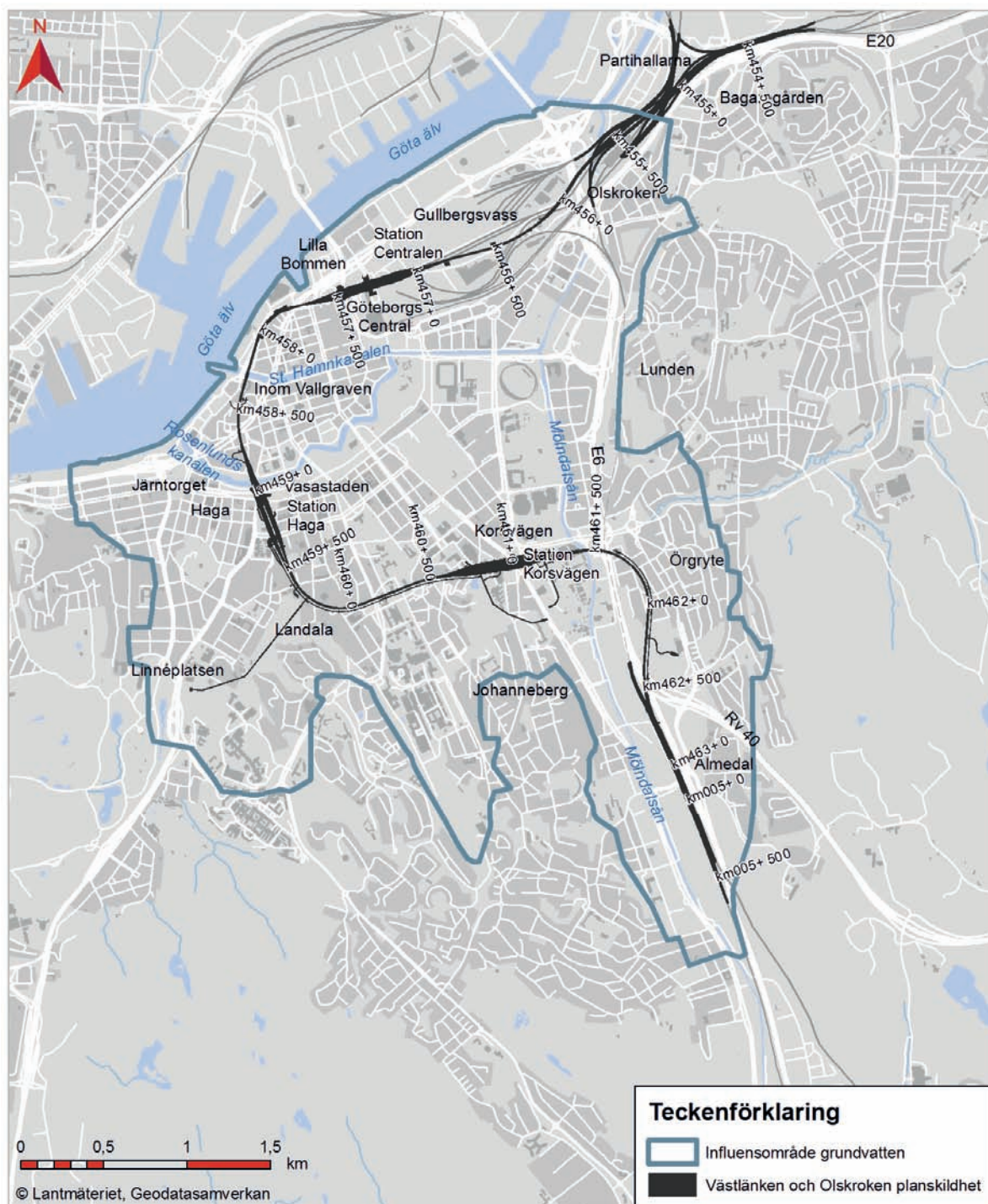
Vid utförda beräkningar har den yttre gränsen för influensområdet definierats av en grundvattensänkning på 0,3 meter i jord respektive 1,0 meter i berg (beroende på vilket som ger störst utbredning). Baserat på erfarenheter från ett flertal tunnelbyggnadsprojekt är det rimligt att anta att denna definition av influensområde med marginal klarar att innehålla all mätbar faktisk påverkan.

Bedömning av influensområdets utbredning kan även göras genom att studera vattenbalansen längs tunnelanläggningen (se kapitel 2.8.2). Det teoretiska angreppssättet bygger på att influensområdet motsvarar den area som krävs för att balansera inläckaget till anläggningen. Vid bedömning av influensområdets utbredning för Västlänken har utgått från ett inläckage på 6-10 l/min, 100 meter och en grundvattenbildning på 50-150 mm/år. Utifrån vattenbalanskalkyl ligger influensområdets yttre gräns mellan 100 och 600 meter ut från tunneln beroende av faktisk inläckage och grundvattenbildning.

Influensområdets utbredning längs hela tunnelanläggningen har konservativt bedömts till 400-1000 meter från tunneln. Influensområdets utbredning visas i figur 7.6.



FIGUR 7.5 Influensområde i berg baserat på balans mellan inläckage (bortledning av vatten) och grundvattenbildning till berg. Markerat är influensområdets utsträckning vid 6 l/min, 100 meter vid 40 mm/år grundvattenbildning. I figuren exemplifieras att influensområdet sträcker sig 400 m ut från Västlänken vid ett inläckage på 6 l/min, 100 meter vid en grundvattenbildning på 40 mm/år.



FIGUR 7.6 Influensområdets utbredning