

PM

GEOHYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN SÖDRA BREDDEN, GRIMSTA 5:2

**MAGNOLIA**

GEOHYDROLOGI
2018-04-30
Rev A 2019-02-27

UPPDRAG 277 927, Södra Bredden, Upplands Väsby Kommun
Titel på PM: Geohydrologiska förhållanden, Södra Bredden, Grimsta 5:2.
Datum: 2018-04-30

MEDVERKANDE

Beställare: Magnolia Bostäder
Kontaktperson: Elina Mårtensson

Konsult: Tyréns AB
Uppdragsansvarig: Leo Mille
Handläggare: David Stenman, Alexander Giron, Stefan Eriksson
Kvalitetsgranskare: Leo Mille

REVIDERINGAR

Revideringsdatum 2019-02-27
Version: A
Initialer: POL

Handlingen granskad av:

Peter Olsson

Datum: 2018-10-23

SAMMANFATTNING

Tyréns AB har på uppdrag av Magnolia Bostäder AB utfört en geohydrologisk undersökning av fastigheten Grimsta 5:2 (Södra Bredden) i Upplands Väsby kommun (undersökningsområdet).

Undersökningsområdet Grimsta 5:2 är belägen i Upplands Väsby kommun ca 20 kilometer norr om Stockholms innerstad, i direkt anslutning till E4:an och företagspark/köpcentrum InfraCity. För fastigheten pågår planarbete för anläggandet av fyra bostadskvarter och ett kvarter med vårdboende. Planerade byggnader består av 5 – 16 våningar.

Syftet med genomförda utredningsmoment är att utreda rådande geohydrologiska förhållanden (grund-, yt- och infiltrationsförhållanden). I uppdraget ingår att bedöma om schakter kan anläggas inom fastigheten utan att medföra risk för grundvattennivåsänkningar och omgivningspåverkan. Föreliggande PM är avsett att användas för planering av schakt- och grundläggningsarbeten, samt fungera som underlag vid den fortsatta processen avseende exploateringen.

Det är av stor vikt att förändringar i grundvattennivån inte uppkommer, och därigenom ger risk för att ytterligare sättningsprocesser uppkommer utöver de redan förekommande. Det pågår idag marksättningar i det norrut belägna InfraCity-området, orsakat av konsolidering i leran. Vid anläggning av schakter inom området är därmed viktigt att nuvarande grundvatten- och trycknivåer kan behållas, såväl i ytligt förekommande vatten, som i djupare belägna grundvattenmagasin. Planerade grundläggningsnivåer för ledningsschakter är belägna i nivå med eller under högsta påvisade grundvattennivåer. Bortledning och tillfällig sänkning av grundvattennivån (läns hållning) bedöms därmed vara erforderlig för entreprenadens genomförande. Bortledning av vatten och avsänkning av grundvattennivåer utgör vattenverksamhet, enligt 11 kap §3 i Miljöbalken. Generellt krävs tillstånd för vattenverksamhet. Tillstånd meddelas av Mark- och miljödomstolen.

Nivåer i såväl de ytnära marklagren som den djupare belägna akvifären har varierat under 2016–2017. Under större delen av perioden fanns en vikande trend, varvid en kraftig återhämtning skedde under november och december. Att grundvattennivåerna under lång tid varit låga och på kort tid kan stiga kraftigt bör beaktas vid den fortsatta projekteringen. Hänsyn behöver tas för att högre grundvattenförhållanden kan uppkomma inom området, än de som hittills har påvisats.

Spridningsväg från markyta till djupare belägen akvifär bedöms inte finnas, givet områdets geologiska uppbyggnad; ca 8–15 meter mäktigt lerlager. Området ger också vid besök på platsen ett tydligt sankt intryck vilket i sig också indikerar att förutsättningarna för perkolation och infiltration genom marklagren är starkt begränsade. Potentiellt kan pålningar inom området dock ge upphov till nya spridningsvägar, vilket behöver beaktas vid planering av pålningsarbetet.

De halter av föroreningar som indikerats förekomma i de ytliga marklagren (grundvatten och jord) karaktäriseras av låga eller svagt förhöjda halter förorenande ämnen och bedöms inte ge upphov till hälsorisker, vare sig nu eller efter exploatering (framtida boendemiljöer). Ytterligare provtagning med avseende på föroreningar i grundvatten bedöms ej vara erforderlig. Inför eventuella hantering/kvittblivning av överskottsmassor kan analys med avseende på lakning (skaktest SS-EN 12457–3) och analys på totalhalt organiskt kol genomföras; analyser som kan efterfrågas av externa mottagningsanläggningar.

Kontrollprogram för grundvattennivåer bör fortgå, för att ge underlag för bedömning av eventuell grundvattenpåverkan på allmänna eller enskilda intressen. Vidare kan en fördjupning av de geohydrologiska undersökningarna genomföras, för att närmare utreda i vilken omfattning som grundvattenbortledning kan förväntas vara erforderlig under entreprenadtid, och vilken omgivningspåverkan sådan bortledning kan ge upphov till.

Innehåll

SAMMANFATTNING.....	3
1 BAKGRUND OCH SYFTE.....	5
2 BESKRIVNING AV UNDERSÖKNINGSOMRÅDET	5
2.1 OMGIVNINGSBESKRIVNING.....	5
2.2 YTVATTENFÖRHÅLLANDEN.....	6
2.3 GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN.....	6
2.4 BEFINTLIG BYGGNATION.....	7
2.5 PLANERAD EXPLOATERING.....	7
3 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR.....	8
4 GENOMFÖRANDE	8
4.1 INVENTERING AV POTENTIellt MILJÖSTÖRANDE VERKSAMHETER.....	8
4.2 GRUNDVATTENLODNINGAR.....	9
4.3 PROVTAGNING OCH LABORATORIEANALYSER.....	10
4.4 BEDÖMNING AV FÖRORENINGSNIVÅER GRUNDVATTEN.....	10
4.5 POSITIONSBESTÄMNING OCH AVVÄGNING.....	11
5 RESULTAT	11
5.1 UPPMÄTTA GRUNDVATTENNIVÅER.....	11
5.2 PROVTAGNING ELLER ANALYS MED AVSEENDE PÅ FÖRORENINGSINNEHÅLL.....	13
6 DISKUSSION	15
6.1 MARKLAGER, GRUNDVATTEN, INFILTRATIONSFÖRHÅLLANDEN.....	15
6.2 GRUNDLÄGGNINGSNIVÅER I FÖRHÅLLANDE TILL GRUNDVATTENNIVÅER.....	15
6.3 PÅVERKAN PÅ VATTENFÖREKOMSTER	16
6.4 RISKANALYS.....	17
7 SLUTSATS OCH REKOMMENDATIONER.....	18
7.1 SÄRSKILDA KRAV.....	18
7.2 UPPFÖLJNINGSBEHOV.....	19
8 REFERENSER.....	20

Bilaga 1

Analysprotokoll – Provtagning grundvatten 2017-06-15

1 BAKGRUND OCH SYFTE

Tyréns AB har på uppdrag av Magnolia Bostäder AB utfört en geohydrologisk undersökning av fastigheten Grimsta 5:2 (Södra Bredden) i Upplands Väsby kommun (undersökningsområdet). För fastigheten pågår planarbete för anläggandet av ett flertal bostadshus. Den aktuella fastighetens ungefärliga läge redovisas som rödmarkerat i Figur 1 nedan.



Figur 1 Ungefärligt läge för undersökningsområdet Grimsta 5:2 (rödmarkerat område).

Syftet med genomförda utredningsmoment är att utreda rådande geohydrologiska förhållanden (grund-, yt- och infiltrationsförhållanden). I uppdraget ingår att bedöma om schakter kan anläggas inom fastigheten utan att medföra risk för grundvattennivåsänkningar och omgivningspåverkan.

Föreliggande PM är avsett att användas för planering av schakt- och grundläggningsarbeten, samt fungera som underlag vid den fortsatta processen avseende exploateringen.

2 BESKRIVNING AV UNDERSÖKNINGSOMRÅDET

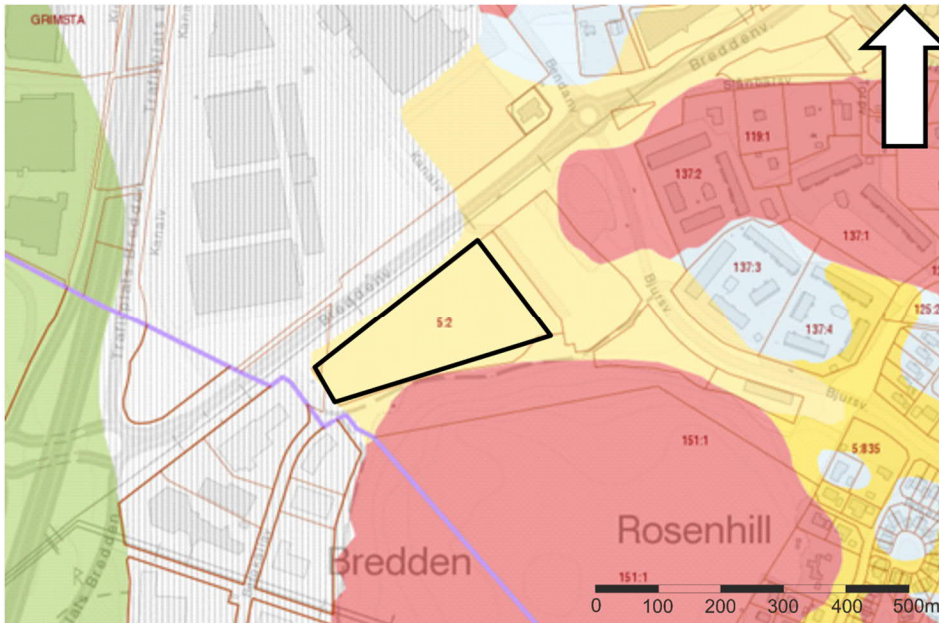
2.1 OMGIVNINGSBESKRIVNING

Undersökningsområdet Grimsta 5:2 är belägen i Upplands Väsby kommun ca 20 kilometer norr om Stockholms innerstad, i direkt anslutning till E4:an och företagspark/köpcentrum InfraCity. Fastigheten är flack och är bevuxen av gräs och buskar. Det aktuella området, ca 21 000 m², lutar svagt mot väster.

Marken inom undersökningsområdet utgörs av lera, med moränkullar belägna söderut och österut (Figur 2). I väster finns rullstensförekomsten Stockholmsåsen – Upplands Väsby. Under leran förekommer mäktiga lager friktionsjord, främst sand. Grundvattenströmningen i

friktionsjorden anges i WSP (2009) som riktad mot norr, men med svag utbildad grundvattengradient.

Inom det norrut belägna InfraCity-området pågår i dag marksättningar, på grund av konsolidering i leran (WSP 2009). Sättningarna varierar mellan några mm per år, till några centimeter.



Figur 2. Jordartskarta Södra Bredden (Grimsta 5:2) med näromgivningar (SGU Jordartskarta Serie Ae). Gul färg:lera, röd färg: morän, grön färg: isälvsavlagringar. Skrafferade ytor utgörs av fyllningsjord.

2.2 YTVATTENFÖRHÅLLANDEN

Undersökningsområdet ger ett sankt intryck, men ytvatten finns inte stadigvarande utbildat på fastigheten.

Undersökningsområdet avbördas till Norrviken, belägen ca 1,5 kilometer söderut. Norrviken avrinner i sin tur via Väsbyån till Mälaren. För Norrviken finns miljö kvalitetsnormer (MKN) upprättade för 2021. Norrviken är kraftigt påverkad av tidigare och fortgående utsläpp från tillrinningsområdet, och för närvarande (2017) uppnås inte miljö kvalitetsnormerna "god ekologisk status" och "god kemisk ytvattenstatus" i Norrviken, på grund av övergödning och förorenande ämnen. Norrvikens omsättningstid är 0,8 år, dess avrinningsområde 94 km², och dess volym 14 miljoner m³. (VISS, <http://viss.lansstyrelsen.se>)

2.3 GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN

Nordvästra delen av undersökningsområdet ansluter till rullstensförekomsten Stockholmsåsen – Upplands Väsby. För förekomsten finns MKN upprättade för 2021. För närvarande (2015) uppfylls inte kriterier för god kemisk grundvattenstatus, på grund av förhöjd klorid-halt.

Undersökningsområdet omfattas inte av gällande skyddszoner för vattenförsörjning. Det ligger dock i direkt anslutning till befintliga yttre skyddsområden för Hammarby och Rotsunda reservvattentäkter (01 FS 1981:51 och 01 FS 1974:132). Vidare är undersökningsområdet beläget inom det föreslagna tertiära och gemensamma skyddsområde för dessa båda vattentäkter, enligt de förslag till nya föreskrifter och skyddszoner som för närvarande provas av Länsstyrelsen.

2.4 BEFINTLIG BYGGNATION

Inom undersökningsområdet finns inga befintliga byggnader.

I södra delen av området finns befintliga VA-ledningar tvärs Breddenvägen och över fastigheten i sydlig riktning. Enligt uppgifter från beställare är dessa ledningar grundlagda på pålplattor, för att eliminera risken för sättningsskador på ledningarna. Söder om Breddenvägen och parallellt med den ligger ett stråk av VA-ledningar placerade på pålplattor. Intill dessa och söder därom ligger fjärrvärmelidningar, som dock ej är grundlagda på pålplattor, enligt underlag från beställaren.

Utanför aktuell fastighet ligger Norrvattens flödesmätarhus vid Bergkällavägen.

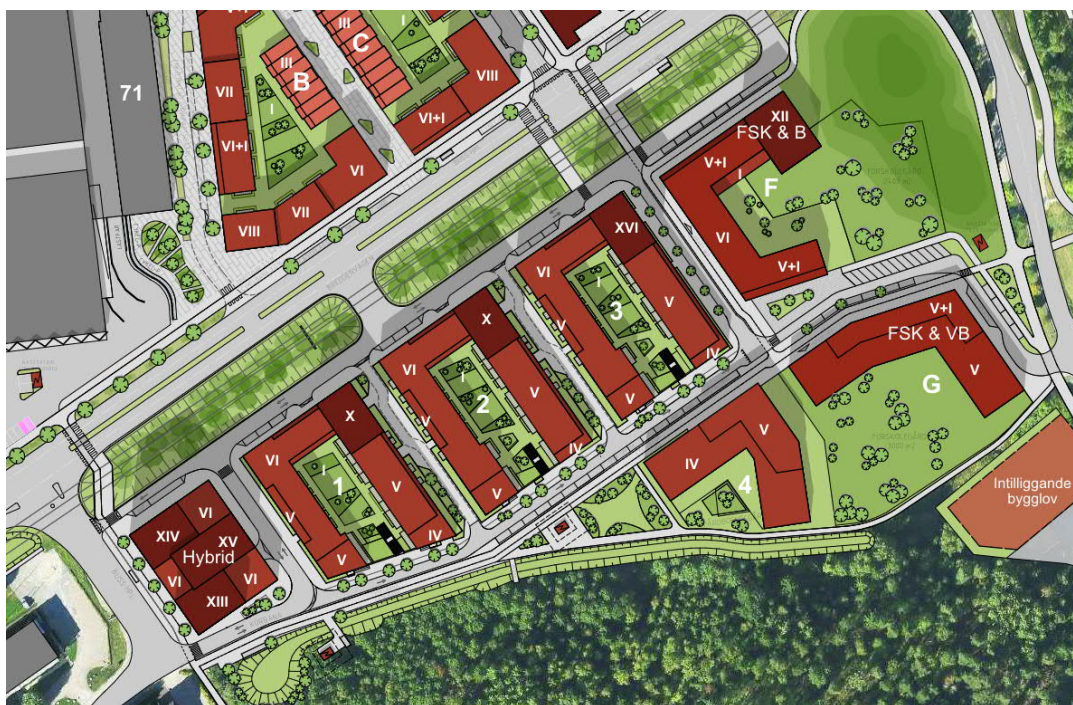
2.5 PLANERAD EXPLOATERING

Till området planeras fyra bostadskvarter och ett kvarter med vårdboende. Planerade byggnader består av 5 – 16 våningar, se Figur 3.

I västra delen av aktuellt område kommer en byggnad anläggas för kombinerade verksamheter; hotell och parkering. Denna byggnad anläggs ovanför ett magasin för dagvatten.

För exploateringen planeras marknivån inom området att bli höjd.

Exploateringen inom området omfattar också tillkommande gatukvarter, inklusive VA- och fjärrvärmeledningar.



Figur 3. Skissförslag planerade byggnader Södra Bredden (Grimsta 5:2). Illustrationsplan 2019-02-22.

3 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

WSP upprättade 2009 underlag för detaljplan (WSP 2009). Underlaget baserades på ditintills genomförda geotekniska undersökningar.

2015 genomförde Ragnsells en miljögeoteknisk markundersökning av fastigheten, inkluderat omgivningarna (Ragnsells 2015). Markundersökning genomfördes genom anläggande av sju provgropar, från vilka totalt 14 prover uttogs för analys på laboratorium. Resultaten visade på haltförhöjningar av kadmium och PAH-H inom området, till nivå överskridande generellt upprättad riktvärde för boendemiljöer (känslig markanvändning – KM).

Tyréns genomförde 2016 en miljögeoteknisk mark- och grundvattenundersökning på det norrut belägna InfraCity-området, Grimsta 5:557 (Tyréns 2016). Undersökningen omfattade provtagning av jord i 14 punkter och grundvattenprovtagning i 5 rör. Haltöverskridelser påvisades i det genomförda analysprogrammet, men halterna av förorenade ämnen bedömdes i rapporten överlag vara låga; totalt sett vara lägre än vad som annars ofta förekommer i fyllningsjord inom bebyggda områden. Som uppföljning av undersökningen 2016 har månatligen lodningar genomförts i tillgängliga grundvattentrör. En av de platser där grundvattentrör lodas inom detta kontrollprogram (16TGV09/16GV09a) är lokaliserad inom nu aktuellt undersökningsområde (Grimsta 5:2).

Utöver ovan nämnde sammanställning och undersökningar finns ett flertal äldre geotekniska rapporter. 2017 genomförde Tyréns en genomgång av geoteknisk information, och redovisade det i ett översiktligt utlåtande (Tyréns 2017). I Bilaga till detta utlåtande redovisas de äldre geotekniska undersökningar som genomförts i området.

4 GENOMFÖRANDE

4.1 INVENTERING AV POTENTIellt MILJÖSTÖRANDE VERKSAMHETER.

Länsstyrelsen har en databas med information om områden med känd eller bedömd potentiell föroreningsproblematik, den så kallade MIFO-databasen. En inventering av förekommande objekt i MIFO-databasen utfördes inför framtagandet av provtagningsplanen.

Inventeringen visade att inga kända verksamheter med möjlig föroreningsproblematik har varit belägna inom undersökningsområdet. Vad avser klorerade alifater - ämnen som är kända för att kunna transporteras långt såväl vertikalt som i horisontalled – identifierades åtta sådana verksamhetsobjekt i närområdet (Figur 4). Detaljer för de verksamheter som bedrivits vid de åtta objekten redovisas i Tabell 1. Av dessa åtta objekt utmärker sig objekt 1, som har klassats till "stor risk". Objekt 1 är emellertid beläget på andra sidan E4, på relativt stort avstånd (ca 350 meter).

Då flertal objekt identifierats med potentiell hantering av klorerade alifater, läts denna föroreningsparameter ingå i det analysprogram som användes för vattenprover uttagna från området.

Tabell 1. Verksamheter med potentiell föroreningsproblematik belägna i närområdet till Södra Bredden (Grimsta 5:2). För lokalisering, se Figur 4.

Objekt	Bransch (primär)	Riskklass
1	Verkstadsindustri - med halogenerade lösningsmedel	2 (stor risk)
2	Kemtvätt - med lösningsmedel	Ej riskklassad
3	Verkstadsindustri - med halogenerade lösningsmedel	Ej riskklassad
4	Verkstadsindustri - med halogenerade lösningsmedel	Ej riskklassad
5	Verkstadsindustri - med halogenerade lösningsmedel	Ej riskklassad
6	Grafisk industri	Ej riskklassad
7	Verkstadsindustri - med halogenerade lösningsmedel	Ej riskklassad
8	Grafisk industri	Ej riskklassad



Figur 4. Lägen av identifierade verksamheter med hantering av klorerade alifater i närheten av Södra Bredden (Grimsta 5:2).

4.2 GRUNDVATTENLODNINGAR

Lodningarna har gjorts genom manuella nivåmätningar med ljus-/ljud-lod.

Inom undersökningsområdet finns grundvattenrör på totalt 4 platser (Figur 5). Vid respektive läge finns dels grundvattenrör placerade i marknära jordlager (fyllning och lera), såväl som i djupare grundvattenmagasin (sand och grus).

Grundvattenrören på en av platserna (16TGV09 och 16TGV09a) installerades 2016-02-24, medan resterande grundvattenrör (17TGV01, 17TGV01m, 17TGV02, 17TGV02m, 17TGV03 och 17TGV03m) installerades 2017-06-05.

Det är grundvattenrör med suffix a eller m som är installerade i ytnära marklager (fyllning och lera). Dessa rör är av plast (PEH), medan de övriga är stålrör installerade med 0,5 meter filtersektion i den djupare belägen friktionsjord (sand/grus), se Tabell 2.

Tabell 2. Grundvattenrörsdata Södra Bredden (Grimsta 5:2), RH2000 och SWEREF 99 1800.

	Ytligt grundvatten (plaströr i lera/silt) plusnivåer (m)				Djupt GV- magasinet (stålrör i sand/grus) plusnivåer (m)			
	16TGV09a	17TGV01m	17TGV02m	17TGV03m	16TGV09	17TGV01	17TGV02	17TGV03
Installations år	2016-02-24	2017-06-05	2017-06-05	2017-06-05	2016-02-24	2017-06-05	2017-06-05	2017-06-05
Bedömd akvifär (övre/undre)	övre	övre	övre	övre	undre	undre	undre	undre
Rörtyp	PEH	PEH	PEH	PEH	stålrör	stålrör	stålrör	stålrör
Dimension	63mm	63mm	63mm	63mm	25mm	25mm	25mm	25mm
Filterlängd (m)	2,0	2,0	2,0	2,0	0,5	0,5	0,5	0,5
Rörlängd (m)	4,00	3,04	4,01	4,03	15,00	18,04	12,03	12,03
Rör över markyta (m)	0,93	0,73	1,00	1,03	1,12	1,04	0,94	0,80
x	6597973,8	6597943,7	6598016,1	6597976,7	6597973,9	6597943,7	6598016,1	6597976,7
y	145943,7	145969,6	146034,2	146113,2	145943,2	145969,6	146034,2	146113,2
z	13,14	13,24	13,25	13,98	13,30	13,55	13,19	13,75
Rörtopp (RH2000)	13,14	13,24	13,25	13,98	13,30	13,55	13,19	13,75
Markyta (RH2000)	12,21	12,51	12,25	12,95	12,18	12,51	12,25	12,95

4.3 PROVTAGNING OCH LABORATORIEANALYSER

Provtagning av grundvatten med avseende på föreningsparametrar (metaller, alifater, aromater, BTEX, PAH och flyktiga kolväten-VOC) utfördes i de rör som installerats i ytliga marklager (rör med suffix "m" alternativt "a").

Provtagningen genomfördes den 15 juni 2017. Före provtagningen omsattes grundvattenrören. Det analysprogram som ansattes för de uttagna prover redovisas i Tabell 3.

Analyserna utfördes med ackrediterade analysmetoder av laboratoriet Eurofins Environment Testing Sweden AB.

Tabell 3. Analysprogram använda för uttagna vattenprover

Ämnesgrupp	Ingående parametrar
BTEX	Bensen, Toluén, Etylbensen, Xylen
PAH	Krysen, Benso(b,k)fluoranten, Benso(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Di benso(a,h)antracen, Naftalen, Acenaftylen, Acenaften, Fluoren, Fenaftren, Antracen, Fluoranten, Pyren, Benso(g,h,i)perylene
Aromatiska kolväten	Fraktioner >C8-C10, >C10-C16, >C16-C35
Alifatisk kolväten	Fraktioner >C5-C8, >C8-C10, >C10-C12, >C12-C16, >C16-C35
Metaller	Arsenik, Barium, Bly, Kadmium, Kobolt, Koppar, Krom, Kvicksilver, Nickel, Vanadin, Zink
Flyktiga kolväten	1-Kloretan, 1, 1-Dikloretan, 1, 1-Dikloreten, 1, 2-Dikloretan, cis-1, 2-Dikloreten, trans-1, 2-Dikloreten, S:a cis+trans 1, 2-Dikloretener, 1, 1, 2-Trikloretan, 1, 1, 1, 2-Tetrakloretan, 1, 1, 2, 2-Tetrakloretan, Trikloretan, Tetrakloretan, Vinylklorid, Klormetan, Diklormetan, Triklormetan, Tetraklormetan, Styren, Fluorotriklormetan(CFC-11), Hexachlorobutadiene(HCBD), 2-Klortoluen, 4-Klortoluen, p-Isopropyltoluen, Klorbensen, 1, 2-Diklorbensen, 1, 3-Diklorbensen, 1, 4-Diklorbensen, S:a Diklorbensen, 1, 2, 3-Triklorbensen, 1, 2, 4-Triklorbensen, S:a Triklorbensen, 1, 2, 4-Trimetylbensen, 1, 3, 5-Trimetylbensen, Propylbensen, iso-Propylbensen, sec-Butylbensen, tert-Butylbensen, n-Butylbensen, 1, 2-Dibrometan, 1, 2-Dibrom-3-klorpropan, 1, 1-Diklorpropen, 1, 2, 3-Triklorpropan, 2, 2-Diklorpropan, 1, 2-Diklorpropan, 1, 3-Diklorpropan, cis-1, 3-Diklorpropen, trans-1, 3-Diklorpropen, Brombensen, Dibrommetan, Tribrommetan, Bromdiklormetan, Bromklormetan, Dibromklormetan, Metylbromid

4.4 BEDÖMNING AV FÖRORENINGSNIVÅER GRUNDVATTEN

För halter av metaller i grundvatten har SGU:s bedömningsgrunder (SGU 2013) använts som jämförelsevärden. Bedömningsgrunderna är inte riskbaserade, men kan användas som ett underlag för att bedöma om det är sannolikt att påvisade halter av olika ämnen är av naturligt ursprung eller är ett resultat av mänsklig (antropogen) påverkan.

Som jämförelseunderlag för petroleum-kolväten och PAH har rekommendationer för acceptabla haltnivåer vid efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar använts (SPBI 2012). Dessa uppsättningar av haltgränser är riskbaserade, och har upprättats för en rad olika exponeringsvägar och riskobjekt.

För de lättflyktiga ämnena (VOC) saknas relevanta svenska riktvärden för grundvatten. Som jämförelsevärde för dessa ämnen kan istället holländska så kallade interventionsvärden användas. Interventionsvärdena är riskbaserade och motsvarar de halter som bedöms föranleda åtgärd eller tillkommande undersökningsinsatser.

4.5 POSITIONSBESTÄMNING OCH AVVÄGNING

Inmätning av grundvattenrör och av markytans höjd utfördes med noggrannhetskrav enligt mätklass B enligt SGF Rapport 1:2013. Grundvattenytans nivå mättes med lod till överkant rör.

Inmätningen skedde i höjdsystem RH 2000 samt i plan Sweref 99 1800.

5 RESULTAT

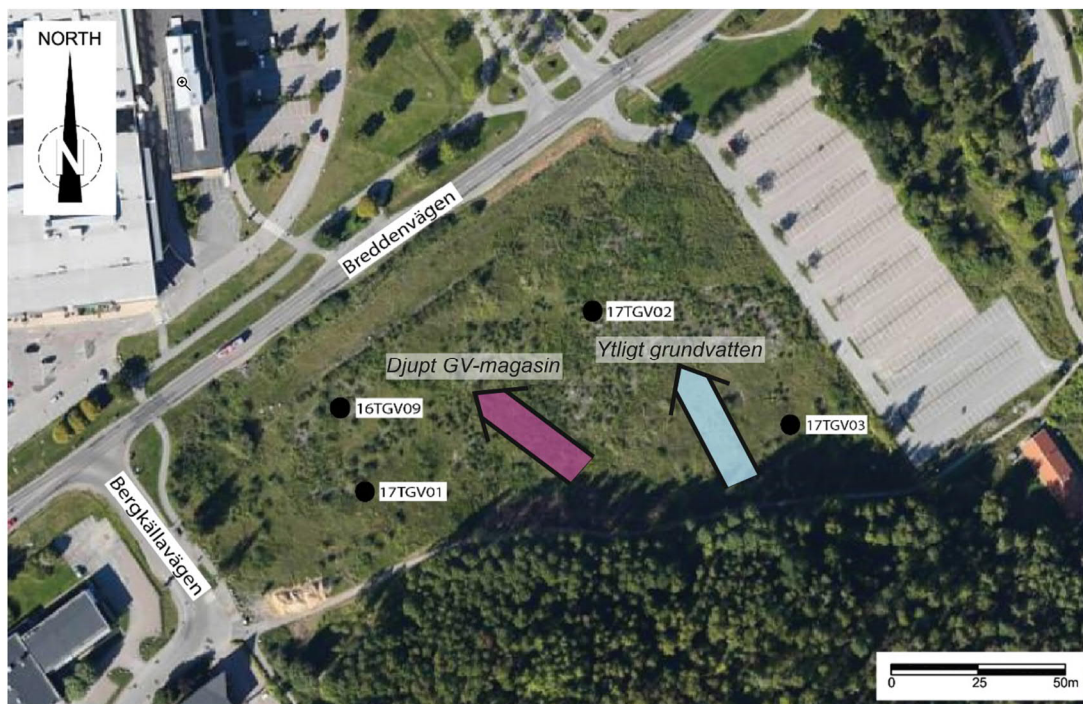
5.1 UPPMÄTTA GRUNDVATTENNIVÅER

Resultaten av grundvattenmätningarna redovisas i Tabell 4.

De fyra ytligt installerade grundvattenrören representerar den vattennivå som finns i de marknära jordlagren. De djupare installerade grundvattenrören indikerar trycknivåer för det vatten som förekommer i friktionsjord (sand och grus) på djup överstigande 8 meter från markytan.

Tabell 4 Grundvattennivåer Södra Bredden (Grimsta 5:2).

Plusnivåer (m) [RH2000]	Ytligt grundvatten (plaströr i lera)				Djupa GV- magasin (stålrör i friktionsjord)			
	16TGV09a	17TGV01m	17TGV02m	17TGV03m	16TGV09 (bedömt ej i funktion)	17TGV01	17TGV02	17TGV03
nivå, överkant filter	+9,6	+10,7	+9,7	+10,5	-1,2	-4,0	+1,7	+2,2
mars 2016	11,09				12,39			
april 2016	11,14				12,00			
maj 2016	11,05				12,20			
juni 2016	10,90				12,10			
juli 2016	10,69				12,03			
augusti 2016	10,63				11,97			
september 2016	10,53				12,11			
oktober 2016	10,51				11,87			
november 2016	11,37				11,83			
december 2016	11,15				11,86			
mars 2017	11,25				11,69			
april 2017	11,11				11,66			
maj 2017	10,62				11,68			
juni 2017	10,84	10,48	11,05	11,72	11,62	10,65	10,83	11,39
juli 2017	10,60	10,80	10,69	11,60	11,56	10,61	10,79	11,33
augusti 2017	10,13	10,58	10,15	11,40	11,53	10,45	10,61	11,08
september 2017	9,91	10,37	9,97	11,45	11,50	10,43	10,61	11,15
oktober 2017	9,77	10,25	9,76	11,62	11,34	10,38	10,64	11,31
november 2017	11,09	11,41	11,18	11,71	11,40	10,75	11,14	11,90
december 2017	11,24	11,62	11,39	11,86	11,35	10,95	11,41	12,20



Figur 5 Lägen grundvattenrör och bedömd riktning för grundvattenströmning, Södra Bredden (Grimsta 5:2).

Ytligt förekommande grundvattenyta

I de ytnära marklagren (fyllning och lera) följer grundvattennivån topografin, med en uttalad gradient mot nordnordväst (Figur 5). De högsta grundvattennivåerna förekommer därmed i östra delen av området, vid grundvattenrör 17TGV03m (Figur 6).

Över undersökningsperioden fluktuerar grundvattennivån i hög grad i de ytnära marklagren. En svag vikande trend fanns under 2016 och större delen av 2017. I november och december 2017 stiger emellertid grundvattennivåerna kraftigt och på kort tid (Figur 6).

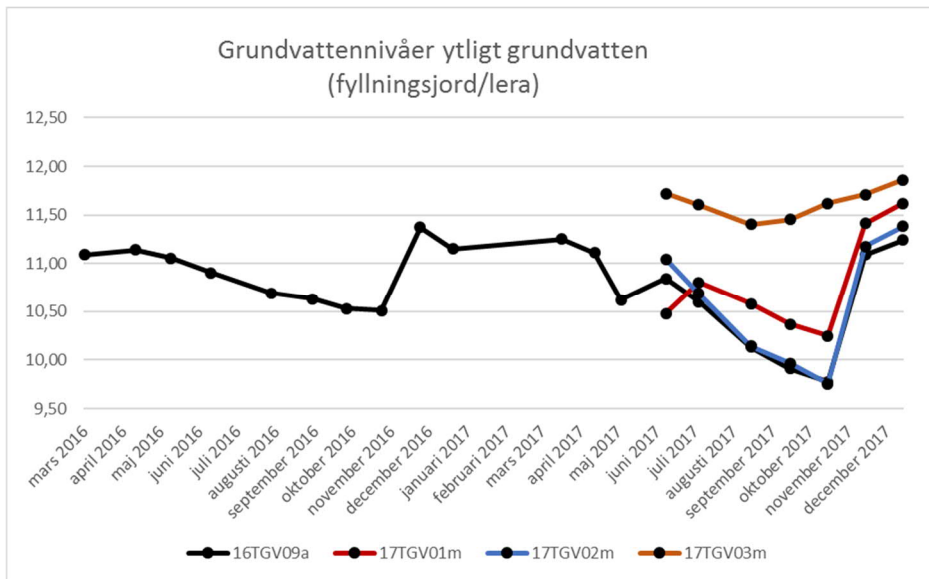
Trycknivåer i djupt belägen friktionsjord

I djupt förekommande grundvatten (sand/grus) har påvisade trycktytor i de olika grundvattenrören ett spann på ungefär en meter vid varje mättillfälle (Figur 7).

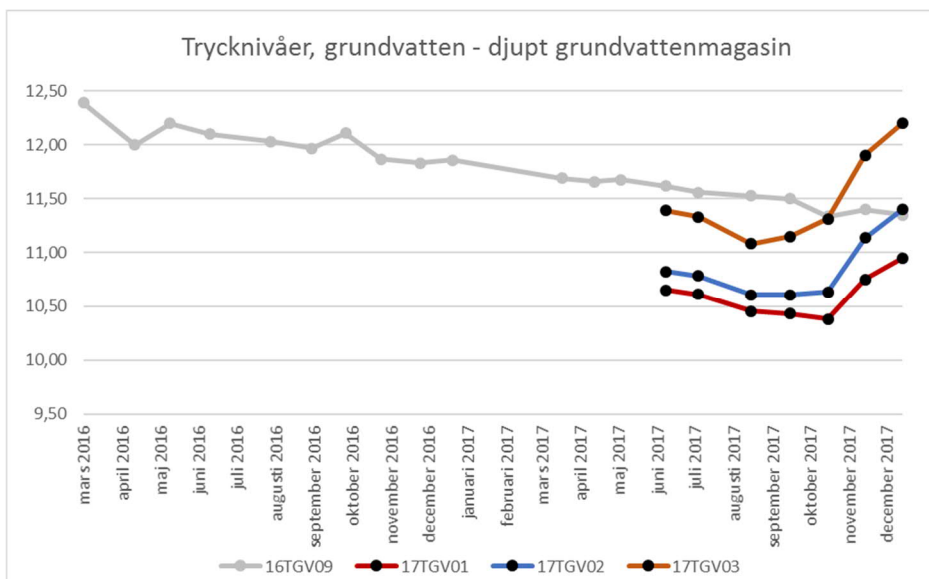
Genomförda mätningar indikerar att grundvattnets trycknivå i det djupare grundvattnet varit sjunkande under 2016–2017). Liksom för de ytliga grundvattenrören så skedde dock en kraftigt återhämtning under slutet av 2017 (Figur 7).

Grundvattenröret som 2016 installerades i djupt förekommande grundvatten (16TGV09) bedöms inte vara i funktion. Trycknivån i detta rör är stadigt sjunkande, följer inte tryckförändringar i övriga rör, samt har ett för den påvisade djupa grundvattenytan avvikande nivå (Figur 7).

Påvisade trycknivåer i övriga grundvattenrör installerade i djupt förekommande grundvatten (17TGV01, 17TGV02, 17TGV03) indikerar en gradient riktad nordväst (Figur 5).



Figur 6 Grundvattennivåer ytligt förekommande grundvatten, Grimsta 5:2 (RH2000).



Figur 7 Grundvattennivåer djupt beläget, slutet, grundvattenmagasin Grimsta 5:2 (RH2000).

5.2 PROVTAGNING OCH ANALYS MED AVSEENDE PÅ FÖRORENINGSSINNEHÅLL

Provtagning av grundvatten har gjorts från de rör som installerats i ytliga marklager (16TGV09a, 17TGV01m, 17TGV02m, 17TGV03m).

Vare sig vid installation av grundvattenrören, provtagning eller lodningar observerades indikationer på föroreningar i marklagren eller i grundvattenmiljön.

Resultaten från laboratorieanalyserna redovisar i Tabell 5 och 6, likväl som med analysprotokoll i Bilaga 1. Genomförda analyser på grundvattnet visar överlag på ringa föroreningssinnehåll, såväl för metaller, petroleumkolväten, PAH-ämnen och flyktiga kolväten. Förhöjda halter PAH-H

föreligger i två av grundvattenrören; 16GV09a och 17GV02m. I 16GV09a förekommer också en förhöjd halt av arsenik.

**Tabell 5. Resultatsammanställning metallhalter i ytligt grundvatten, Södra Bredden (Grimsta 5:2).
Analysresultat klassas i sammanställningen mot SGU:s bedömningsgrunder (mkt låg-mkt hög halt).**

	SGU-rapport 2013:01 ¹⁾					Provmärkning				
	Klassindelning enligt bedömningsgrunder									
	1	2	3	4	5	17TGV01m	17TGV02m	17TGV03m	16TGV09a	
	Mkt låg halt	Låg halt	Måttligt halt	Hög halt	Mkt hög halt					
Provtagningsdatum						2017-06-15	2017-06-15	2017-06-15	2017-06-15	
Rapportnummer						177-2017-06160536	177-2017-06160537	177-2017-06160538	177-2017-06160539	
Metaller										
Arsenik	µg/l	<1	1-2	2-5	5-10	≥10	1,9	1	1,9	6,6
Barium	µg/l						78	49	63	85
Kadmium	µg/l	<0,1	0,1-0,5	0,5-1	1-5	≥5	0,19	0,14	0,044	0,021
Kobolt	µg/l						2,6	0,58	1,5	0,97
Krom	µg/l	<0,5	0,5-5	5-10	10-50	≥50	<0,2	2	0,23	0,35
Koppar	mg/l	<0,02	0,02-0,2	0,2-1	1-2	≥2	0,014	0,0039	0,0042	0,0019
Kvicksilver	µg/l	<0,005	0,005-0,01	0,01-0,05	0,05-1	≥1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nickel	µg/l	<0,5	0,5-2	2-10	10-20	≥20	5,2	4	5,4	3,3
Bly	µg/l	<0,5	0,5-1	1-2	2-10	≥10	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Zink	mg/l	<0,005	0,005-0,01	0,01-0,1	0,1-1	≥1	0,038	0,0033	0,0025	0,002
Vanadin	µg/l						0,7	0,62	0,82	2

1) Bedömningsgrunder för grundvatten, SGU-rapport 2013:01, tabell 1 sid 23. Ersätter Naturvårdsverkets rapporter 4918 samt 4915.

Tabell 6. Resultatsammanställning alifater, aromater, PAH, BTEX samt klorerade alifatiska kolväten i ytligt grundvatten, Södra Bredden (Grimsta 5:2).

	SPI rekommendation ¹⁾						Provmärkning			
	Hälsa			Miljö						
	Dricksvatten	Angor i byggnader	Bevattning	Ytvatten	Våtmarker					
Provtagningsdatum						17TGV01m	17TGV02m	17TGV03m	16TGV09a	
Rapportnummer						177-2017-06160536	177-2017-06160537	177-2017-06160538	177-2017-06160539	
Alifater >C5-C8	µg/l	100	3000	1500	300	1500	< 20	< 20	< 20	< 20
Alifater >C8-C10	µg/l	100	100	1500	150	1000	< 20	< 20	< 20	< 20
Alifater >C10-C12	µg/l	100	25	1200	300	1000	< 20	< 20	< 20	< 20
Alifater >C12-C16	µg/l	100	-	1000	3000	1000	< 20	< 20	< 20	< 20
Alifater >C16-C35	µg/l	100	-	1000	3000	1000	< 50	< 50	< 50	< 50
Aromater >C8-C10	µg/l	70	800	1000	500	150	< 10	< 10	< 10	< 10
Aromater >C10-C16	µg/l	10	10000	100	120	15	< 10	< 10	< 10	< 10
Aromater >C16-35	µg/l	2	25000	70	5	15	< 5	< 5	< 5	< 5
PAH-L	µg/l	10	2000	80	120	40	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
PAH-M	µg/l	2	10	10	5	15	< 0,30	0,34	< 0,30	0,56
PAH-H	µg/l	0,05	300	6	0,5	3	< 0,30	0,49	< 0,30	0,57
Bensen	µg/l	0,5	50	400	500	1000	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Toluen	µg/l	40	7000	600	500	1000	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Etylbensen	µg/l	30	6000	400	500	700	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Xylen (sum)	µg/l	250	3000	4000	500	1000	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0

Samtliga analyserade klorerade alifatiska kolväten ligger under rapporteringsgränsen för analysmetoden.

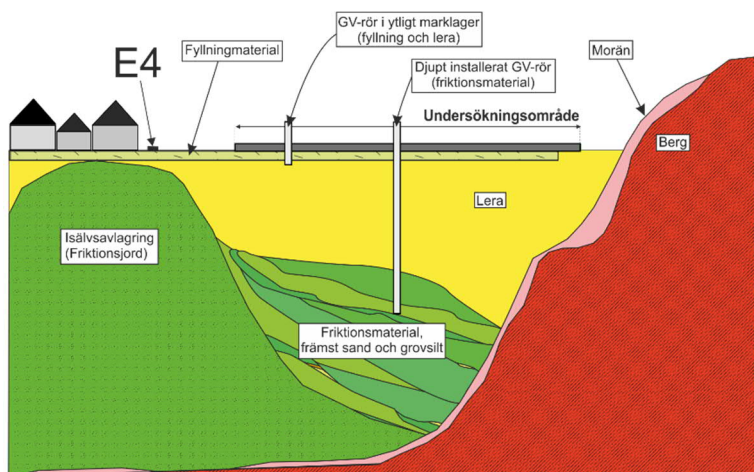
1) SPI rekommendation Efterbehandling av förorenade bensinstation och dieselanläggningar, dec 2010.

6 DISKUSSION

6.1 MARKLAGER, GRUNDVATTEN, INFILTRATIONSFÖRHÅLLANDEN.

Inom området förekommer ytligt grundvatten, utbildat i fyllning/lera, såväl som djupt liggande grundvatten i förekommande friktionsmaterial (sand och grus), se Figur 8. Det undre grundvattnet motsvarar en sluten akvifär, där påvisad grundvattenyta representerar en trycknivå. Den slutna akvifären förekommer på djup överstigande 8 meter.

Det är av stor vikt att föroreningar ej kan nå grundvattenförekomsten Stockholmsåsen- Upplands Väsby. Infiltrationsförhållanden som medger transport från markyta ned till grundvattenmagasin bedöms emellertid inte finnas. Mellan ytligt förekommande ytvatten och det som förekommer i djupt beläget friktionsmaterial finns ett lerlager med en tjocklek överstigande 8 meters mäktighet. Mäktigheten av det förekommande lerlagret bedöms vara tillräckligt stor för att med marginal ge en tätande funktion i markprofilen. Risk bedöms inte finnas att transportväg för föroreningar finns från markyta ned till grundvattenmagasin. Det dock av vikt att frågan om potentiella spridningsvägar även fortsatt beaktas under projekteringsarbetet, för att säkerställa att schakter, grundläggning och markförstärkning kan genomföras utan att transportvägar för föroreningar riskerar att uppkomma.



Figur 8 Principsektion, väster till öster. Markprofil Södra Bredden (Grimsta 5:2) med grundvattenrör i ytligt och djupare nivå med mellanliggande lerlager. Djupare läget representerar trycknivåer för de djupare liggande marklagren.

6.2 GRUNDLÄGGNINGSNIVÅER I FÖRHÅLLANDE TILL GRUNDVATTENNIVÅER

Grundläggningsnivåer för byggnader är enligt förslagsritningarna som lägst ca +13,00, eftersom lägsta golvnivå är planerad till +13,20. På gatumark kommer grundläggningsdjup att ligga på ca +12,20, då färdig höjd för gatan är satt till +12,40.

Planerade VA-ledningar inom området planeras att bli lagd på nivåer mellan ca +10,5 och +11,5 (uppgift från beställare).

Ytligt förekommande grundvattenyta (fyllning och lera)

De grundvattenrör som är installerade i ytligt förekommande fyllning och lera visar på högsta påvisade förekomst av vatten på knappt 1,0 m under marknivån, motsvarande nivå mellan +11,5 och +12,0 (Figur 6). Mätningar genomförda under 2016–2017 indikerar grundvattennivån i de ytliga jordlagren i hög grad fluktuerar. Under sista månaderna 2017 uppkom en kraftig stigning av grundvattennivåerna, vilket visar att grundvattenytan på kort tid kan variera inom området.

Även om förekomst av lera i markprofil kan antas kraftigt begränsa det flöde som sker till öppna schakter, medför de grundvattennivåer som påvisats att anläggandet av ledningsschakt under entreprenadtid skulle kräva bortledning av grundvatten

Grundvattennivån i de ytliga marklagren bestäms av dräneringsnivåer för gatumark och dagvattensystem. Vid utformning av LOD-anläggningar ska dessa planeras på sätt som möjliggör att vattennivåer kan bibehållas på ursprunglig nivå även efter entreprenadens genomförande. Den eventuella grundvattenavsänkning som kan uppkomma kan i sådant fall begränsas till den tidsperiod under vilken schakt står öppna.

Trycknivåer i djupt belägen friktionsjord (fyllning och lera)

I djupare grundvattenmagasin, uppbyggd av friktionsjord; sand och grus, är grundvattnets högsta påvisade trycknivå belägen ca 0,8 m under markytan. Denna trycknivå motsvarar pushhöjder på ca 11,0–12,2 meter (Figur 7). Under 2016–2017 har var nivåerna överlag vikande, men en kraftig återhämtning skedde under november-december 2017.

Detta djupare belägna grundvatten utgör en sluten akvifär som övertäcks av ett tätande lerlager. Den tätande funktionen hos den överlagrande leran tillförsäkrar att vatten i djupare belägna grundvattenmagasin inte flödar in till de schakter som planeras att bli anlagda.

6.3 PÅVERKAN PÅ VATTENFÖREKOMSTER

Ragnsells (2015) påvisade förekomst av rivningsmassor (betong och tegel) och halter av föroreningar i fyllningsjord som i mindre delar var i nivå och få överskred generellt riktvärde för så kallad Känslig Markanvändning (Naturvårdsverket, 2009), i första hand avseende PAH-H.

I föreliggande promemoria redovisas laboratorieanalyser som gjorts med avseende på innehåll av föroreningar i ytligt förekommande grundvatten. Laboratorieanalyserna visar överlag på låga halter föroreningar, såväl för metaller, petroleumkolväten, PAH-ämnen och flyktiga kolväten. Förhöjd halt av arsenik har emellertid påvisats i en provtagningspunkt (16GV09a), samt av PAH i två punkter (16TGV09a och 17TGV02m). De påvisade halterna bedöms dock inte medföra risker för vattenförekomster, baserat på att:

- Förutsättningar bedöms inte finnas för att ytligt förekommande föroreningar kan spridas genom markprofilen ned till friktionsjord, och vidare till rullstensförekomsten Stockholmsåsen – Upplands Väsby. Det är av dock av vikt att markprofilens tätande funktion kan bibehållas även under och efter framtida genomförande av schakter, grundläggning och markförstärkning.
- Den förhöjda halt av arsenik som påvisats i ett av fyra ytligt installerade grundvattenrör klassificeras som "hög" enligt de icke riskbaserade bedömningsgrunder som uppställts av SGU (2013). En medelhalt för de fyra rören motsvarar bedömningen måttlig påverkan. En jämförelse med dricksvattenkriterier (LSVFS 2011) visar att påvisad arsenikhalt i (6,6 µg/l) i 16TGV09a underskrider gränsvärde (10 µg/l) för dricksvatten (utgående vatten hos användaren). Risker med den påvisade halten arsenik bedöms inte finnas.
- Det generella riktvärdet för PAH-H överskrids i det ytligt förekommande grundvatten med avseende på skydd av dricksvatten såsom angett i SPBI (2012). Detta riktvärde är emellertid anpassat för skydd av brunnar för dricksvattenuttag "i omedelbar närhet till källområdet". Inom undersökningsområdet och dess omedelbara omgivningar finns inga brunnar för dricksvatten, och förekomsten av lera på platsen gör att sådana brunnar ej heller bedöms kunna anläggas i framtiden.

De generella riktvärdesnivåerna i SPBI (2012) förutsätter vidare att noll utspädning förekommer mellan föreningskälla och nedströms liggande uttagsbrunn. De generella riktvärdesnivåer som anges i SPBI (2012) bedöms därmed vara mycket konservativt ansatta. Inom området kan eventuella föroreningar som förekommer i marken förväntas bli utsatta för omfattande utspädningseffekter, innan något vattenuttag kan komma att göras från nedströms liggande dricksvattenbrunnar. Risk för påverkan på dricksvatten avseende PAH bedöms inte finnas.

- Vid förekomst av eventuell spridning av ytligt grundvatten till ytvattenförekomst kan konstateras att uppmätta halter av PAH-H är i nivå med det generella riktvärdet för skydd av ytvatten.

Vad avser generella riktvärden för ytvatten förutsätter dessa bland annat att utspädningen i skyddsobjektet/recipienten är 1/100 (SPBI 2012). Det vill säga, vid upprättande av det generella riktvärdet har antagits att det vatten som rinner från det förorenade området späds ut i recipienten i förhållandet 1 till 100.

Det ytvatten som för aktuellt undersökningsområdet utgör skyddsobjekt och närmaste recipient är Norrviken, belägen ca 1,5 kilometer söderut. Detta förhållandevis stora avstånd, samt Norrvikens volym, innebär att antagen utspädningsfaktor är mycket kraftigt underskattad. Grundantaganden för det generella riktvärdet avseende skydd av grundvatten bedöms därmed inte vara uppfyllda, och påvisad föroreningsituation (förhöjda halter PAH-H) bedöms ej utgöra någon risk för ytvatten.

6.4 RISKANALYS

De halter av föroreningar som indikerats förekomma i grundvatten karaktäriseras av låga eller svagt förhöjda halter förorenande ämnen. De påvisade halterna i grundvattnet bedöms som godtagbara och bedöms inte ge upphov till risk för hälsa eller miljö.

Ragnsells (2015) påvisade förhöjda halter av PAH-H och kadmium i jord inom undersökningsområdet. För båda dessa föroreningsparametrar är intag av vegetabilier styrande för de upprättade riktvärdena. Givet planerad användning av fastigheten och dess näromgivningar, bedöms inte att odling av vegetabilier kommer att förekomma i nämnvärd omfattning på platsen. Påvisade halter av föroreningar i jord bedöms därmed som godtagbara, och bedöms inte ge upphov till miljö- eller hälsorisker, vare sig nu eller efter exploatering.

Spridningsväg från markyta till djupare belägen akvifär bedöms inte finnas, givet områdets geologiska uppbyggnad; ca 8–15 meter mäktigt lerlager. Området ger också vid besök på platsen ett tydligt sankt intryck vilket i sig också indikerar att förutsättningarna för perkolation och infiltration genom marklagren är starkt begränsade. Potentiellt kan pålningsarbetena dock ge upphov till nya spridningsvägar, vilket behöver beaktas vid utformningen av pålningsarbetena. En sådan spridning bedöms dock främst ske i de översta metrarna dels på grund av vattenytans läge och dels på grund av det tryck den omslutande täta jorden utövar på pålen. Grundvattnets trycknivå i det undre magasinet sammanfaller dock relativt väl med registrerad vattenytan i det övre magasinet vilket betyder att förutsättningen för ett vattenutbyte mellan magasinen är liten.

Avgörande generellt för att en spridning av föroreningar mellan de två magasinen sker är hur väl leran omsluter pålarna. Eftersom leran komprimeras vid installationen av pålarna kommer leran i normalfallet att vilja expandera efter installationen och därigenom återförsluta längs med pålarna. Det som skulle kunna förhindra en sådan återförslutning är om tryckskillnaden är tillräckligt stor mellan de två magasinen att en materialtransport sker längs pålen som leder bort lera och därigenom kan inte leran återförslutas kring pålen. I detta fall bedöms inte denna tryckskillnad vara tillräcklig för att åstadkomma en materialtransport.

Pålning bedöms därmed kunna utföras utan risk för föroreningsutbredning till grundvattenförekomsten.

Nivåer i såväl de yttnära marklagren som den djupare belägna akvifären har varierat under 2016–2017. Under större delen av perioden fanns en vikande trend, varvid en kraftig återhämtning skedde under november och december. Att grundvattennivåerna under lång tid varit låga och på kort tid kan stiga kraftigt bör beaktas vid den fortsatta projekteringen. Hänsyn behöver tas för att högre grundvattenförhållanden kan uppkomma inom området, än de som hittills har påvisats.

Det är av stor vikt att förändringar i grundvattennivån inte uppkommer, och därigenom ger risk för att ytterligare sättningsprocesser uppkommer utöver de redan förekommande. Det pågår

idag marksättningar i det norrut belägna InfraCity-området (WSP 2009), orsakat av konsolidering i leran. Vid anläggning av schakter inom området är därmed viktigt att nuvarande grundvatten- och trycknivåer kan behållas, såväl i ytligt förekommande vatten, som i djupare belägna grundvattenmagasin.

7 SLUTSATS OCH REKOMMENDATIONER

7.1 SÄRSKILDA KRAV

Föroreningar

Ytterligare provtagning med avseende på föroreningar i grundvatten bedöms ej vara erforderlig.

Förekomst av påverkat fyllningsmaterial (rivningsrester och förhöjda halter av föroreningsparametrar) begränsar dock möjlighet till återanvändning/återfyllning och medför särskilda krav att eventuella externa mottagningsanläggning har tillstånd att ta emot aktuella föroreningshalter.

Grundläggning

För att minimera skadliga sättningar inom området kan markförstärkning med KC-pelare bli aktuellt för området (Tyréns 2018). KC-pelare bedöms inte i avgörande grad ge påverkan på vattenkvalitet eller urlakningsförhållanden, utöver att en PH-höjning är att förvänta i pelarnas närmaste omgivning. För att minska risken för att förhöjda halter av förorenande ämnen uppkommer i marken ska ingående komponenter i använd cementblandning vara dokumenterad.

Viktigt att beakta vid dimensionering och placering av KC-pelare är att de potentiellt kan ha högre genomsläpplighet än omkringliggande lera, och därmed innebära en transportväg för det vatten som förekommer i markprofilen.

Skydd för vattenförekomst/krav enligt skyddsföreskrifter till vattentäkt

Undersökningsområdet omfattas inte av gällande skyddszoner för vattenförsörjning. Det ligger dock i direkt anslutning till befintliga yttre skyddsområden för Hammarby och Rotsunda reservvattentäkter, och är dessutom beläget inom föreslaget gemensamt tertiärt skyddsområde för dessa båda täkter.

Infiltrationsförhållanden som medger transport från markyta ned till grundvattenmagasin bedöms inte finnas. Måktigheten av förekommande lerlager bedöms vara tillräckligt stor för att med marginal ge en tätande funktion i markprofilen. Vid eventuell installation av kalkpelare, bör förnyad bedömning göras avseende i vilken grad utformning och placering av dessa kan ha inverkan på grundvattenflöden genom markprofilen.

För att säkerställa att transportväg för föroreningar inte uppkommer vid genomförande av pålning och installation av KC-pelare, bör sådant arbete föregås av att en grundläggningsplan upprättas. Denna plan ska beskriva hur och var arbeten utförs, och vilka försiktighetsåtgärder som bör vidtas.

Potentiell påverkan på riskobjekt/skadeobjekt

Grundläggningsnivåer för planerade byggnader är belägna ovan markyta och högsta påvisade grundvattennivåer. Påverkan på riskobjekt som följd av påverkan på grundvatten bedöms därmed inte kunna uppstå som vid anläggning av planerade byggnader.

Planerade grundläggningsnivåer för ledningsschakter är belägna i nivå med eller under högsta påvisade grundvattennivåer. Bortledning och tillfällig sänkning av grundvattennivån (läns hållning) bedöms därmed vara erforderlig för entreprenadens genomförande.

Bortledning av vatten och avsänkning av grundvattennivåer utgör vattenverksamhet, enligt 11 kap §3 i Miljöbalken. Generellt krävs tillstånd för vattenverksamhet. Tillstånd meddelas av Mark- och miljödomstolen.

7.2 UPPFÖLJNINGSBEHOV

Påvisad föroreningssituation bedöms inte ge upphov till behov av uppföljande undersökningar. Inför eventuella hantering/kvittblivning av överskottsmassor kan analys med avseende på lakning (skaktest SS-EN 12457-3) och analys på totalhalt organiskt kol genomföras; analyser som kan efterfrågas av externa mottagningsanläggningar.

Kontrollprogram för grundvattennivåer bör fortgå, för att ge underlag för bedömning av eventuell grundvattenpåverkan på allmänna eller enskilda intressen. Mätningarna bör vara månatliga och utföras i de installerade grundvattenrör såväl före som efter planerad entreprenad. Med ett kontrollprogram kan osäkerheter minska kring vad som utgör normala såväl som högsta grundvattennivåer, trycknivåer och förekommande fluktuationsmönster.

Vidare kan en fördjupning av de geohydrologiska undersökningarna genomföras, för att närmare utreda i vilken omfattning som grundvattenbortledning kan förväntas vara erforderlig under entreprenadtid, och vilken omgivningspåverkan sådan bortledning kan ge upphov till. Kompletterande geohydrologiska utredningsmoment kan inkludera detaljstudier av markförhållanden på platsen.

8 REFERENSER

- Naturvårdsverket (2009) Riktvärden för förorenad mark -Modellbeskrivning och vägledning, Rapport 5976, september 2009. Uppdaterade juli 2016.
- Ragnsells (2015) Översiktlig markundersökning Grimsta 5:2, Upplands Väsby. Daterad 2015-02-25.
- SGU (2013) Bedömningsgrunder för grundvatten. SGU-rapport 2013:01
- SLVFS (2011) Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten, SLVFS 2011:3
- SPBI (2012) Svenska petroleuminstitutet. SPI Rekommendation, Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar, uppdaterad 2012-01-29
- Tyréns (2016) Miljöteknisk markundersökning InfraCity. 2016-06-10.
- Tyréns (2017) Översiktligt geotekniskt utlåtande. Södra Bredden, Upplands Väsby kommun. 2017-10-27.
- WSP (2009) PM Geoteknik, underlag för detaljplan. Daterad 2009-07-01.
- VISS – (VattenInformationsSystem Sverige) <http://www.viss.lst.se>. Vattenmyndigheterna och Länsstyrelserna i Sverige.