
Rapport

Kompletterande miljöteknisk markundersökning med riskbedömning och åtgärdsutredning

Jordbro arena

Jönköpings kommun



Källa: Tengbom, 2016-11-14

2017-05-31



Vatten och
Samhällsteknik AB

Medverkande

Maria Sandström, VoS, handläggare
Peter Sandström, VoS, handläggare/uppdragsansvarig
Markus Karlsson, BGK, fälttekniker
John Karlsson, BGK, fälttekniker
Janne Svensson, BGK, fälttekniker
Emma Holmén, assisterande handläggare/fälttekniker

Granskning	Namn	Datum
Granskad internt	P Sandström	2017-05-15
	M Sandström	2017-05-15
Slutprodukt godkänd	P Sandström	2017-05-31
Revidering		

Innehåll

Sammanfattning	1
Inledning	5
Områdesbeskrivning.....	6
Tidigare undersökningar	14
Fältundersökningar	16
Analyser	18
Bedömningsgrunder för jord	18
Bedömningsgrunder för grundvatten	22
Resultat och resultatdiskussion	23
Sammanfattande bedömning av föroreningssituationen	29
Riskbedömning Jordbrovallen	35
Åtgärdsutredning Jordbrovallen	44
Rekommendationer	50

Bilagor

Bilaga 1	Fältprotokoll med jordlagerföljder från skruvborrning
Bilaga 2	Fältprotokoll med nivåer m.m. från grundvattenprovtagning
Bilaga 3 a	Analysresultat jord jämfört med generella och platsspecifika riktvärden
Bilaga 3 b	Analysresultat jord och sammanfattande statistik för parametrar med halter > MKM från samtliga genomförda undersökningar vid Jordbrovallen, avseende nivåerna 0-0,5 m.u.my., 0,5-1 m.u.my., och 1-1,5 m.u.my.
Bilaga 4	Analysresultat grundvatten jämfört med bedömningsgrunder
Bilaga 5	Analysrapporter jord
Bilaga 6	Analysrapporter grundvatten
Bilaga 7 a-b	Beräkning av platsspecifika riktvärden PSRV A respektive PSRV B
Plansch 1-6	Situationsplaner med provpunkter och påvisad föroreningsgrad i jorden för nivåerna 0-0,5 m.u.my., 0,5 – 1 m.u.my., 1-1,5 m.u.my., 1,5-2 m.u.my., 2-3 m.u.my. och 3-7 m.u.my.
Plansch 7-10	Situationsplaner med Kriging-interpolerad föroreningsutbredning avseende PAH-H för nivåerna 0-0,5 m.u.my., 0,5-1 m.u.my., 1-1,5 m.u.my. och 1,5-2 m.u.my.

Sammanfattning

Uppdrag, avgränsningar och genomförande

Vatten och Samhällsteknik AB har på uppdrag av Jönköpings kommun utfört en kompletterande miljöteknisk markundersökning med tillhörande riskbedömning och åtgärdsutredning avseende fastigheterna Torpa 2:1 och Simsholmen 1:1 4/3 vid Jordbrovallen i södra delen av Jönköping. Fastigheterna ägs av Jönköpings kommun och området detaljplaneläggs nu för uppförande av en ny fotbollsarena m.m. Undersökningsområdet, som ursprungligen var ett kärrområde kring Tabergsånen har till största delen tidigare använts som deponi-utfyllnadsområde.

Den kompletterande miljötekniska markundersökningen har omfattat bedömning av jordlagerföljder, mätning av grundvattennivåer samt provtagning av jord ($0 - \leq 2$ m i 35 punkter) och grundvatten (i 5 punkter). Syftet med jordprovtagningen har främst varit att komplettera tidigare utförda miljötekniska undersökningar inom det f.d. deponi-/utfyllnadsområdet vid Jordbrovallen för att få bättre kunskap dels om förorenings-situationen i de ytligare jord-/fyllnadslagren inom Jordbrovallenområdet, men även att översiktligt undersöka föroreningssituationen kring broområdet vid Tabergsånen i sydost och nedanför deponi-/utfyllnadsslätten i nordost. Syftet med grundvattenprovtagningen har varit att undersöka föroreningssituationen i grundvattnet för bedömning av spridning till möjliga recipienter, d.v.s. till ytvattensystemet Tabergsånen-Munksjön-Vättern samt till underliggande grundvattenförekomst.

Markundersökning, riskbedömning och åtgärdsutredning har till viss del begränsats i både omfattning och djup med hänsyn till den begränsade tid som stått till förfogande. Hälsorisker p.g.a. eventuella föroreningar i jordluften har uteslutits ur utredningen då detta förutsätts hanteras i separat gasutredning. Riskbedömning och åtgärdsutredning har fokuserats till det f.d. deponi-/utfyllnadsområdet vid Jordbrovallen.

Riskbedömningen grundar sig på platsspecifika riktvärden (PSRV), framtagna för att beakta lokala skyddsvärden samt undersökningsområdets specifika planerade markanvändning. Platsspecifika riktvärden har beräknats för jord med olika djupintervall, dels PSRV A som gäller för yttlig jord $< 1,5$ m.u.m., och dels PSRV B som gäller för jord $> 1,5$ m.u.m.

Föroreningssituation Jordbrovallen

Föroreningssituationen i jorden och grundvattnet inom det f.d. deponi-/utfyllnadsområdet vid Jordbrovallen har bedömts utifrån analysresultat från nu och tidigare genomförda undersökningar. Sammantaget har halter överskridande PSRV A påvisats i sju av 40 provpunkter, lokaliserade främst i de norra och västra delarna av Jordbrovallen. Flest halter överskridande PSRV A har påträffats på nivån 1-1,5 m.u.m. Föroreningsnivån i det ytligaste jord-/fyllnadslagret (0-0,5 m) bedöms vara acceptabel, liksom i jord-/fyllnadsmassor på större djup än 1,5 m.u.m. Utifrån påvisad förekomst av höga föroreningshalter ($>$ PSRV A) samt teoretiskt beräknade föroreningsmängder och potentiellt förorenad jordvolym görs bedömningen att föroreningsnivån i fyllnadsmaterialet inom Jordbrovallen generellt sett är hög-mycket hög för PAH-M och PAH-

H, måttlig-hög för aromater >C10-C35, låg-måttlig för koppar, zink och PAH-L samt låg för övriga undersökta föroreningar.

I grundvattnet har analysresultat indikerat allvarlig föroreningsgrad avseende dioxiner och furaner samt i viss mån avseende PAH-H och PAH-M. Resultat från ytvattenprovtagning i Tabergsån har visat på genomgående låga föroreningshalter, dock med viss indikation om föroreningspåverkan av PAH-L¹ och PAH-M från deponiområdena² kring Tabergsån men inte med säkerhet från Jordbrovallen. Eftersom provtagning av grundvatten och ytvatten hittills bara utförts vid ett till två tillfällen, och då analysresultaten avseende PAH varit mycket varierande kan i dagsläget inga slutsatser dras om PAH-föroreningsnivån i grundvattnet eller spridningen till ytvattnet från deponi-/fyllnadsmassorna vid Jordbrovallen.

Riskbedömning Jordbrovallen

I en samlad riskbedömning för Jordbrovallenområdet, med hänsyn tagen till föroreningsnivå, skyddsobjekt samt spridnings- och exponeringsförutsättningar vid planerad markanvändning bedöms viss risk avseende markmiljön inom begränsade delar av planerade grö-/parkytor direkt norr och väster om själva arenaområdet. Om exploateringen innebär en sänkning av marknivån (i norr/väster), och därmed avlägsnande av ”ren” yttlig jord, ökar risken för markmiljön inom berörda områden, liksom exponeringsrisken för människor. Exponeringsrisken bedöms annars vara liten och främst beaktansvärd avseende korttidsexponering för PAH-H-föroreningen på djupet 0,5-1 m.u.my. i anslutning till punkten 1712 i väster. Preliminärt bedöms risk även finnas för påverkan på ytvattenrecipienter samt på underliggande grundvattenförekomst, men ytterligare undersökningar krävs för att bekräfta eller dementera dessa risker.

Åtgärdsutredning Jordbrovallen

För att begränsa bedömda risker har olika åtgärdsalternativ tagits fram. De beaktade alternativen inkluderar olika maxalternativ, d.v.s. åtgärdande av hela föroreningskällan, och ett nollalternativ, d.v.s. nuvarande markanvändning utan arenabebyggelse och efterbehandlingsåtgärder. Varken maxalternativen eller nollalternativet bedöms dock vara samhällsekonomiskt eller miljömässigt motiverade. De åtgärder som förslås är följande:

- Åtgärder för att kontrollera, reglera och minimera volymen på det utgående vattnet, lakvattnet. Planerad stabiliseringsspont nedströms föreslås kompletteras med innanför liggande avskärande dräneringsdike i nivå med grundvattenytan, samt med nivåreglerad avledning av dräneringsvatten mot särskild utloppspunkt vid Tabergsån. Kostnad för diket med nivåregleringsbrunn bedöms vara knappt 300 000 SEK. Tillkommande grundvatten föreslås avledas med dränerande stråk uppströms fyllningens (deponins) västra och norra kant. Kostaden för avskärande dike bedöms till cirka 1 MSEK. Fotbollsplanerna föreslås anläggas med tätande membran och ovanför liggande dräneringsskikt, som samlar upp och avleder infiltrerat dagvatten. Membranet bör eventuellt även underlagras av dräneringsskikt för att avleda gas beroende på vad gasutredning visar. Kostnaden för åtgärden beräknas översiktligt till drygt 2 MSEK. Det tätande membranet innebär även extra skydd mot exponering.

¹ Polycykliska aromatiska kolväten med låg molekylvikt

² Hagadeponin, Gräshagsdeponin och Jordbrovallen

-
- För skydd av markmiljö och exponering föreslås dessutom övertäckning och terrassering med 0,5 m jord för de delar där PSRV A överskrids och som kommer att utgöra natur-/parkmark mot grannfastigheterna i väster och norr. Åtgärden baseras på att det befintliga översta jordskiktet (0-0,5 m.u.my.) bevaras, vilket resulterar i ett översta skikt om ca 1 m ”rena” massor. Ungefärlig kostnad för övertäckningen bedöms vara knappt 0,4 MSEK. Om det blir aktuellt med en sänkning av marknivån inom natur-/parkmarksområdena i norr/väster, och därmed avlägsnande av ”ren” yttlig jord, kan övertäckning med tjockare jordlager behövas för att säkerställa ca 1 m ”ren” yttjord.
 - Eventuell lokal urgrävning kring provpunkt 1712 i väster för att reducera risk för korttidsexponering avseende jord på djupet 0,5-1 m.u.my. Föroreningen föreslås dock först bekräftas och avgränsas.

Föroreningssituation övriga delområden

Vad gäller broområdet sydost om Jordbrovallen har metallhalter över PSRV A uppmätts. De höga tungmetallhalterna har påvisats i dy-/gyttjeyord (0-1,5 m.u.my.) precis vid strandkanten intill Tabergsånen, där marken tidvis sannolikt ligger under åns vattenyta.

Vad gäller området nedanför utfyllnads-/deponislätten intill Tabergsånen nordost om idrottsområdet Jordbrovallen så påträffades vid undersökningen inga föroreningshalter över platsspecifika riktvärden.

Rekommendationer

Med anledning av nu genomförda undersökningar och utredningar lämnas följande rekommendationer och förslag:

- Utföra kompletterande riktad provtagning kring provpunkt 1712 för att bekräfta och avgränsa påvisad PAH-förorening, främst på djupet 0,5-1 m.u.my. En provtagningsplan tas lämpligen fram före eller i samband med schaktarbetena för arenan.
- Ytterligare utreda påverkan på underliggande grundvattenförekomst, genom nivåmätning och eventuellt provtagning.
- Utföra kompletterande grundvattennivåmätningar inom området i syfte att säkerställa strömbilden för grundvattnet på olika djup.
- Fullfölja pågående kontrollprogram vad avser vattenkvalitet i Tabergsånen och grundvattenkvalitet vid Jordbrovallen. Kontrollprogrammet kompletteras lämpligen med provtagning i de nya ”uppströmsrören” U1701 och U1722.
- Eventuellt utföra kompletterande sedimentundersökningar i Tabergsånen m.a.a. påvisade förhöjda föroreningshalter i naturliga jord-/sedimentlager i broområdet. Detta bedöms dock inte påverka den planerade exploateringen av Jordbrovallen.

Inledning

Bakgrund, uppdrag och syfte

Vatten och Samhällsteknik AB har på uppdrag av Jönköpings kommun, Mark- och exploatering (MAX), utfört en kompletterande miljöteknisk markundersökning på fastigheterna Torpa 2:1 och Simsholmen 1:1 4/3 vid Jordbrovallen i södra delen av Jönköping. Fastigheterna ägs av Jönköpings kommun och området detaljplaneläggs nu för uppförande av en ny fotbollsarena m.m.

Den kompletterande miljötekniska markundersökningen har omfattat bedömning av jordlagerföljder, mätning av grundvattennivåer samt provtagning av jord och grundvatten. Syftet med undersökningen har främst varit att komplettera tidigare utförda miljötekniska undersökningar inom det f.d. deponi-/utfyllnadsområdet vid Jordbrovallen för att få bättre kunskap om föroreningsituationen i de ytligare jord-/fyllnadslagren samt i grundvattnet. Syftet har även varit att undersöka föroreningsförekomst i de ytligare jordlagren kring broområdet vid Tabergsås sydost om Jordbrovallen samt nedanför deponi-/utfyllnadsslätten i nordost.

Uppdraget har även omfattat genomförande av översiktlig riskbedömning och åtgärdsutredning baserat på resultaten från nu och tidigare genomförda undersökningar inom Jordbrovallenområdet.

Förutsättningar och avgränsningar

Vatten och Samhällstekniks uppdrag utgör del av ett större projekt. Föreliggande undersökning och utredning avser endast markmiljö (jord och grundvatten). Kompletterande utredningar beträffande dagvatten och gas har utförts parallellt av Geosigma AB respektive Sweco Environment AB, och redogörs för i separata rapporter.

Omfattning och avgränsning av genomförd undersökning samt i viss mån av riskbedömningen och åtgärdsutredningen har bestämts i samråd med Jönköpings kommun (MAX, Miljö- och hälsoskyddskontoret samt Stadsbyggnadskontoret). Markundersökning, riskbedömning och åtgärdsutredning har till viss del begränsats i både omfattning och djup med hänsyn till den begränsade tid som stått till förfogande.

Den miljötekniska markundersökningen utgår ifrån av Vatten och Samhällsteknik upprättad provtagningsplan³. Provpunkternas lägen har valts utifrån tidigare provpunkter och lägen för planerade byggnader och anläggningar. Undersökningsdjupet baseras på preliminär ny marknivå, preliminärt grundläggningsdjup för arenan, ungefärlig grundvattennivå samt på bedömningen att relevanta hälsoaspekter för denna utredning främst är kopplade till exponering för förorening i ytlig jord.

Hälsorisker p.g.a. eventuella föroreningar i jordluften har uteslutits ur beräkning av platsspecifika riktvärden, riskbedömning och åtgärdsutredning då gas- och ånginträngningsaspekter förutsätts hanteras i separat gasutredning.

³ Provtagningsplan - Kompletterande miljöteknisk markundersökning, Jordbro arena, Vatten och Samhällsteknik AB, 2017-04-03

Riskbedömning och åtgärdsutredning har fokuserats till det f.d. deponi-/utfyllnadsområdet vid Jordbrovallen och baseras på planerad exploatering av området med byggnation av fotbollsarena m.m. Broområdet vid Tabergsån i sydost samt området nedanför deponi-/utfyllnadsslätten i nordost har i viss mån setts som egna utredningsområden p.g.a. särskilda markförhållanden, samt för broområdet p.g.a. bedömningen att detta område bäst hanteras i samband med eventuell sedimentundersökning och framtida konstruktions- och anläggningsarbeten, lämpligen på liknande sätt som det angränsande "Skeppsbroområdet". Broområdet och området nedanför deponi-/utfyllnadsslätten i nordost ingår dock i resultatredovisningen för den kompletterande markundersökningen samt är redogjorda för separat i den sammanfattande bedömningen av föroreningssituationen.

Områdesbeskrivning

Lokalisering

Det undersökta området är lokaliserat till fastigheterna Torpa 2:1 och Simsholmen 1:1 4/3 vid Jordbrovallen i södra delen av Jönköping, knappt 2 km sydsydväst om Jönköpings centrum och ca 200 m väster om Tabergsåns mynning i Munksjön. Jordbrovallenområdet, som är knappt 8 ha stort, avgränsas i norr och väster av villabostäder tillhörande stadsdelen Torpa, i öster av ett kärrområde och Tabergsån samt i söder av en f.d. banvall som idag används som gång-/cykelväg. Sydväst om g/c-vägen ligger f.d. Gräshagsdeponin och söder därom, på andra sidan om Tabergsån ligger f.d. Haga-deponin. Även broområdet sydost om Jordbrovallen, där g/c-vägen korsar Tabergsån, har ingått i undersökningsområdet. En översiktsbild över Jordbrovallen med omgivningar redovisas *figur 1*.



Figur 1 Flygfoto över Jordbrovallen med omgivningar

Källa: Eniro.se

7

fyllnadsmassor kommer generellt att ersättas med tekniskt lämpligare massor i olika överbyggnadskonstruktioner för vägar, fotbollsplaner, planteringsytor och dylikt.

Grundläggningsdjupet för arenabyggnad (betongplatta) antas utifrån preliminära arkitektskisser utföras ner till cirka 1,5 meter under markytan.

I planerna ingår även omfattande pålningsarbeten under arenabyggnaden samt anläggande av spont längs kanten av Tabergsån i stabiliserande syfte för att möjliggöra marknivåhöjning i den östra delen.



Figur 3 Planerad fotbollsarena m.m. Preliminär utformning.⁴

Topografi

Generellt är markytan vid den nuvarande idrottsanläggningen Jordbrovallen relativt plan med nivåer mellan +91 m.ö.h. och +93 m.ö.h., med de lägsta nivåerna i öster och de högsta i väster. Mot angränsande mark i söder (banvall) väster och norr (bostadsområde) finns kraftigare stigning. Omgivande bebyggelse är generellt sett belägen minst 5 meter ovan utfyllnadsområdet. Utmed Tabergsån finns en tydlig utfyllnadsslänt. Vid

⁴ Källa: Ny fotbollsarena i Jönköping, Förstudie, Tengbom, 2016-11-14

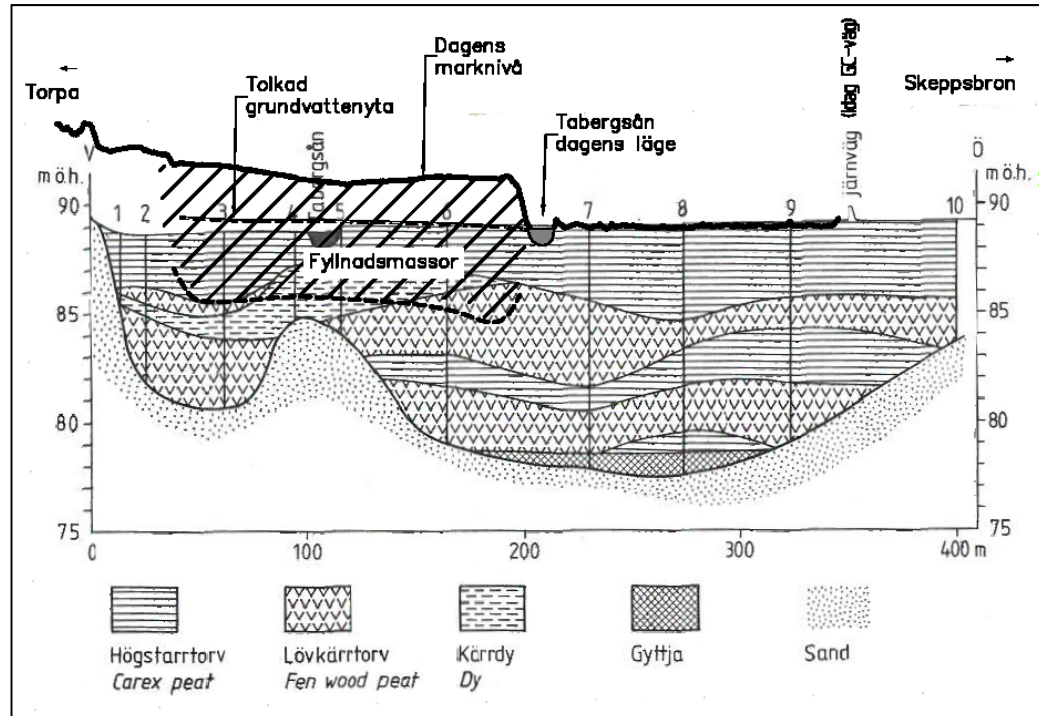
9

omfattande kompaktering av torven och förändringar av marknivåerna skett. Under fyllnadsmassorna finns ofta emellertid ett sammanpressat lager av torv eller gyttja kvar.

Såväl torv som sedimentavlagringar underlagras av mäktiga lager av friktionsmaterial av sand och grus, som sträcker sig från Hovslätt söder om Jönköping till Huskvarna i öster.

Undersökningar som genomförts på senare tid inom det aktuella området kan sägas bekräfta ovanstående mer översiktliga bild. Enligt geotekniska undersökningar som genomförts vid Jordbrovallen av Sigma Civil under 2016 och 2017^{7,8} består marken överst av mulljord ovan fyllnadsmaterial. Under fyllnadsmaterialet återfinns ett mjukare lager av torv med varierande mäktighet och förmultningsgrad. Torvlagret ligger ibland på ett lager av finkornig sand, silt alternativt lera. Det mjukare lagret av sand, silt eller lera efterföljs av ett hårdare material troligtvis bestående av friktionsmaterial. Mäktigheten på mulljorden varierar mellan ca 0 och 0,4 m. Fyllnadsmaterialet uppskattas ha en mäktighet på cirka 5-12 m, med tyngdpunkt på 7,5 m och består främst av naturliga material såsom sand, silt och lera men även trärester. Vid nu och tidigare genomförda miljötekniska markundersökningar har även andra avfallsslag såsom bl.a. tegel, asfalt, plast och betong noterats, se vidare under "Fältobservationer och jordlager" i avsnitt "Resultat och resultatdiskussion" nedan.

I **figur 5** nedan har en schematisk skiss av befintliga fyllnadsmassor och marknivåer vid Jordbrovallen ritats in ovanpå SGU:s rekonstruktion av den ursprungliga torvmarksprofilen från 1917.



Figur 5 Schematisk skiss över befintliga fyllnadsmassor och marknivåer vid Jordbrovallen ovanpå SGU:s profilbild över den ursprungliga torvmarken i Tabergsåns nedströmsdel vid Prästkärret 1917.

⁷ Markteknisk undersökningsrapport, översiktlig geoteknisk utredning för placering av ny arena vid Jordbroområdet, Arena Jordbrovallen, Jönköpings kommun, Sigma Civil AB, 160510

⁸ Markteknisk undersökningsrapport, Arena Jordbrovallen, Jönköpings kommun, Sigma Civil AB, 170201

Geohydrologi och skyddsobjekt grundvatten

Ur ett geohydrologiskt perspektiv är det underliggande torvlagret särskilt intressant. På goda grunder kan antas att det komprimerade torvlagret har en avsevärt lägre hydraulisk konduktivitet än såväl ovanliggande fyllnadsmaterialet som underliggande sand och grusförekomst. Vidare omgärdas fyllnadsmaterialet i sidled av tätare avlagringar av främst silt (se figur 4 ovan). Sannolikt utgör därmed fyllnadsmaterialet ett eget grundvattenmagasin med begränsad utbredning i djup och sidled. Torv- och siltlagren utgör tillsammans en barriär mellan fyllnadsmaterialet och de underliggande mäktiga lagren av sand och grus. Det kan naturligtvis finnas partier med icke fullt så tätt material, vilket medför att grundvatten kan rinna ut eller in i någon mån. Dessa mer permeabla partier släpper igenom så mycket vatten att till- och avrinning kommer i balans.

Utifrån äldre nivåmätningar har konstaterats att grundvattenytan inom det aktuella området befinner sig runt två till tre meter under markytan. Med ledning av mätningarna, topografin och modelldata från SMHI:s vattenwebb görs bedömningen att undersökningsområdet ingår i ett större delavrinningsområde som upptar bl.a. uppströms liggande kvartersmark inom stadsdelen Torpa norr om Jordbrovallen. Grundvatten strömmar således mot undersökningsområdet från nordväst och från undersökningsområdet mot Tabergsån.

Utifrån ovanstående resonemang om åtskilda grundvattenakvifärer finns dock anledning att misstänka att en stor del av det uppströms tillkommande grundvattnet i huvudsak strömmar under fyllnadsmaterialet mot Tabergsån. Djupare annorlunda strömningsvägar är naturligtvis också möjliga. Grundvatten som bildas av den direkta nederbörden på det aktuella undersökningsområdet antas strömma mot och rinna ut i Tabergsån, i huvudsak utan att komma i kontakt med underliggande grundvattenakvifär.

Viss utströmning av grundvatten kan även ske mot den norra spetsen och det mer permeabla grusmaterialet intill Munksjön.

Uttekade grundvattenförekomster

Utredningsområdet ligger enligt geografiskt inom två utpekade grundvattenförekomster som är statusklassade enligt EU:s ramdirektiv för vatten, dels sand- och grusförekomsten Hovslätt-Huskvarna och dels bergförekomsten Jönköping/Huskvarna. Av dessa bedöms enbart sand- och grusförekomsten Hovslätt-Huskvarna vara av intresse för föreliggande utredning. Den utpekade förekomsten sammanfaller sannolikt med det sand- och gruslager som underlagrar fyllnadsmassorna och torven inom undersökningsområdet, jämför avsnittet ”Geologi” ovan och breder ut sig under större delen av de centrala delarna av Jönköping och Huskvarna med omnejd.

Grundvattenförekomsten Hovslätt-Huskvarna har enligt Vatteninformation Sverige (VISS) statusklassningen god kvantitativ status. Den kemiska statusen uppnår dock ej god p.g.a. att halter av PAH: er, trikloretin och tetrakloretin över nationella riktvärden finns i förorenade områden inom förekomsten.⁹

⁹ Källa: Vatteninformation Sverige, VISS, 2017
(<http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE640552-140324>)

Hydrologi och skyddsobjekt ytvatten

Tabergsån

Tabergsån, som bedöms vara den närmaste recipienten för huvuddelen av grundvattnet från undersökningsområdet, rinner från söder till norr längs med och strax öster om det undersökta området. I områdets nordöstra hörn viker ån av österut och mynnar i Munksjön efter ca 200 m. Vattendjupet i Tabergsån längs den aktuella sträckan är ca 1,5 m¹⁰.

Enligt SMHI:s vattenwebb är Tabergsåns medelvattenflöde vid inloppet till Munksjön cirka 2,6 m³/s. Medelhög- och medellåg- vattenföring enligt samma källa är 13,5 m³/s respektive 0,8 m³/s.¹¹

Tabergsån, som tidigare rann genom undersökningsområdet (se figur 2 ovan), lär ha fått sin nuvarande sträckning öster om området i samband med byggnation av den f.d. järnvägsbanken i söder på 1940-talet. Längs ungefär södra halvan av undersökningsområdet finns ett biflöde/dike mellan området och Tabergsån.

Enligt Naturvårdsprogrammet för Jönköpings kommun¹² är Tabergsån och kringliggande våtmarksområden värdefulla miljöer med en del ovanliga och rödlistade arter. Fågellivet utmed den aktuella delen av vattendraget och kringliggande våtmarksområde är rikt. Den bottenlevande faunan är artrik. Den aktuella sträckan av Tabergsån ingår även i ett utpekad regionalt särskilt värdefullt vatten m.a.p. natur och nationellt värdefullt vatten m.a.p. fiske¹³. Motiven m.a.p. fiske är bl.a. att Vätteröringen använder de nedre delarna av Tabergsån som lek- och uppväxtområde och förekomst av harr i åns nedre del.

Tabergsån är ett statusklassat vattendrag enligt EU:s ramdirektiv för vatten. Den aktuella delsträckan Munksjön- Lillån vid Råslätt har enligt Vatteninformation Sverige (VISS) statusklassningen god ekologisk status men uppnår ej god kemisk status p.g.a. extrapolerade värden av kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE). Miljökvalitetsnormerna (MKN), d.v.s. kvalitetskraven för den utpekade vattenförekomsten är för förvaltningsperioden 2010-2016 god ekologisk status respektive god kemisk ytvattenstatus med undantag för kvicksilver och PBDE, vars nuvarande halter dock inte får öka.¹⁴

Munksjön

Tabergsån mynnar i Munksjön ca 200 m öster om Jordbrovallens norra del. Munksjöns vattenstånd är 89 meter (samma nivå som Vättern). Sjön har en areal på ca 1 km² och ett största djup på 25 meter.

Munksjön är en näringsberikad sjö med eutrof karaktär. Sjön har en hög biologisk funktion och hyser även vissa raritetsvärden. Trots en relativt artrik fiskfauna kan den

¹⁰ Markteknisk undersökningsrapport, Arena Jordbrovallen, Jönköpings kommun, Sigma Civil AB, 2017-02-01

¹¹ Källa: <https://vattenwebb.smhi.se>.

¹² Naturvårdsprogram 2009-2013 samt remissversion 2015, Jönköpings kommun

¹³ Värdefulla vatten i Jönköpings län, Motala ström, Meddelande 2009:24, Lst i Jönköpings län, 2009

¹⁴ Källa: Vatteninformation Sverige, VISS, 2017

(<http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE640545-140099>)

biologiska mångformigheten dock inte anses som hög. Häckfågelfaunan är tämligen ensartad och stränderna är enahanda.¹⁵

Munksjön är p.g.a. historiska och pågående utsläpp från kringliggande industrier och verksamheter sedan länge en kraftigt föroreningsbelastad sjö. Sedimenten innehåller förhöjda halter av tungmetaller, alifater, dioxiner och furaner, PAH och PCB i större delen av sjön. P.g.a. långvarig belastning av syretärande ämnen lider Munksjön periodvis av syrebrist, vilket tillsammans med föroreningarna i sedimenten medför negativa effekter för fisk och bottenlevande organismer. I sjövattnet har höga halter av kadmium, koppar och i mindre omfattning bly detekterats. Däremot tycks halterna av organiska miljögifter, t.ex. PCB, PAH, och dioxin generellt vara låga i vattnet. Generellt har Munksjön bedömts fungera som en föroreningsfälla, undantaget kväve. Påvisade föroreningar i sediment, vatten och organismer har i dagsläget inte bedömts utgöra en risk för människors hälsa.^{16 17}

Munksjön är liksom Tabergsån statusklassad enligt EU:s ramdirektiv för vatten. Sjön har god ekologisk status men ej god kemisk status p.g.a. att halterna av kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE) i fisk bedöms överskrida gällande gränsvärden. Miljö kvalitetsnormerna (MKN) för vattenförekomsten Munksjön är för förvaltningsperioden 2010-2016 god ekologisk status respektive god kemisk ytvattenstatus med undantag för kvicksilver och PBDE, vars nuvarande halter dock inte får öka.¹⁸

Hela Munksjön med 50 m strandzon ingår även i vattenskyddsområdet för Vättern som drickvattentäkt, se vidare nedan.

Vättern

Munksjön mynnar i Vättern via Munksjökanalen i Jönköpings centrum, ca 2 km nord-nordost om undersökningsområdet. Vättern, som tillhör Motala Ströms avrinningsområde, bedöms vara huvudrecipient för grundvattnet från undersökningsområdet.

Vättern är unik genom sitt ekosystem både i nationellt och internationellt perspektiv. Vätterns stora yta (ca 1900 km²) och djup (medeldjup=40 m, maxdjup=128 m) i förhållande till sjöns relativt lilla tillrinningsområde innebär en lång omsättningstid (ca 60 år). Detta medför att Vätterns vatten är klart och näringsfattigt. Den stora vattenvolymen innebär att utspädningseffekten för föroreningsutsläpp är stor, men den långa omsättningstiden gör samtidigt att sjön är känslig för miljöstörningar. P.g.a. främst historiska industriutsläpp finns höga halter av miljögifterna dioxin, PCB och DDT i fet fisk i Vättern. Dioxinhalten i fisk överskrider gränsvärdet för saluföring i EU, medan halterna av PCB och DDT är förhöjda men uppvisar en minskande trend. Tillförseln är

¹⁵ Källa: Vatteninformation Sverige, VISS, 2017

(<http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE640746-140268>)

¹⁶ Källa: Riskbedömning, Munksjön Jönköping, Golder Associates, 2014-01-30

¹⁷ Källa: Screening av miljögifter i Jönköpings län 2004-2006, Meddelande 2008:10, Länsstyrelsen i Jönköpings län, 2008

¹⁸ Källa: Vatteninformation Sverige, VISS, 2017

(<http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE640545-140099>)

idag troligen diffus då punktutsläppen från bl.a. pappersbruk i Vätterns tillrinningsområde minskat.¹⁹

Vättern och dess tillrinningsområde har stora natur-, kultur- och nyttjandevärden. I Vättern finns arter kvar sedan inlandsisen (s.k. glacialrelikter), och sjön har ett av Sveriges mest värdefulla bestånd av storröding. I Vättern finns ca 20 st. licensierade yrkesfiskare och ett omfattande fritidsfiske bedrivs. Med anledning av beskrivna värden är Vättern ett utpekat Natura 2000-område enligt habitatdirektivet samt av riksintresse med avseende på naturvård, rörligt friluftsliv och yrkesfiske.¹⁹

Vättern är vidare dricksvattentäkt för totalt ca 265 000 personer i Jönköping, Huskvarna m.fl. tätorter och samhällen kring sjön. Vattenskyddsområdet omfattar hela Vätterns sjöyta, tillrinnande vattendrag, med en rinn- och strömningstid till närmaste vattenintag på upp till 24 timmar, samt 50 meter strandzon runt Vättern och tillrinnande vattendrag med tillhörande begränsning.²⁰

Vättern är liksom Munksjön och Tabergsån statusklassad enligt EU:s ramdirektiv för vatten. Vattenförekomsten (Storvättern) bedöms ha god ekologisk status. Den kemiska status uppnår dock ej god, dels p.g.a. att halterna av kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE) i fisk överskrider gällande gränsvärden och dels p.g.a. höga halter av tributyltenn (TBT) i sediment (i hamnområden). Miljö kvalitetsnormerna (MKN) för vattenförekomsten är för förvaltningsperioden 2010-2016 god ekologisk status respektive god kemisk ytvattenstatus. MKN för kemisk status gäller dock med undantag dels för kvicksilver och PBDE, vars nuvarande halter dock inte får öka, och dels för TBT som istället ska uppnå god kemisk status till år 2027.²¹

Tidigare undersökningar

Vid Jordbrovallen har på senare år tre geotekniska och tre översiktliga miljötekniska markundersökningar utförts. På den nordligaste delen av området utförde Vectura år 2010 dels en geoteknisk undersökning²² och dels en miljöteknisk undersökning²³ omfattande jord- och grundvattenprovtagning. På resterande del av området utförde Vatten och Samhällsteknik på våren år 2015 en miljöteknisk undersökning²⁴ omfattande främst jordprovtagning och på våren år 2016 ytterligare en miljöteknisk undersökning²⁵ omfattande provtagning av jord och grundvatten samt fältmätning av deponigas. Sigma

¹⁹ Källa: Avrinningsområde Vättern,

http://www.lansstyrelsen.se/orebro/SiteCollectionDocuments/sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/vattenfakta/aro/fakta_vattnet.pdf

²⁰ Källa: Jönköpings kommun

(<http://www.jonkoping.se/byggbomiljo/vattenochavlopp/dricksvatten/vattenskyddvattenskyddsomradetochskyddsforeskrifter/vattenskyddforvattnet.474fef9ab15548f0b800714.html>)

²¹ Källa: Vatteninformation Sverige, VISS, 2017

(<http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE646703-142522>)

²² Jordbron Torpa 2:1 Geoteknisk undersökning - Tekniskt PM, Geoteknik, Vectura, 2010-11-30

²³ Rapport - Miljöteknisk markundersökning vid Jordbron, fastigheten Torpa 2:1, Vectura, 2010-12-14

²⁴ Jordbrovallen, PM – Kompletterande miljöteknisk markundersökning, riskbedömning och åtgärdsutredning, Vatten och Samhällsteknik, 2015-06-04

²⁵ Översiktlig miljöteknisk markundersökning, Jordbro arena, Vatten och Samhällsteknik, 2016-05-30

civil AB har under 2016 och 2017 utfört två geotekniska undersökningar inom området
26, 27

Vid de tidigare miljötekniska markundersökningarna analyserades utvalda jordprover (deponi-/fyllnadsmaterial) med avseende på tungmetaller, BTEX, alifater, aromater och PAH. Vid undersökningen 2016 analyserades bl.a.²⁸ genom s.k. screening även PCB, ftalater, flyktiga och mindre flyktiga organiska ämnen (VOC, SVOC) inklusive klorerade och kväveinnehållande lösningsmedel samt delvis bekämpningsmedel, klorfenoler och dioxin. Vid alla tre undersökningarna påträffades höga föroreningshalter avseende främst tunga och medeltunga PAH (PAH-H, PAH-M) i fyllnadsmassorna i flertalet punkter, och i högre grad i djupare än i ytliga prover. I mindre utsträckning påvisades höga föroreningshalter av tungmetaller, alifater och aromater i fyllnadsmassorna. PID-mätning vid undersökningen 2015 visade på i huvudsak låga halter av flyktiga organiska ämnen (VOC) i jorden. Screeninganalyserna vid undersökningen 2016 påvisade inget innehåll av bekämpningsmedel, klorfenoler, PCB, mindre flyktiga klorerade/kväveinnehållande organiska ämnen eller ftalater. Dioxinanalyserna visade på relativt låga halter i deponi-/fyllnadsmaterialet. Sammantaget har tidigare jordprovtagningar indikerat att marken är i huvudsak ren ner till ca en meter under markytan. Från 1,5 m djup och neråt har dock flertalet undersökta prover innehållit föroreningshalter överstigande generella riktvärden för känslig markanvändning (KM) och ett fåtal prover halter överstigande generella riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM). (Inga analyser har tidigare gjorts på nivån 1-1,5 m.u.my.)

I grundvattnet undersöktes vid Vecturas undersökning 2010 i norr samma ämnen som i jorden samt delvis klorerade alifater och aromater, dioxiner och dioxinliknande PCB. Analysresultaten visade på förorening av PAH och dioxin i grundvattnet i ett rör. Vid Vatten och Samhällstekniks undersökning våren 2016 analyserades bl.a.²⁸ allmänna kemiska och fysikaliska parametrar varvid höga till mycket höga halter avseende färg, hårdhet, kemisk syreförbrukning, ammonium, kalcium, järn, mangan och magnesium noterades vid jämförelse mot bedömningsgrunder för grundvatten.

Vid mätning av gashalter i fyra installerade gasrör på Jordbrovallen på våren 2016 påvisades deponigas (metangas) i varierande omfattning i samtliga rör.

Inom ramen för ett pågående kontrollprogram för Tabergsån och kringliggande nedlagda deponiområden i Jönköping genomförde Vatten och Samhällsteknik på hösten 2016 dels undersökning av grundvatten i bl.a. tre grundvattenrör (U1601-U1603) som installerades längs Tabergsån vid Jordbrovallen och dels undersökning av ytvatten i Tabergsån i en punkt uppströms Hagadeponin/Gråshagsdeponin/Jordbrovallen och i en punkt nedströms Jordbrovallen²⁹. Grundvattnet analyserades m.a.p. tungmetaller, BTEX, alifater, aromater och PAH. Dessutom analyserades ett prov m.a.p. flyktiga och mindre flyktiga organiska ämnen inklusive klorerade och kväveinnehållande lösnings-

²⁶ Markteknisk undersökningsrapport, översiktlig geoteknisk utredning för placering av ny arena vid Jordbroområdet, Arena Jordbrovallen, Jönköpings kommun, Sigma Civil AB, 2016-05-10

²⁷ Markteknisk undersökningsrapport, Arena Jordbrovallen, Jönköpings kommun, Sigma Civil AB, 170201

²⁸ Av geotekniska skäl utfördes vid undersökningen 2016 även analys av särskilt betongaggressiva ämnen i jord och grundvatten.

²⁹ Rapport, Miljöteknisk undersökning av grundvatten och ytvatten, hösten 2016, Nedlagda deponier och Tabergsån, Jönköpings kommun, Vatten och Samhällsteknik AB, 2017-02-20

medel, ftalater, klorfenoler och bekämpningsmedel genom screening samt m.a.p. allmänna kemiska och fysikaliska parametrar, dioxiner och furaner, fenoler och kresoler samt alkylerade fenoler. Ytvattnet provtogs genom passiv provtagning och analys av tungmetaller, alifater och aromater, PAH, PCB, alkylerade fenoler samt dioxiner och furaner. Ytvattnet provtogs i anslutning till undersökningen även genom stickprovtagning³⁰ för analys av metaller, kemiska/fysikaliska parametrar samt screening av miljöfarliga ämnen (jämför grundvattenanalyserna). Analysresultaten från grundvattenprovtagningen visade på förorening av främst PAH och dioxiner/furaner samt höga till mycket höga värden/halter avseende turbiditet, färg, konduktivitet, klorid, kemisk syreförbrukning och ammonium jämfört med bedömningsgrunder för grundvatten. Jämfört med normalhalter i lakvatten från svenska deponier var dock halterna av såväl kem-/fys-parametrar som tungmetaller och organiska ämnen generellt sett låga i grundvattnet vid Jordbrovallen. Analysresultaten från ytvattenprovtagningen visade genomgående på låga föroreningshalter både uppströms och nedströms de f.d. deponi-områdena. PAH-M och PAH-L påvisades dock i högre halter nedströms jämfört med uppströms, vilket kan tyda på påverkan av PAH-haltigt grundvatten från de f.d. deponierna. I övrigt bedömdes utspädningseffekten i Tabergsån innebära att tillskottet från deponigrundvattnet inte ger någon påverkan på ytvattenhalterna.

Lägen för tidigare miljötekniska markundersökningspunkter framgår av bifogade ritningar, *Plansch 1-6*.

Sammanfattande slutsatser från geotekniska undersökningar framgår av avsnittet "Geologi" ovan.

Fältundersökningar

Provpunkter och utförande

Provpunkternas lägen har valts utifrån tidigare provpunkter och lägen för planerade byggnader och anläggningar. Utgångspunkten har varit komplettera tidigare provpunkter med nya provpunkter till ett genomsnittligt c/c-avstånd mellan punkterna på ca 50 m, dock med viss förtätning inom delområdet för den planerade arenan.

Fältundersökningar har utförts i april 2017 och bestått av jordprovtagning och installation av grundvattenrör samt grundvattenprovtagning i nya och befintliga grundvattenrör. Genomförda undersökningar har utförts enligt riktlinjer i SGF:s fälthandbok för undersökningar av förorenade områden, rapport 2:2013 samt i huvudsak enligt upprättad provtagningsplan³¹. Av praktiska skäl/närhet till ledningar har dock mindre lägesjusteringar i fält gjorts av vissa av borrhöjningarna. Övriga mindre avvikelser från provtagningsplanen framgår av nedanstående utförandebeskrivningar. Provpunkternas slutgiltiga placering samt provtagningsmedium redovisas på bifogade ritningar, Plansch 1-6.

³⁰ Utfört av Calluna AB, delvis inom ramen för den samordnade recipientkontrollen i Vätterns tillflöden 2012 och framåt inom Jönköpings län.

³¹ Provtagningsplan - Kompletterande miljöteknisk markundersökning, Jordbro arena, Vatten och Samhällsteknik AB, 2017-04-03.

Utsättning och inmätning av provpunkterna har utförts m.h.a. GPS i koordinatsystem SWEREF 99 13 30 och höjdsystemet RH 2000.

Jordprovtagning

Skrubborrning för jordartsbedömning och jordprovtagning har gjorts med hjälp av borrhandsvagn i 32 punkter (U1701, 1702-1721, U1722, 1723-1730, 1732-1733) samt med handborr i tre punkter (1731³², 1734-1735) p.g.a. otillgängliga lägen för borrhandsvagn.

Jordprover har uttagits med kniv från borrhärdar som samlingsprover för varje halv-meter ner till 2 m.u.my., dock med undantag för punkterna 1711, 1712 och 1731 där prover uttogs ner till respektive 1 m.u.my., 1,5 m.u.my. och 1,5 m.u.my. p.g.a. borrhärd mot sten eller dylikt.

Totalt uttogs 136 jordprover, i huvudsak på fyllnadsmaterial. På samtliga nivåer i handborrpunkterna 1731, 1734 och 1735 samt på de två nedersta nivåerna i punkt 1733 utfördes dock provtagning på naturligt material (dy/gyttja/torv). Alla jordprover ner till ca 1,5 m.u.my. samt flertalet av prover från nivån 1,5-2 m.u.my bedöms vara uttagna ovanför grundvattenytan, d.v.s. från den omättade zonen, jämför avsnittet ”Grundvattennivåer och grundvattenströmning” nedan samt fältprotokollet från skrubborrningen i **bilaga 1**.

Uttagna jordprover lades i glasburkar med tättslutande lock och lämnades till ackrediterat laboratorium för analys.

Grundvattenprovtagning

I två av provpunkterna (U1701, U1722) i väster har skrubborrning och installation av 50 mm PEH-rör för grundvattenprovtagning utförts ner till ca 5,35-5,65 m.u.my. Grundvattenrören har försetts med filterrör från ca 0,35-0,65 m.u.my. till underkant rör. Borrhålen har återfyllts med filtersand längs med filterrören och den övre delen av rören närmast markytan har tätats med bentonitlera. Röret i punkt 1722 har kapats strax under markytan och försetts med dexel.

Grundvattenprovtagning för analys har utförts m.h.a. peristaltisk pump dels i de två nya rören (U1701, U1722) i väster och dels i tre befintliga rör (U1601-U1603) längs Tabergsåån i öster. Uppumpat grundvatten överfördes direkt till för olika analyser avsedda provkärl. Före provtagning utfördes nivåmätning samt omsättning av grundvattnet ca tre gånger vattenvolymen i vardera rör.

Vidare har nivåmätning utförts för samtliga nya grundvattenrör samt övriga befintliga grundvattenrör vilka ansetts betydande för undersökningsområdet. Även vattenytan i Tabergsåån har avvägts vid ett par platser, se **figur 7** samt **tabell 2** i avsnittet ”Resultat och resultatdiskussion” nedan.

Nivåer, anmärkningar m.m. avseende grundvattenprovtagning redovisas i fältprotokoll i **bilaga 2**.

³² Avsteg från provtagningsplanen; handborr istället för borrhandsvagn.

Analys

Jordanalyser

Samtliga uttagna jordprover (136 st.) har analyserats m.a.p. tungmetaller inkl. kvicksilver, BTEX, alifater, aromater och PAH. Härutöver har fyra jordprover; 1704 1-1,5 m.u.my, 1707 0,5-1 m.u.my, 1716 0,5-1 m.u.my, 1725 1-1,5 m.u.my., analyseras m.a.p. dioxiner och furaner.

Grundvattenanalyser

Uttagna grundvattenprover (5 st.) har analyserats m.a.p. tungmetaller inkl. kvicksilver, BTEX, alifater, aromater, PAH, dioxiner och furaner, PCB samt fenoler och kresoler.

Bedömningsgrunder för jord

Generella riktvärden

Resultaten från analys av miljöfarliga ämnen i jord har i resultatredovisningen nedan jämförts med Naturvårdsverkets (NV:s) generella riktvärden för förorenad mark³³. Riktvärdena är utarbetade för två typer av markanvändning; känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM), och är främst avsedda att användas i samband med förenklad riskbedömning av förorenade områden. Värdena anger en nivå vid vilken risker för negativ påverkan på människors hälsa eller miljön vid angiven markanvändning inte bedöms föreligga.

Känslig markanvändning (KM): Markkvaliteten begränsar inte val av markanvändning. Marken ska t.ex. kunna utnyttjas för bostäder, omsorg, odling etc. De exponerade antas vara barn, vuxna och äldre som vistas inom området permanent under en livstid. De flesta markekosystem samt grund- och ytvatten skyddas.

Mindre känslig markanvändning (MKM): Markkvaliteten begränsar val av markanvändning till exempelvis kontor, industrier eller vägar. De exponerade grupperna antas vara personer som vistas i området under sin yrkesverksamma tid samt barn och äldre som vistas på området tillfälligt. Vissa typer av markekosystem skyddas. Grundvatten på ett avstånd av ca 200 m samt ytvatten skyddas.

Den framtida planerade markanvändningen motsvaras av idrottsanläggning med tillhörande byggnader, anläggningar och mark. Här vistas dels i huvudsak vuxna människor under sin yrkesverksamma tid, då främst utomhus. Exempel är anställd vaktmästare för anläggningen. Här vistas även kontinuerligt återkommande besökare, typ spelare och tränare under träningsverksamhet. Även mer eller mindre sporadiska besökare till arenan eller omkringliggande ytor kommer att vistas i området under fritid.

Ytskikten domineras av fotbollsplanerna (öppen konstgräsyta), grundkonstruktioner för byggnader och arena (betong) samt stora hårdgjorda ytor för parkering och trafikering

³³ NV rapport 5976, 2009

(asfalt och plattytter). Mindre planteringsytter, eventuell parkmark och mindre ej exploaterad naturmark i utkanten av området hör också till.

Den planerade markanvändningen bedöms utifrån ovanstående motsvara mindre känslig markanvändning. Analysresultat från jordprovtagning jämförs i denna utredning därför i första hand mot riktvärden för MKM.

Platsspecifika riktvärden

Platsspecifika riktvärden (PSRV) har tagits fram för att beakta lokala skyddsvärden, undersökningsområdets specifika planerade markanvändning och de risker som föreligger av denna användning. Syftet med framtagna PSRV är att de ska ligga till grund för riskbedömning och avhjälpandeåtgärder inom området.

Platsspecifika riktvärden har tagits fram för de parametrar som detekterats i nu eller tidigare genomförda undersökningar och för vilka det finns generella riktvärden. Platsspecifika riktvärden har således beräknats för tungmetallerna arsenik, barium, bly, kadmium, kobolt, koppar, krom, nickel, vanadin och zink, för oljeparametrarna alifater C10-C12, alifater C12-C16, alifater C16-C35, aromater C10-C16 och aromater C16-C35 samt för de polycykliska aromatiska kolvätena, summaparametrarna PAH-L, PAH-M och PAH-H.

De platsspecifika riktvärdena baseras på den ovan angivna exploateringen av området med arenaanläggning och tillhörande ytor. Då den planerade markanvändningen bedöms motsvara mindre känslig markanvändning har NV:s generella riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM) använts som utgångspunkt vid beräkning av PSRV.

Enligt beskrivningen ovan planeras det för skilda utnyttjandeformer av marken. En möjlighet vore härmed att skapa delområden, t.ex. baserat på ytskikt. Nackdelen med detta är att riktlinjerna blir splittrade och i praktiken svåra att beakta. Målsättningen är i allmänhet att skapa tydliga och enkla riktlinjer varför det ofta är att föredra att skapa större sammanhängande områden. För det aktuella projektet har arenaområdet med kringliggande ytor ansetts tillräckligt begränsat och användningssättet tillräckligt enhetligt för att området ska kunna sammanfogas till en markanvändningstyp för framtagande av platsspecifika riktvärden.

Oavsett markanvändningstyp avtar normalt risker med förorenad jord på djupet då möjlighet till exponering minskar och skyddsvärdet av markmiljön minskar. PSRV har därför beräknats för jord med olika djupintervall. Vilken djupindelning som är aktuell beror bl.a. på från vilket djup som föroreningar finns och vid vilken högst nivå som grundvatten fluktuerar.

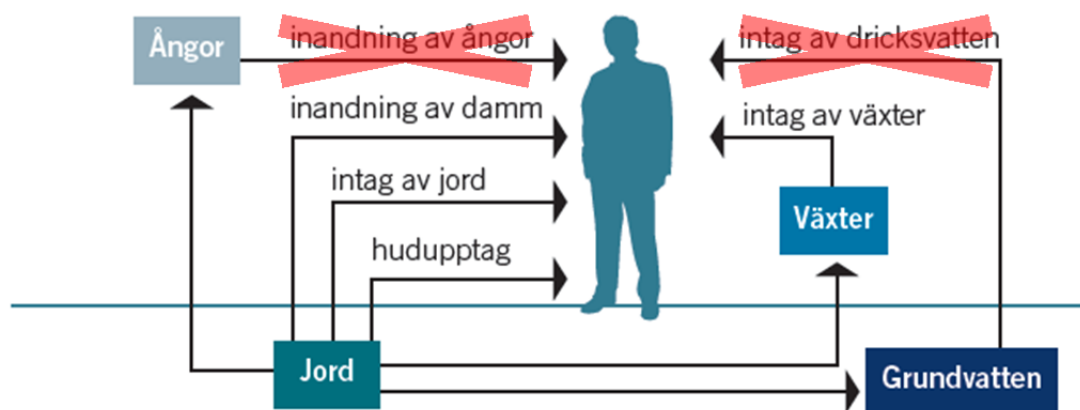
Utifrån ovanstående och baserat på uppmätta grundvattennivåer är utgångspunkten att framtagna PSRV A gäller för ytlig jord 0-1,5 meter under markytan motsvarande den omättade zonen, och framtagna PSRV B gäller för jord > 1,5 meter under markytan, motsvarande den mättade zonen. Med markytan avses den planerade marknivån, vilken vid jämförelse av analysresultat mot PSRV generellt har antagits vara samma som nuvarande marknivå.

Ändringar i beräkningsmodellen

För beräkning av platsspecifika riktvärden har Naturvårdsverkets beräkningsmodell version 2.0.1 använts. Nedan beskrivs de ändringar som gjorts gentemot de generella riktvärdena för MKM.

- Risk med inandning av ånga har förbisetts då risker kopplade till gasproblematiken i området inte ingår i utredningen utan hanteras i separat gasutredning genomförd av Sweco Environment AB.
- Kommunal dricksvattenförsörjning förutsätts, d.v.s. ej användning av grundvatten som dricksvatten.
- Exponeringstiden för intag av förorenad jord, hudkontakt med jord/damm samt inandning av damm är för PSRV A generellt något höjt jämfört generellt MKM-scenario. Anledningarna är dels att anläggningen förväntas ha heltidsanställd personal som vistas mycket utomhus och att anläggningen inbjuder till återkommande "lättklädda" nyttjare vid tränings- och tävlingstillfällen, samt dels att området gränsar till en lekplats. Exponeringsrisken för jord och damm har dock helt uteslutits för PSRV B.
- Ingen odling förekommer men då området angränsar trädgårdar och till del innehåller naturmark finns en liten risk att besökare plockar och konsumerar bär, växter eller svamp. Exponering via intag av växter beaktas således för PSRV A, men ej för PSRV B.

I **figur 6** redogörs för vilka exponeringsvägar som har beaktats vid beräkningen av PSRV A, jämfört med NV:s generella riktvärdesmodellen för hälsorisker. För PSRV B har enligt ovanstående samtliga exponeringsvägar uteslutits.



Figur 6 Exponeringsvägar som beaktas i beräkningen för PSRV A jämfört med NV:s generella riktvärdesmodellen för hälsorisker³⁴

- Det förorenade områdets storlek motsvaras av hela utfyllnaden väster om Tabergsån och norr om den f.d. banvallen, motsvarande cirka 440 meter längs Tabergsån.

³⁴ Källa till bakgrundsbild: NV rapport 5976, 2009

- För skydd av markmiljön har MKM-scenario valts med anledning av att markmiljön inte är särskilt skyddsvärd. Undersökningsområdet är redan påverkat. Skydd av markmiljö är dock medtaget för PSRV A då den översta jordlagerprofilen ska kunna hårbärgera ekosystem för planteringar som planeras samt även i randzonen mot framförallt Tabergsån kunna medverka till att en naturmiljö kan bibehållas och återinföras.
- Skydd av grundvatten beaktas m.a.p. underliggande grundvattenförekomst Hovslätt-Huskvarna. Enligt beskrivning i avsnitt "Geohydrologi" ovan bedöms i stort fyllnadsmassorna vara avskärmade från grundvattenförekomsten av ett komprimerat torvlager. Detta har dock inte kunna säkerställas i nu genomförda undersökningar varför försiktighetsprincipen måste gälla. Data för grundvattenförekomsten har inhämtats från VISS.
- Gradient är baserad på upprättad strömbild från nivåmätningar vid ett tillfälle. Den hydrauliska konduktiviteten för grundvattnet är baserad på aktuellt fyllnadsmaterial, om än med viss försiktighet då konduktiviteten antagligen skiftar inom området. Grundvattenbildningen baseras på befintlig situation och nederbördsstatistik från SMHI:s vattenwebb.

Beräknade platsspecifika riktvärden

Utdragsrapport från beräkning av PSRV A respektive PSRV B tillsammans med avvikelser från NV:s generella scenario för MKM presenteras i **bilaga 7 a-b**.

I **tabell 1** nedan redovisas framräknade platsspecifika riktvärden tillsammans med information om vilken parameter som är styrande för respektive riktvärde. För jämförelse redovisas även generella riktvärden för MKM i tabellen.

Av tabell 1 framgår att skydd av markmiljö är den parameter som är styrande för de flesta ämnen för PSRV A. För den specifika planerade markanvändningen, d.v.s. arenaområde med i huvudsak hårdgjorda eller bebyggda ytor bedöms i praktiken inte markmiljöskyddet vara det viktigaste för huvuddelen av området. Men eftersom även icke hårdgjorda ytor kommer att finnas inom och kring området blir dessa styrande för hela området, enligt försiktighetsprincipen. Detta innebär sammantaget att de framräknade PSRV A generellt skiljer sig lite eller inget från de generella riktvärdena för MKM. För PSRV B är istället skydd av grundvatten den parameter som är styrande för de flesta ämnen. Även skydd mot grundvatten beaktas enligt försiktighetsprincipen, se diskussion under "ändringar i beräkningsmodellen" ovan.

Tabell 1 Beräknade PSRV med styrande parametrar. För jämförelse redovisas även generella riktvärden för MKM.

Ämne	PSRV A (mg/kg)	Styrande för PSRV A	PSRV B (mg/kg)	Styrande för PSRV B	MKM (mg/kg)
Arsenik	20	Intag av jord	100	Akuttoxicitet	25
Barium	300	Skydd av markmiljö	80 000	Skydd av grundvatten	300
Bly	400	Skydd av markmiljö	600		400
Kadmium	12	Skydd av markmiljö	100	Skydd av grundvatten	12
Kobolt	35	Skydd av markmiljö	300	Skydd av grundvatten	35
Koppar	200	Skydd av markmiljö	6 000	Skydd av grundvatten	200
Krom tot	150	Skydd av markmiljö	7 000	Skydd av grundvatten	150
Kvikksilver	4,0	Skydd av ytvatten	18	Skydd av ytvatten	2,5
Nickel	120	Skydd av markmiljö	600	Skydd av grundvatten	120
Vanadin	200	Skydd av markmiljö	6 000	Skydd av grundvatten	200
Zink	500	Skydd av markmiljö	12 000	Skydd av grundvatten	500
Alifat C10-C12	500	Skydd av markmiljö	1 000	Skydd mot fri fas	500
Alifat C12-C16	500	Skydd av markmiljö	1 000	Skydd mot fri fas	500
Alifat C16-C35	1 000	Skydd av markmiljö	2 500	Skydd mot fri fas	1 000
Aromat C10-C16	15	Skydd av markmiljö	200	Skydd av grundvatten	15
Aromat C16-C35	40	Skydd av markmiljö	120	Skydd av grundvatten	30
Bensen	0,05	Skydd av grundvatten	0,15	Skydd av grundvatten	0,04
PAH-L	15	Skydd av markmiljö	70	Skydd av grundvatten	15
PAH-M	40	Skydd av markmiljö	200	Skydd av grundvatten	20
PAH-H	10	Skydd av markmiljö	50	Skydd mot fri fas	10
Dioxin (TCDD-ekv)	0,00015	Intag av jord	0,0007	Skydd av grundvatten	0,0002

Bedömningsgrunder för grundvatten

Analysresultaten för grundvatten har i första hand jämförts med NV:s bedömningsgrunder för förorenade områden, indelning av tillstånd för förorenat grundvatten³⁵ från 1999, eftersom nyare svenska bedömningsgrunder av motsvarande grad saknas.

För vissa ämnen saknas jämförvärden i NV:s bedömningsgrunder för förorenade områden. Grundvattenhalterna har därför även jämförts med SPI:s rekommenderade riktvärden avseende efterbehandling av bensinstationer och dieselanläggningar³⁶ samt med Holländska riktvärden³⁷; främst intervention values, nedan kallade aktionsvärden.

³⁵ Enligt Tabell 2-3, Bilaga 4, NV MIFO rapport 4918, 1999

³⁶ Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar, förslag på riktvärden för grundvatten, avseende halter i källområdet, SPI, 2010

³⁷ Enligt Soil Remediation Circular 2013. Intervention values indikerar när grundvattnets funktion för människor, växter och djur är allvarligt reducerad eller hotad. Indicative levels for severe contamination är

I förekommande fall har jämförelse även gjorts med SGU:s generella riktvärden för grundvatten på nationell nivå och utgångspunkter för att vända trender³⁸, klassade som miljökvalitetsnormer (MKN). Jämförelse görs främst mot riktvärdena. Riktvärdena beaktar dock användning av grundvattnet för dricksvattenförsörjning, vilket inte är aktuellt i detta fall.

Resultat och resultatdiskussion

Fältobservationer och jordlager

Enligt jordartsbedömning som gjorts i samband med skruvborring (främst 0-2 m.u.my) påträffades i flertalet provpunkter enbart fyllnadsmaterial. I huvudsak består fyllningen på Jordbrovallen överst (utom på grusplanerna), ner till en eller några decimetrar, till stora delar av mull. Under mullagret återfinns främst friktionsmaterial, i bedömd fallande skala sand, silt och grus, men även inslag av i bedömd fallande skala mull, tegelrester, lera, trärester, asfaltsrester, betongrester, glas, plast och kakel. Förekomst av avfallsrester har påträffats i totalt 21 av 30 punkter på f.d. deponiområdet och oftast på minst en meters djup. I endast en punkt har avfallsrester (tegelflis) påträffats yttligare än 0,5 m.u.my. Några tydliga skillnader i material-/avfallsinnehåll geografiskt inom området kan inte urskiljas. I två punkter (1711, 1712) kunde borrning inte utföras djupare än till 1 m respektive 1,5 m p.g.a. sten, betongblock eller dylikt.

Endast punkterna närmast Tabergsån vid broområdet i sydost (1731, 1733) samt nedanför deponislänten i nordost (1734, 1735) innehöll helt eller delvis naturligt material (dy/gyttja/torv) på undersökta nivåer.

Bedömda jordlager och avfallsinnehåll för respektive borrhål redovisas i detalj i fältprotokoll från skruvborringen, ***bilaga 1***.

Grundvattennivåer och grundvattenströmning

Uppmätta grundvattennivåer i nya och befintliga grundvatten-/gasrör vid Jordbrovallen i april 2017 redovisas i ***tabell 2*** samt i ***figur 7*** och ***figur 8*** nedan.

indikationsvärden för när föroreningssituationen kan vara allvarlig, men har större osäkerhet än Intervention values.

³⁸ Enligt Bilaga 1, SGU-FS 2013:2.

Tabell 2 Uppmätta grundvattennivåer vid Jordbrovallen april 2017

Provpunkt	Datum	Grundvattenyta nivå	
		(m u my)	(m ö h, RH2000)
U1601	2017-04-24	1,53	89,03
U1602	2017-04-24	1,64	89,41
U1603	2017-04-24	2,31	88,77
U1701	2017-04-24	3,18	89,38
U1722	2017-04-24	3,91	89,77
SC006	2017-04-27	1,97	89,49
SC008	2017-04-27	2,45	89,40
SC016	2017-04-27	3,28	89,22
SC018	2017-04-27	2,74	88,75 ³⁹

Enligt tabell 2 låg grundvattenytan inom Jordbrovallenområdet vid mätningen i april 2017 mellan ca 1,5 m.u.my. och ca 3,9 m.u.my, motsvarande ca 88,8 – 89,8 m.ö.h.

Uppmätta vattennivåer i Tabergsån ligger längs den aktuella sträckan på mellan +88,8 och +88,75. Vattennivå i Munksjön vid samma tillfälle var +88,71.

Jämfört med resultat från nivåmätningar hösten 2016 i rören U1601-U1603 var grundvattennivåerna i april 2017 ca 10 cm högre i U1601 och U1602 men ca 10 cm lägre i U1603. Jämfört med resultat från nivåmätningar våren 2016 i rören SC006-SC018 var grundvattennivåerna i april 2017 ca 5-20 cm lägre.

Utifrån uppmätta grundvattennivåer och ytvattennivåer i Tabergsån i april 2017 har en strömbild över grundvattnet i området tagits fram, se **figur 7** nedan.

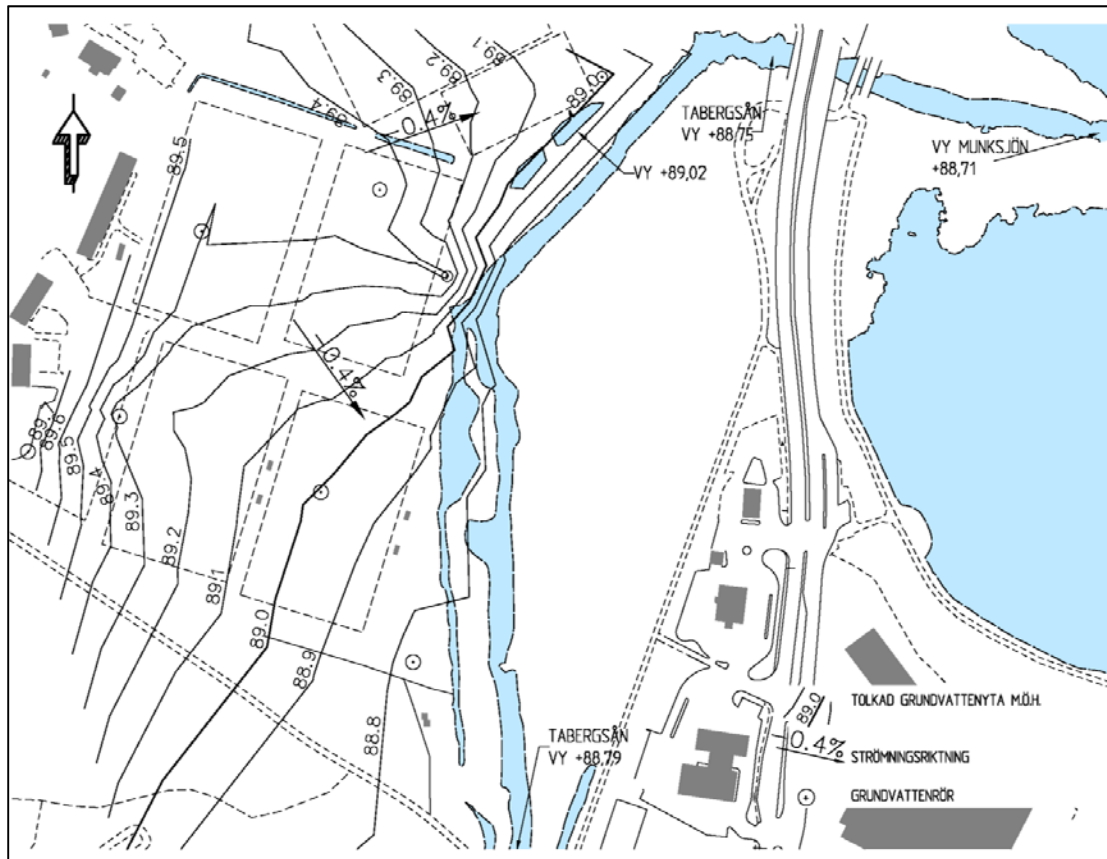
Av figur 7 framgår att grundvattenytan inom undersökningsområdet är mycket flack. En genomsnittlig gradient på cirka 0,4 % har beräknats. Några saker bör dock särskilt påpekas. Gradienten är visserligen riktad mot Tabergsån men inte vinkelrätt som man kanske kunnat förmoda. Istället finns en tydlig brytning centralt i området utifrån en nordlig riktning, medströms Tabergsån, och en sydlig riktning, motströms Tabergsån, kan konstateras. I fält- och kartstudier kan även konstateras flera öppna och sammanhängande vattenytor precis nedanför utfyllandskanten. En försiktig gissning är att sediment och naturliga kvarvarande ytliga torv- och gyttjelager bildar en tätare barriär. Barriären har framtvingat, antingen på naturliga vägar eller antropogent ett parallellt innanför liggande dike som dels samlar upp grundvatten från området och dels delvis styr grundvattennivåerna i undersökningsområdet.

Annat som kan påverka strömbilden är de mindre öppna dikena som är anlagda mellan fotbollsplanerna och riktade ut mot Tabergsån, sannolikt på något vis även ihopkopplat

³⁹ Ev. otillförlig siffra p.g.a. mkt lite vatten i röret.

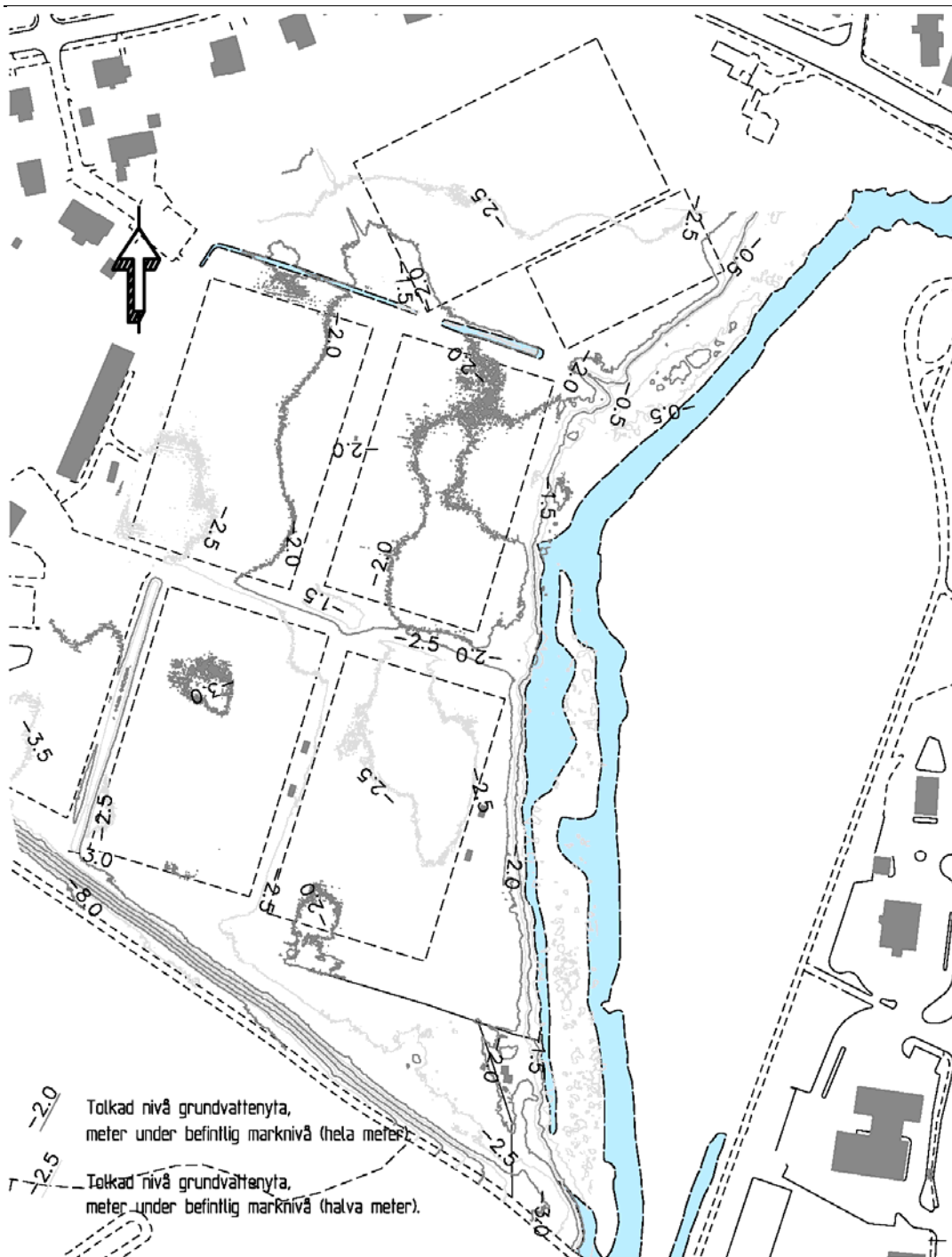
med ett utbyggt dräneringssystem under planerna, samt den bevattningsanläggning som används för fotbollsplanerna.

Vidare är den hydrauliska konduktiviteten i fyllnadsmassorna mycket osäker. Massornas skiftande karaktär och innehåll av avfall har sannolikt skapat kanalbildningar samtidigt som vissa partier kan bestå av mycket tätt jordmaterial. Detta har naturligtvis också betydelse för strömbildens utseende.



Figur 7 Grundvattenströmning Jordbrovallen april 2017

I **figur 8** redovisas grundvattennivåerna i förhållande till markytans nivå. Detta förhållande är av intresse vid bedömning av skyddsvärde och riktvärden för marken eftersom eventuell sanering av jord under grundvattenytan innebär stor risk för återkontaminering av förorenat grundvatten.



Figur 8 Grundvattennivåer under markytan Jordbrovallen april 2017. Mörkgrå nivåkurvor avser hela meter under markytan. Ljusgrå nivåkurvor avser halva meter under markytan.

Den övergripande slutsatsen från **figur 8** är att grundvattenytan befinner sig runt två meter under markytan inom den norra delen av området och cirka 2,5 meter under markytan inom den södra delen av området.

Analysresultat för jord

Analysresultaten för detekterade halter och ämnen vid nu genomförd undersökning av jord/fyllnadsmaterial 0-2 m.u.my. jämfört med generella respektive platsspecifika riktvärden (PSRV) för förorenad mark är sammanställda i tabellform i **bilaga 3 a**.

Analysresultat från ytlig jord 0-1,5 m.u.my. jämförs mot PSRV A medan analysresultat från jord > 1,5 m.u.my. jämförs mot PSRV B (jämför avsnittet ”Bedömningsgrunder för jord” ovan). Fullständiga analysrapporter från laboratoriet redovisas i **bilaga 5**.

Analysresultaten för jordproverna visar i huvudsak på ej detekterbara eller låga föroreningshalter. Inga överskridanden av PSRV B har påvisats, däremot har förhöjda halter jämfört med både generella och platsspecifika riktvärden PSRV A uppmätts i ett antal punkter spritt över undersökningsområdet, enligt resultatredovisningen nedan. Då jordprovtagningen nu enbart genomförts ner till 2 m djup bör det dock poängteras att analysresultaten och redogörelserna nedan inte avspeglar föroreningssituationen över hela fyllnadsdjupet inom det f.d. utfyllnads-/deponiområdet. Såväl högre som lägre halter än vad analysresultaten visar kan alltså förekomma i fyllnads-/deponimassorna på större djup. Även föroreningsförekomsten mellan undersökta punkter är oviss. Se vidare under avsnittet ”Sammanfattande bedömning av föroreningssituationen”.

Enligt analyssammanställningen i bilaga 3 a har i varierande grad och omfattning PAH, tungmetaller, tyngre alifater, tyngre aromater och PAH påvisats i halter över generella riktvärden i sammanlagt 38 av 136 prover, fördelat på 21 av 35 provpunkter. Härav har halter överskridande generella riktvärden för MKM påvisats i totalt 14 prover fördelat på 10 provpunkter (U1701, 1703, 1704, 1706, 1709, 1712, 1718, 1729, 1731, 1732). I tolv av dessa prover och i åtta av punkterna (ej U1701 och 1732) överskrider även PSRV A. Ämnen/ämnesgrupper som analyserats i halter över generella riktvärden för MKM är i fallande omfattning PAH-H, PAH-M, zink och barium, aromater >C10-C16, aromater >C16-C35 och arsenik samt PAH-L, bly, koppar och krom. Ungefär samma inbördes ordning gäller avseende överskridande av PSRV A.

I djupled har flest halter över såväl KM och MKM som PSRV A konstaterats på nivån 1-1,5 m.u.my följt av nivån 0,5-1 m.u.my. I de ytligaste proverna, på nivån 0-0,5 m har endast tre tungmetallhalter > MKM och PSRV A påvisats (i punkterna 1729 och 1731). I ytled har proverna med halter överskridande MKM och PSRV A främst påträffats i de norra och västra delarna av idrottsområdet Jordbrovallen samt vid och i närheten av broområdet i sydost. Skillnader i den geografiska utbredningen kan också skönjas för olika ämnesgrupper, enligt nedanstående.

PAH-H följt av PAH-M är de två ämnesgrupper som påvisats i halter över generella riktvärden och PSRV A i klart flest prover och provpunkter. PAH-H och PAH-M förekommer i halter över KM över hela undersökningsområdet, men halter över MKM och PSRV A har främst påvisats i de norra och västra delarna av området. PAH-H och PAH-M > MKM/PSRV A har påvisats i totalt sju/sju respektive sex/fyra prover, fördelat på fem/fem provpunkter (1703, 1704, 1709, 1712, 1718) främst i de norra och mellersta delarna av undersökningsområdet. I tre av proverna förekom även halterna av aromater >C16-C35 och/eller >C10-C16 > MKM och PSRV A. Exceptionellt höga PAH- och aromathalter har detekterats på nivån 0,5-1 m i punkten 1712, troligen p.g.a. av att påträffade asfaltsrester, sannolikt innehållande stenkoltjära, kommit med i provet.

Även i fyllningen i punkterna 1703 och 1719 kan noterade asfaltsrester ha påverkat PAH- och aromathalterna i proverna.

Förhöjda halter av tungmetaller, över generella riktvärden, har framförallt påvisats i provpunkterna kring broområdet i sydost, med halter > MKM och PSRV A i dy-/gyttjebonden i punkt 1731 och halter > MKM i bedömd fyllning i punkten 1732. Även i den naturliga torvjorden nedanför deponislätten i nordost (punkt 1735) har flera förhöjda tungmetallhalter detekterats, dock ej över MKM eller PSRV A. Vid idrottsplatsen på Jordbrovallen är den påvisade förekomsten av förhöjda tungmetallhalter mer sporadisk. Endast tre tungmetallhalter > MKM och två st. > PSRV A har påvisats (i punkterna U1701 (ej PSRV A), 1706 och 1729).

Dioxiner och furaner har påvisats i samtliga fyra analyserade prover, men summaparametern omräknad till TCDD-ekvivalenter ligger genomgående långt under det generella riktvärdet för KM och således även under MKM och PSRV A.

Analysresultat för grundvatten

Sammanställning av ämnen som analyserats i detekterade halter i nu undersökta grundvattenrör vid tidigare och nu genomförd undersökning redovisas i tabellform i **bilaga 4**, jämfört med bedömningsgrunder. Fullständiga analysrapporter från laboratoriet avseende grundvatten redovisas i **bilaga 6**.

Av sammanställningen i **bilaga 4** framgår att grundvattenanalyserna vid nu genomförd provtagning liksom jordanalyserna i huvudsak visar på ej detekterbara eller låga föroreningshalter i samtliga fem undersökta rör; U1701 och U1722 i uppkanten av/”uppströms” samt U1601-U1603 i nedkanten av/”nedströms” det. f.d. deponiområdet. De enda parametrarna som överskrider använda bedömningsgrunder är summaparametern för dioxiner och furaner som ligger över det holländska indikationsvärdet för allvarlig föroreningssituation i samtliga fem undersökta grundvattenrör samt summaparametern PAH-H som ligger precis över SGU:s generella riktvärde för grundvatten på nationell nivå. Detta riktvärde baseras dock på användning av grundvattnet för dricksvattenförsörjning, vilket inte är aktuellt i detta fall.

I den norra områdesdelen kan inga generella haltskillnader ses mellan uppströmsröret och nedströmsrören. I den södra delen däremot detekterades inga PAH-halter i U1722 uppströms medan exempelvis PAH-M-halten i U1603 nedströms låg strax under SPI:s riktvärde för miljörisker i ytvatten.

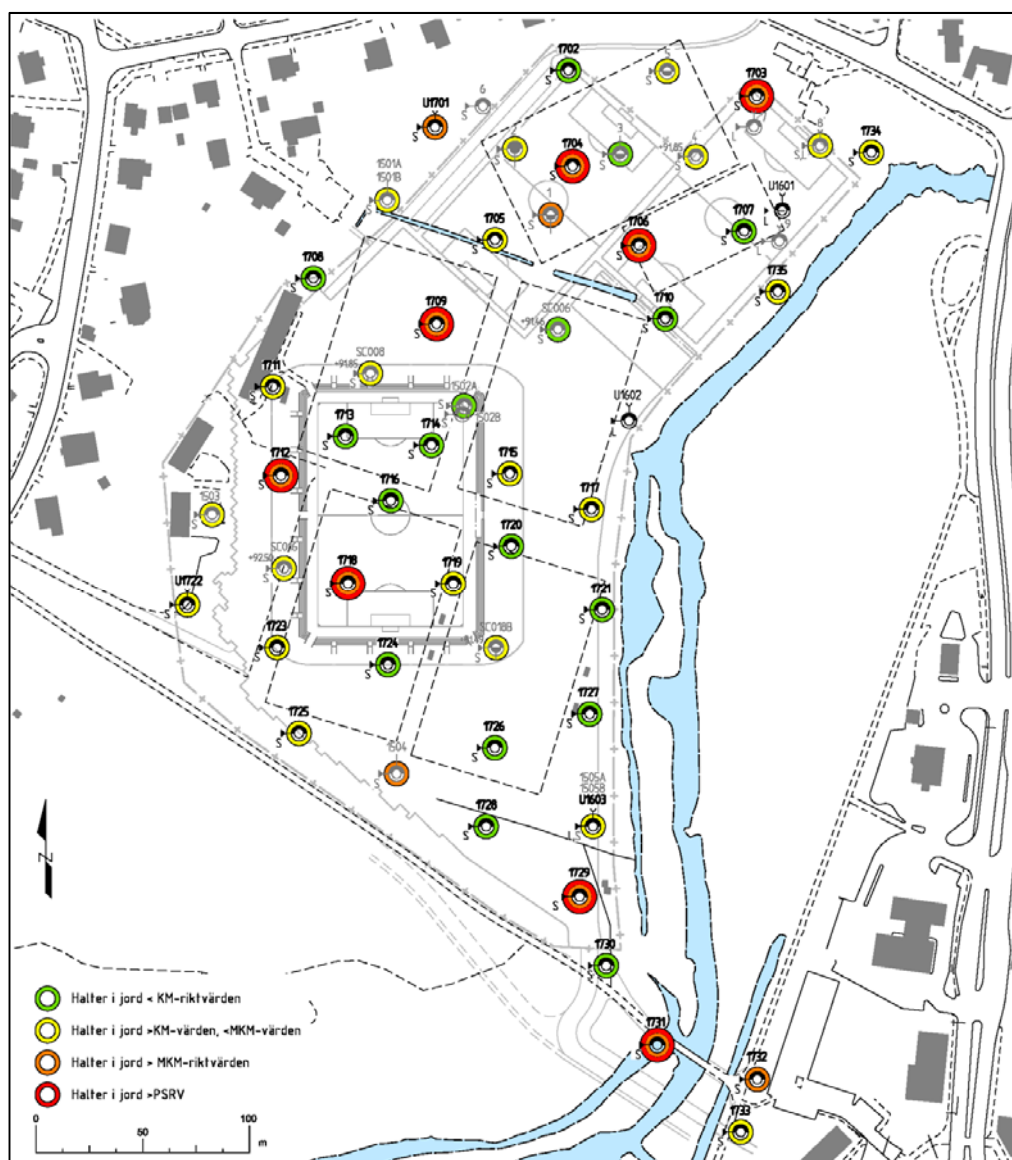
Vid jämförelse med analysresultaten från provtagningen som gjordes hösten 2016 i de tre nedströmsrören längs Tabergsånen (U1601-U1603) ses framförallt en tydlig haltskillnad för PAH:er, men även för dioxiner och furaner, där betydligt högre halter uppmättes i rören U1601 och U1602 vid höstens provtagning. Halterna för PAH-H och PAH-M låg då över riktvärdena för miljörisker i ytvatten i båda rören medan de vid vårens provtagning låg klart under riktvärdena. I U1603 uppmättes däremot något högre halter av PAH-L och PAH-M vid provtagningen våren 2017 jämfört med hösten 2016. En trolig förklaring till de högre PAH- och dioxinhalterna i U1601 och U1602 vid förra provtagningen är att provtagningen den gången genomfördes m.h.a. skakpump som grumlar provet betydligt mer än provtagning med peristaltisk pump som användes vid vårens provtagning. Turbiditetsvärdet i U1602 var mycket högt vid höstens provtagning, vilket

bevisar att grumligheten var stor åtminstone i detta rör. Vid vårens provtagning analyserades inte turbiditeten men utifrån synintryck bedömdes proverna generellt inte vara grumliga. Hältökningen avseende PAH-L och PAH-M i U1603 mellan höstens och vårens provtagning är svårare att förklara men skulle kunna bero på att en större avgång av flyktiga ämnen skedde i samband med provhantering vid höstens provtagning.

Sammanfattande bedömning av föroreningsituationen

Jord

Översiktlig sammanställning över påvisad föroreningsgrad jämfört med generella och platsspecifika riktvärden (PSRV A) i jorden i nu och tidigare undersökta punkter inom aktuellt undersökningsområde redovisas för samtliga provdjup i **figur 9** nedan samt uppdelat för nivåerna 0-0,5 m.u.my., 0,5-1 m.u.my., 1-1,5 m.u.my., 1,5-2 m.u.my., 2-3 m.u.my. och 3-7 m.u.my. på bifogade ritningar, **Plansch 1-6**.



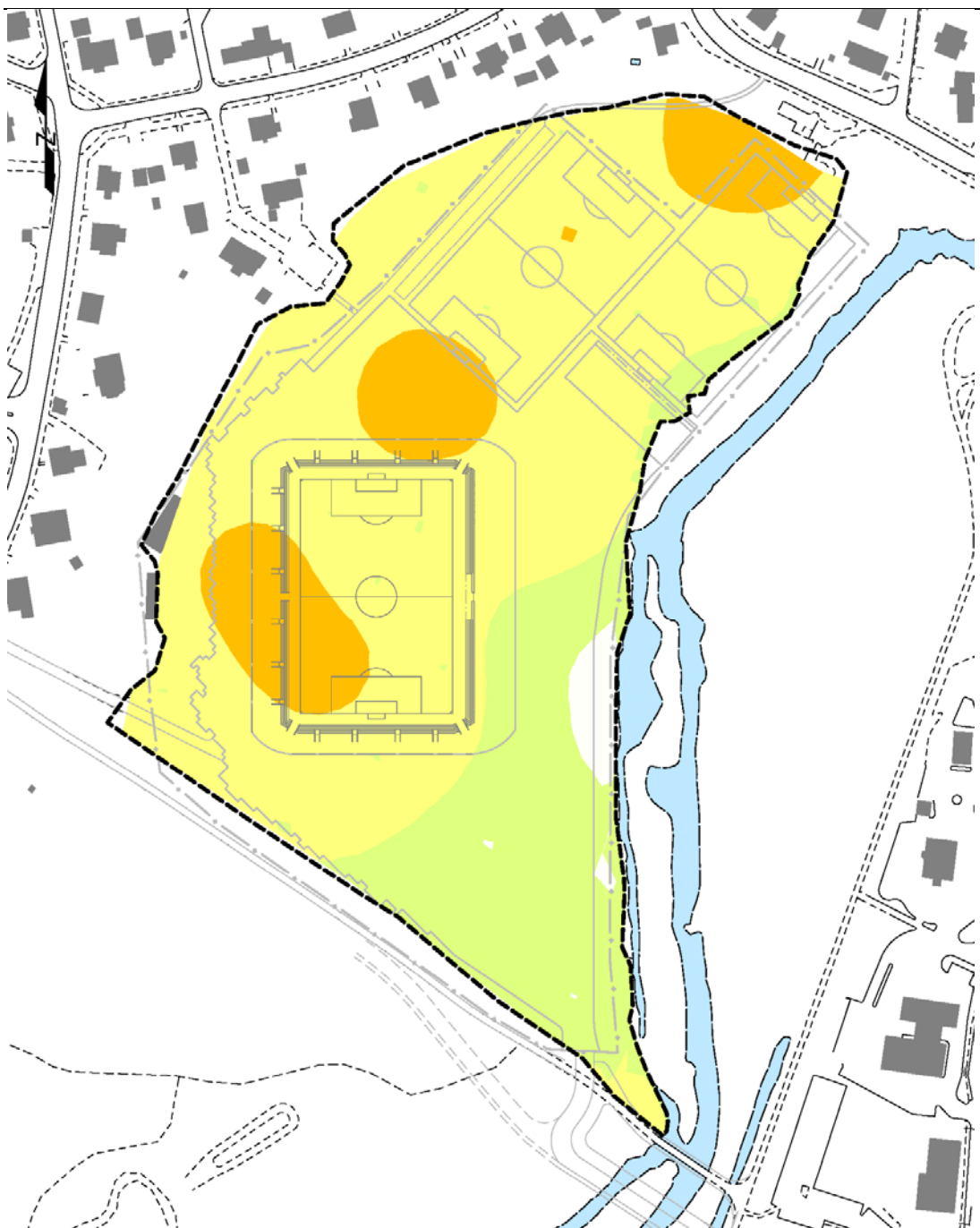
Figur 9 Föroreningsgrad i nu och tidigare undersökta jordprovpunkter

Jordbrovallen

Utifrån färgmarkeringarna i figur 9 och på planscherna 1-6 kan utläsas att föroreningar i halter över generella riktvärden för förorenad mark förekommer i fyllnadsmassorna spritt över hela Jordbrovallenområdet. Föroreningshalter överskridande platsspecifika riktvärden PSRV A tycks dock främst förekomma i de norra och västra områdesdelarna. Föroreningar i halter > MKM-värden förekommer även längst i söder. Den centrala östra delen av Jordbrovallen innehåller till synes lägre föroreningshalter.

Halter överskridande generella riktvärden för MKM och PSRV A inom f.d. deponi-/utfyllnadsområde vid Jordbrovallen har sammantaget påvisats i totalt tolv respektive nio prover fördelat på tio respektive sju provpunkter. PAH-H följt av PAH-M är de två ämnesgrupper som påvisats i halter över generella riktvärden i klart flest prover och provpunkter, tillsammans står de för mer än hälften av alla MKM-överskridanden och nära hälften av alla överskridanden av PSRV A. PAH-H självt står för 31 % av MKM-överskridandena och 37 % av PSRV A-överskridandena. Halter av PAH-H och PAH-M över MKM och PSRV A har främst påvisats i de norra och västra delarna av Jordbrovallenområdet samt huvudsakligen på nivån 1-1,5 m.u.my. Andra ämnen/ ämnesgrupper som analyserats i halter över MKM och PSRV A är i fallande omfattning aromater >C10-C16, aromater >C16-C35, zink, PAH-L, koppar och alifater C16-C35 (alifater C16-C35 ej > PSRV A).

PAH-H-utbredningen över Jordbrovallenområdet interpolerad m.h.a. Kriging-metoden redovisas för jordskikten 0-0,5 m.u.my., 0,5-1 m.u.my., 1-1,5 m.u.my., 1,5-2 m.u.my. på ritningar i **Plansch 7-10**. PAH-H-utbredningen för det mest förorenade jordskiktet, 1-1,5 m.u.my., redovisas även i **figur 10** nedan. Föroreningsutbredningen avseende PAH-H enligt Kriging-modellerna stämmer väl överens med den generella bedömningen ovan att föroreningsnivån är störst i norr och väster samt i skiktet 1-1,5 m.u.my. Den kraftigt PAH-H-förorenade punkten i väster (1712) får framförallt kraftigt genomslag i föroreningsbilden för nivån 0,5-1 m.u.my., se Plansch 8. Enligt diskussionen i resultatkapitlet ovan är det troligt att de extremt höga PAH- och aromathalterna här beror på att asfaltsrester i fyllningen medkommit i det analyserade provet. Den interpolerade föroreningsutbredningen i västra delen enligt plansch 8 bör således tas med försiktighet. Eftersom asfaltsrester noterats i flera av provpunkterna är det inte otroligt att förekommande PAH-föroreningar i fyllnadsmassorna i väsentlig grad härrör från och även fortfarande mer eller mindre är bundna till dessa asfaltsrester. Inga PAH-halter > PSRV har påvisats på nivåerna 0-0,5 m.u.my. respektive 1,5-2 m.u.my., vilket tydligt framgår av planscherna 7 och 10.



Figur 10 Interpolerad föroreningsutbredning avseende PAH-H på nivån 1-1,5 m.u.m.y. (Orangea områden simulerar halter > MKM/PSRV A)

I **tabell 3** nedan redovisas föroreningsfördelningen för analyserade prover på fyllnadsmaterialet vid tidigare och nu genomförda undersökningar inom det f.d. deponiområdet på Jordbrovallen, relaterat till generella respektive platsspecifika riktvärden. Prover uttagna kring broområdet vid Tabergsås i sydost (punkt 1731-1733, samt på naturlig jord nedanför deponi-/utfyllnadsslätten i nordost (punkt 1734-1735) är uteslagna ur redovisningen i tabellen.

Tabell 3 Föroreningsfördelning för analyserade prover

Djup (m.u.my.)	Antal prover	<KM	KM- MKM	≥MKM	Summa	≥PSRV	Volym per prov (m ³)
0-0,5	40	82,5 %	15,0 %	2,5 %	100 %	2,5 %	400
0,5-1	37	78 %	14 %	8 %	100 %	8 %	400
1-1,5	29	72 %	10 %	17 %	100 %	17 %	500
1,5-2	33	61 %	33 %	6 %	100 %	0 %	500
2-3	7	29 %	57 %	14 %	100 %	0 %	4 000
3-7	4	0 %	100 %	0 %	100 %	0 %	<30 000 ⁴⁰
0-7 m	150	70 %	22 %	8 %	100 %	0 %	<1 000 ³⁸

Såväl tidigare som nu utförda undersökningar indikerar att föroreningsnivån inom det f.d. deponi-/utfyllnadsområdet vid Jordbrovallen generellt är högre på djupare än ytliga nivåer i fyllnads-/deponimassorna, se tabell 3 och Plansch 1-6. Sammantaget har störst andel prover med halter över MKM-värden och platsspecifika riktvärden (PSRV A) konstaterats på nivån 1-1,5 m.u.my. I detta lager innehåller 17 % av proverna halter > MKM och PSRV A avseende PAH-H, PAH-M och viss mån aromater. I den översta halvmeteren av fyllnadsmassorna har endast ett prov, längst i sydost, innehållit en halt av koppar överskridande MKM och PSRV A.

Till resonemanget ovan bör tilläggas att antalet analyserade jordprover på större djup än 2 m är mycket litet sett till Jordbrovallenområdets storlek. Den totala arean av bedömt utfyllnadsområde uppgår till i storleksordningen 75 000 m². Detta innebär att varje analyserat jordprov på nivåerna 2-3 m.u.my. och 3-7 m.u.my. representerar en genomsnittlig jordvolym på ca 4 000 m³ respektive upp emot 30 000 m³, se tabell 3.

Föroreningsfördelningen enligt tabell 3 för dessa nivåer kan därför inte sägas vara representativ för hela Jordbrovallenområdet. Vid schaktsanering är det brukligt att ett jordprov representerar ca 50-200 m³ jord för att ge tillräckligt representativa halter för klassificering av massorna. Sett i detta perspektiv är den genomsnittliga jordvolymen per prov stor även för fyllnadsmassorna mellan noll och två meters djup, vilket betyder att det finns risk för att höga föroreningshalter förekommer även mellan de undersökta punkterna.

För att kunna analysera och kvantifiera osäkerheterna i analysresultaten från samtliga genomförda undersökningar inom Jordbrovallenområdet har statistisk analys gjorts av analysresultaten för de parametrar som analyserats i halter över MKM-värden. I **tabell 4** redovisas sammanfattande statistik för samtliga prover tagna 0-1,5 m.u.my, för vilka PSRV A gäller. I **bilaga 3 b** redovisas motsvarande statistik för respektive delnivå; 0-0,5 m.u.my, 0,5-1 m.u.my och 1-1,5 m.u.my.

⁴⁰ Fyllnadsmassornas mäktighet är ställvis mindre än 7 m.

Tabell 4 Föroreningar i jord/fyllning 0-1,5 m.u.my. inom f.d. deponiområdet vid Jordbrovallen. Sammanfattande statistik för parametrar med halter >MKM-värden. Jämfört med generella och platsspecifika riktvärden (PSRV A).

		Cu	Zn	Alifater >C16-C35	Aromater >C10-C16	Aromater >C16-C35	PAH- L	PAH- M	PAH- H
Antal prover		105	105	105	105	98	105	105	105
Minvärde	mg/kg Ts	2,5	11	5,0	0,5	0,3	0,0	0,0	0,1
Medelvärde	mg/kg Ts	14	51	12	5,0	4,7	0,9	11	6,1
Medianvärde	mg/kg Ts	10	34	5	0,5	0,3	0,02	0,13	0,13
Maxvärde	mg/kg Ts	240	550	260	370	350	79	930	460
95-Percentil	mg/kg Ts	21	130	36	12	11	1,7	25	17
UCLM95⁴¹	mg/kg Ts	24	79	25	20	20	4,2	50	25
CV		1,8	1,3	2,5	7,2	7,4	8,2	8,0	7,4
KM	mg/kg Ts	80	250	100	3	10	3	3,5	1
MKM	mg/kg Ts	200	500	1000	15	30	15	20	10
PSRV A	mg/kg Ts	200	500	1000	15	40	15	40	10

För statistikutvärderingen har alla icke detekterade halter ansatts till halva detektionsvärdet. Parametrar med en stor andel analysresultat under detektionsvärdet innebär dock en mer osäker datamängd. Variationskoefficienten (CV) är en normaliserad standardavvikelse och ett mått på spridningen i datamängden. Ju högre CV är, desto större är spridningen. NV⁴² har gett förslag på tolkning av CV-värde för förorenad jord. CV < 0,5 innebär mycket liten variation i data, d.v.s. homogen datamängd. CV > 1,5 innebär en stor variation i data, d.v.s. en heterogen datamängd. CV > 3 innebär extremt stor variation i data, d.v.s. extremt heterogen datamängd. En annan indelning i mer homogena delområden måste då göras för att få representativa halter. Av tabell 4 framgår att CV > 3 för alla redovisade parametrar utom tungmetallerna, vilket således betyder att endast tungmetallhalterna kan anses vara representativa för hela området ner till två meters djup.

För någorlunda homogena datamängder/områden kan en representativ halt⁴³ för jämförelse mot riktvärden tas fram. Som representativ halt bör man välja ett statistiskt mått som exempelvis medelvärdet, den övre konfidensgränsen för medelhalten (UCLM, Upper Confidence Limit of the Mean), maxvärdet, en viss percentil av uppmätta värden (t.ex. 90- eller 95-percentilen). Enligt NV⁴⁴ kan lämpligen en skattning av medelhalten med en adderad säkerhetsmarginal, t.ex. UCLM95, användas för bedömning av långtids-

⁴¹ Upper Confidence Limit of the Mean med konfidensnivån 95 %, utan antagen fördelning enl. Chebyshev, USEPA, 2007

⁴² Provtagningsstrategier för förorenad jord, Rapport 5888, Naturvårdsverket, juli 2009

⁴³ En representativ halt är den halt som bäst representerar risksituationen på ett område utan att risken underskattas.

⁴⁴ Metodik för statistisk utvärdering av miljötekniska undersökningar i jord, Rapport 5932, Naturvårdsverket, juli 2009

risker och en percentil för bedömning av akuta risker. I detta fall är det framförallt långtidsrisker som är av intresse och därför bedöms UCLM95 vara det bästa måttet på representativ halt (utom för heterogena datamängder). UCLM-värdet beräknas på olika sätt beroende på datamängdens fördelning. Datamängderna för ovan redovisade parametrar är inte med tydlighet varken normalfördelade eller lognormalfördelade. Därför används UCLM95-värden utan antagen fördelning. UCLM95 motsvarar en övre gräns för den verkliga medelhalten med 95 % konfidensnivå, d.v.s. sannolikheten att den verkliga medelhalten är lägre än UCLM95 är 95 %. Av tabell 4 ovan framgår att UCLM95-värdena för koppar och zink underskrider såväl generella som platsspecifika riktvärden PSRV A. Sannolikheten för att de verkliga medelhalterna för koppar och zink i området överskrider riktvärdet är således mindre än 5 %. För PAH, alifater och aromater är UCLM95-värdena (eller andra statistiska mått på representativ halt) inte lämpliga att använda p.g.a. heterogena datamängder.

Broområdet sydost om Jordbrovallen

Kring broområdet i sydost har framförallt förhöjda halter av metaller påvisats, med halter över MKM-värden i fyra prover fördelat på två av tre provpunkter och på olika djup. I en av punkterna överskrider även platsspecifika riktvärden, PSRV A på alla nivåer (0-1,5 m.u.my.) De höga tungmetallhalterna har främst påvisats i dy-/gyttj jord precis vid strandkanten intill Tabergså, där marken tidvis sannolikt ligger under åns vattenyta.

Området närmast Tabergså nordost om Jordbrovallen

I de två undersökta punkterna nedanför utfyllnads-/deponislänten intill Tabergså nordost om idrottsområdet Jordbrovallen har några förhöjda föroreningshalter över KM påvisats i torven, samtliga var dock under både generella riktvärden för MKM och platsspecifika riktvärden.

Grundvatten

Analysresultaten från utförda grundvattenprovtagningar inom Jordbrovallenområdet har genomgående visat på låga föroreningsnivåer avseende tungmetaller, alifater, aromater, ftalater, klorfenoler, bekämpningsmedel samt flyktiga och mindre flyktiga organiska ämnen inklusive klorerade och kväveinnehållande lösningsmedel. Däremot har analyser av dioxin samt ställvis och tidvis PAH-H och PAH-M visat på höga föroreningsnivåer, för dioxin över holländska indikationsvärden för allvarlig förorening, samt för PAH över SGU:s riktvärde för grundvatten på nationell nivå och motsvarande mycket allvarlig föroreningsnivå enligt NV:s bedömningsgrunder för förorenade områden. Då analysresultaten avseende PAH varit mycket varierande såväl mellan provpunkterna som mellan olika tillfällen i samma provpunkter kan inga slutsatser dras om PAH-föroreningsnivån i grundvattnet utan fler provtagningar. Dock görs preliminärt bedömningen att de höga PAH-halter som påvisats troligen har koppling till grumliga prover, vilket i sin tur tyder på att förekommande PAH-föroreningar snarare är bundna till större jordpartiklar än lösta eller bundna till mindre partiklar (kolloider) i grundvattnet.

Avseende allmän kemikalisk/fysisk karakterisering av grundvattnet som gjorts vid tidigare undersökningar har generellt höga värden/halter uppmätts jämfört med bedömningsgrunder för grundvatten. Jämfört med normalhalter i lakvatten från svenska deponier har dock uppmätta halter av såväl kem-/fys-parametrar som tungmetaller och organiska ämnen visat sig vara låga i grundvattnet vid Jordbrovallen.

Riskbedömning Jordbrovallen

Allmänt

Följande riskbedömning görs i syfte att översiktligt bedöma risker och åtgärdsbehov med fokus på det f.d. deponi-/utfyllnadsområdet vid Jordbrovallen. Riskbedömningen ska ge svar på vilka risker som föreningssituationen innebär vid planerad exploatering av Jordbrovallenområdet för uppförande av fotbollsarena m.m., hur mycket riskerna behöver reduceras, vilken form av riskreducering som behövs samt om åtgärdsvalet bör inriktas mot föroreningskällor, transport- och exponeringsvägar eller skyddsobjekt.

Riskbedömningen (och efterföljande åtgärdsutredning) redogör enbart för riskerna p.g.a. föreningssituationen i jord och grundvatten. Riskbedömning och åtgärdsutredning avseende deponigas och eventuella andra föroreningsparametrar i porluften samt spridning via förångning förutsätts utredas i separat/parallell rapport upprättad av Sweco Environment.

Föroreningssituationen kring broområdet vid Tabergså i sydost samt nedanför deponi-/utfyllnadsslätten i nordost har i viss mån setts som egna utredningsdelar och redogörs inte ytterligare för i riskbedömningen.

Konceptuell modell

Riskbedömningen grundar sig på platsspecifika riktvärden (PSRV), framtagna för att beakta lokala skyddsvärden samt undersökningsområdets specifika planerade markanvändning. Platsspecifika riktvärden har beräknats för jord med olika djupintervall, dels PSRV A som gäller för ytlig jord 0-1,5 m.u.my. motsvarande den omättade zonen, och dels PSRV B som gäller för jord > 1,5 m.u.my. motsvarande den mättade zonen.

Inför riskbedömningen och framtagandet av platsspecifika riktvärden har de frigörelse- och spridningsmekanismer som är eller kan bli aktuella inom aktuellt område studerats. Utifrån den framtida planerade markanvändningen har även exponeringsvägar inom undersökningsområdet samt skyddsobjekt studerats. Riskbedömningen grundar sig dessutom på vilka dokumenterade föroreningskällor som finns.

Den föroreningskälla samt de spridnings-/exponerings-/skyddsaspekter som bedömts vara relevanta för riskbedömningen i detta specifika fall sammanfattas i en konceptuell modell i **tabell 5** nedan samt i efterföljande textavsnitt. Se även principer för beräkning av platsspecifika riktvärden i avsnittet ”Bedömningsgrunder för jord” ovan.

Tabell 5 Konceptuell modell över relevanta aspekter för Jordbrovallen

Föroreningskälla	Frigörelse/ spridning	Exponeringsvägar	Skyddsobjekt		
			Människor	Miljö	Naturresurser
Fyllnads- /deponimassor Främst PAH-H men även PAH- M, tyngre aromater, PAH-L, Zn och Cu har påvisats i halter > PSRV	Spridning till grund- och ytvatten	Ytlig jord: Intag av jord, hudkontakt med jord/damm, inandning av damm, intag av växter	Framtida fotbollsspelare, tränare och anställda inom idrottsområdet samt besökare till idrottsområdet och kringliggande grön-/parkytor.	Ytvatteneko- system: Tabergsån, Munksjön, Vättern Ytlig jord: Markeko- system	Ytvatten: Vättern (dricksvatten- tåkt) Grundvatten: Förekomst Hovslätt/ Huskvarna

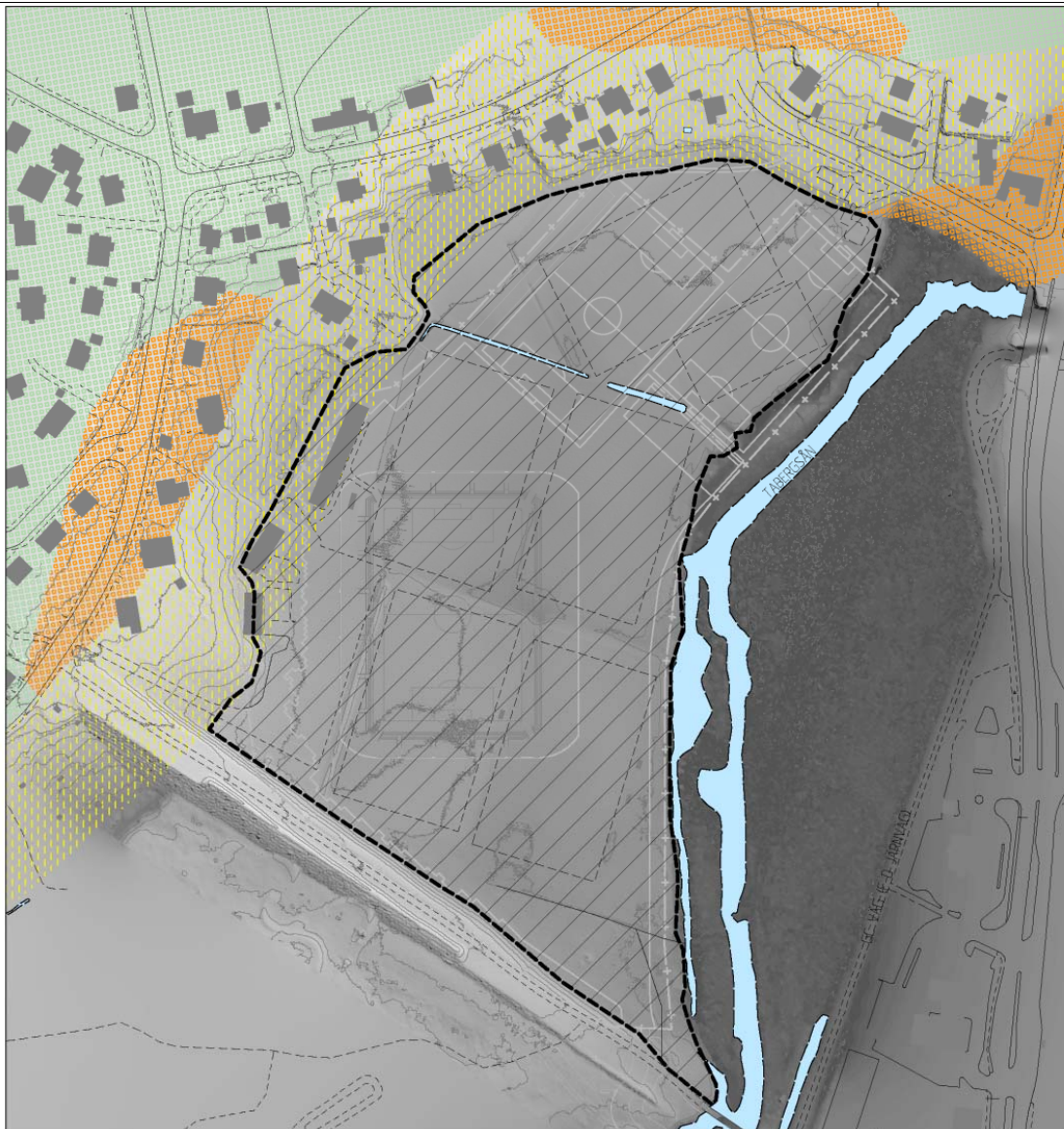
Föroreningskälla

Utbredning utfyllnadsområde

Föroreningskällan inom Jordbrovallenområdet är fyllnadsmaterialet. **Figur 11** nedan visar bedömd utbredning av fyllningen i ytled. Områdets storlek uppgår till ca 75 000 m² och fyllnadsmäktigheten till ca 5-12 m, med tyngdpunkt på 7,5 m⁴⁵. Den bedömda utbredningen i djupled kan schematiskt ses på **figur 5**. Fyllnadsmassornas ungefärliga volym är således ca 560 000 m³, vilket är att betrakta som en mycket stor volym förorenade massor⁴⁶. Den bedömda utbredningen enligt **figur 11** bygger på sonderingar, nivåkurvor samt noteringar i fält. Observera att broområdet i sydost och området med naturliga jordar (torv, sediment m.m.) i randzonen mot Tabergsån i nordost inte ingår i det bedömda utfyllnadsområdet.

⁴⁵

⁴⁶ Bedömning enligt metodik i NV:s rapport 4918, 1999



Figur 11 Bedömt utfyllnads-/deponiområde vid Jordbrovallen = föroreningskälla

Föroreningsomfattning

Enligt redogörelsen i avsnitt "Sammanfattande bedömning av föroreningssituationen" ovan gäller att föroreningshalter i jorden=fyllningen överskridande platsspecifika riktvärden (PSRV A) tycks förekomma främst i de norra och västra delarna av Jordbrovallenområdet samt på nivån 1-1,5 m.u.my., se även **figur 9** och **planscher 1-6**. I den ytligaste jorden; 0-0,5 m.u.my. har endast en halt > PSRV (A) påvisats, och statistiskt sett är detta marklager därmed att betrakta som "rent". På större djup än 1,5 m.u.my. har inga halter > PSRV (B) påträffats (dock är antalet prover på mer än två meters djup litet).

PAH-H är den dominerande föroreningsparametern i fyllnadsmassorna. Se interpolerad föroreningsutbredning för PAH-H i **figur 10** ovan samt i **planscher 7-10**. Den tolkade föroreningsutbredningen styrker bedömningen att föroreningen främst återfinns i norr och väster. Den horisontella utbredningen är till synes störst på nivån 1-1,5 m.u.my. (se figur 10 och Plansch 9). Den i särklass högsta föroreningsnivån, som dock

bör tas med försiktighet, baseras på PAH-H-halten i en punkt (1712) på nivån 0,5-1 m.u.my (se Plansch 8). PAH-H-föreningens totala mängd har översiktligt beräknats uppgå till mer än ett ton, vilket får anses vara en mycket stor mängd ⁴⁷.

Utöver PAH-H har förekomst av halter > PSRV (A) påvisats för PAH-M, aromater >C10-C16, aromater >C16-C35, PAH-L, zink och koppar. För zink och koppar har representativa halter i form av UCLM95-värden kunnat beräknas för hela det ytliga jordskiktet ner till 1,5 m. UCLM95-värdena för både zink och koppar underskrider PSRV (A). På grund av det förorenade områdets storlek och föroreningarnas farlighet (se nedan) bedöms ändå de totala mängderna av koppar och zink, liksom mängderna av PAH-L och aromater teoretiskt som mycket stora ⁴⁴.

Föroreningarnas egenskaper och farlighet

PAH, polycykliska aromatiska kolväten, är generellt sett lågflyktiga, hydrofoba ämnen som skyr vatten och föredrar att binda till partiklar och organiskt material i miljön. Egenskaperna varierar dock kraftigt mellan enskilda PAH:er. Förenklat kan man säga att flyktighet och vattenlöslighet minskar med molekylens storlek och vikt. Grupperna PAH-H och PAH-M består av PAH:er med hög respektive medelhög molekylvikt och därmed generellt medelhög - låg flyktighet och vattenlöslighet.

Tyngre PAH:er (PAH-M, PAH-H) har en högre fördelning till jord och i sediment medan lättare PAH:er (PAH-L) återfinns främst i luft och vatten. Detta innebär att landlevande organismer kan ta upp PAH:er via jord, födoing, genom hudkontakt och från luften via inandning medan vattenlevande organismer främst exponeras via vattenfasen, sediment och födoing.

Viss nedbrytning kan ske genom mikrobiella processer. Tunga PAH:er är svårast att bryta ner. PAH:er är normalt relativt fettlösliga, men då de kan omvandlas effektivt i t.ex. däggdjur sker ingen nämnvärd bioackumulation.

Flertalet PAH:er har både hälsofarliga och miljöfarliga egenskaper och kan antingen vara akut toxiska, genotoxiska, cancerogena eller kombination därav. Både PAH-H och PAH-M består av cancerogena PAH:er. ⁴⁴

Farligheten för övriga aromatiska kolväten (aromater) är generellt att betrakta som hög, liksom farligheten för koppar. Farligheten för zink anses vara måttlig. ⁴⁴

Spridning

Den planerade exploateringen med arenabyggnation m.m. innebär att förekomsten av öppen jord kommer att bli liten (planteringsytor), att stora ytor kommer bebyggas eller hårdgöras och att resterande ytor kommer att vara bevuxna. Detta tillsammans med bedömningen att det översta marklagret (0-0,5 m) kan betraktas som "rent" innebär att de framtida förutsättningarna för föroreningsspridning via damning och erosion bedöms som mycket små. De spridningsmekanismer som är relevanta i detta fall är främst spridning till grund- och ytvatten.

⁴⁷ Bedömning enligt metodik i NV:s rapport 4918, 1999

Huvuddelen av den bedömda föroreningskällan=fyllningen ligger under grundvattenytan vilket gör att risken för föroreningsspredning till grundvattnet inom området generellt är stor. Med reservation för att antalet prover från jordlager under grundvattenytan är litet har dock utförda undersökningar indikerat att den mesta och högsta föroreningsförekomsten finns i ytliga jordlager ovan för grundvattenytan. Detta skulle eventuellt kunna vara tecken på att föroreningar i jordlagren under grundvattenytan i hög utsträckning lakats ur eftersom fyllnadsmassorna legat i många år på platsen. En höjning av grundvattenytan inom området skulle kunna innebära en högre risk för utlakning av föroreningar från jord inom den omättade zonen.

Enligt beskrivning i avsnittet ”Geohydrologi och skyddsobjekt grundvatten” i områdesbeskrivningen ovan bedöms i stort fyllnadsmassorna vara avskärmade från den grundvattenförekomsten under torvlagret. Detta har dock inte kunna säkerställas i nu genomförda undersökningar varför vidare spridning till grundvatten utanför området inte kan uteslutas.

Grundvattenbildningen inom området har utifrån planerad markanvändning och nederbördsstatistik beräknats till 150 mm/år. Den ökade andelen hårdgjorda ytor innebär att grundvattenbildningen minskar. Upprättad strömbild för grundvattnet visar att grundvattenytan inom Jordbrovallenområdet är mycket flack, se figur 7 i avsnitt ”Grundvattennivåer och grundvattenströmning” i resultatkapitlet. En genomsnittlig gradient på cirka 0,4 % har beräknats. Grundvattnets strömningsriktning bedöms i stort vara riktad mot Tabergsån, men viss strömning mot Munksjön kan förekomma i norr. Den hydrauliska konduktiviteten i fyllnadsmaterialet i genomsnitt har antagits till 10^{-6} m/s. Detta innebär sammantaget en teoretisk strömningshastighet på ca 0,4 m/år, vilket innebär att spridningsförutsättningarna i mark och grundvatten generellt bedöms som stora ⁴⁸. Eftersom de förorenade massorna har legat på platsen i flera decennier och då avståndet till närmaste ytvattenrecipient (Tabergsån) är litet bedöms vidare spridningsförutsättningarna via grundvatten till ytvatten teoretiskt vara mycket stora ⁴⁶. Teoretiskt är sannolikheten stor att spridning till ytvatten redan har skett från de östra delarna av utfyllnadsområdet.

Samtidigt bör det noteras att fyllnadsmaterialet inte är homogent. Såväl bedömda jordlagerföljder vid jordprovtagning som observerad stor variation i grundvattentillströmning mellan olika grundvattenrör vittnar om att det ställvis både förekommer områden med tätare jordarter och områden med grövre jordarter. Detta tillsammans med förekomst av avfallsrester i fyllnadsmassorna medger sannolikt stora lokala variationer i grundvattenflödet inom utfyllnadsområdet och i spridningsförutsättningarna till ytvattenrecipienterna. Även bedömningen att sediment och naturliga kvarvarande ytliga torv- och gyttjelager nedanför utfyllandskanten bildar en tätande barriär mot Tabergsån innebär i praktiken försämrade spridningsförutsättningar till ån, jämför avsnitt ”Grundvattennivåer och grundvattenströmning” i resultatkapitlet.

Det bör även tilläggas att den mer eller mindre täta spont som planeras att anläggas mellan arenaområdet och Tabergsån med största sannolikhet kommer att påverka både grundvatten- och spridningsförhållandena inom och från området. Utan åtgärder bedöms spontanen innebära att grundvattennivån stiger upp i mer förorenade jordlager

⁴⁸ Bedömning enligt metodik i NV:s rapport 4918, 1999

samt i hög utsträckning tar ta ”omvägar” runt sponten innan det når Tabergsåån och eventuellt Munksjön.

I grundvattnet har halter av dioxiner och furaner samt ställvis och tidvis (vid ett av två tillfällen) PAH-H och PAH-M visat på höga föroreningsnivåer. Preliminärt bedöms de höga PAH-H- och PAH-M-halter som uppmäts troligen bero på grumliga prover, vilket i sin tur tyder på att PAH-H- och PAH-M-föroreningarna troligen i hög grad är bundna till större jordpartiklar och i mindre utsträckning återfinns i grundvattnet. Redogörelsen ovan om PAH-föroreningarnas egenskaper styrker denna bedömning. Å andra sidan indikerade den ytvattenprovtagning som gjorts (vid ett tillfälle) i Tabergsåån uppströms och nedströms de tre närliggande f.d. deponiområdena (inklusive Jordbrovallen) påverkan av PAH-L och PAH-M från de f.d. deponierna, dock oklart från vilken/vilka. I övrigt bedömdes utspädningseffekten i Tabergsåån innebära att tillskottet från deponigrundvatten inte ger någon påverkan på ytvattenhalterna, som genomgående var låga för alla analyserade föroreningsparametrar inklusive PAH och dioxiner/furaner. Eftersom provtagning av grundvatten och ytvatten i och i anslutning till Jordbrovallen hittills bara utförts vid ett till två tillfällen, och då analysresultaten avseende PAH varit mycket varierande såväl mellan provpunkterna som mellan de två tillfällena i samma provpunkter kan i dagsläget inga slutsatser dras om PAH-föroreningsnivån i grundvattnet eller spridningen till ytvattnet.

Skyddsobjekt

Relevanta skyddsobjekt från hälsosynpunkt är för det aktuella fallet dels de människor (vuxna och barn) som kommer att nyttja arenan och fotbollsplanerna, dels anställd personal inom området (vaktmästare, kanslipersonal etc.), dels besökare (vuxna och barn) till idrottsområdet och kringliggande grön-/parkytor samt i viss mån människor (vuxna) som vistas tillfälligt inom området för utförande av särskilda/onormala verksamheter i anslutning till marken, såsom gräv- och anläggningsarbeten.

Relevanta skyddsobjekt från miljösynpunkt är dels ytvattensystemet Tabergsåån-Munksjön-Vättern (se avsnittet ”Hydrologi och skyddsobjekt ytvatten” ovan) och dels det lokala markecosystemet i ytlig jord 0-1,5 m.u.my. Platsspecifika riktvärden, PSRV A, har tagits fram för de ytliga jordlagren (0-1,5 m.u.my.), innebärande samma skydd för markecosystem i inom hela undersökningsområdet, trots att stora delar av området kommer att vara täckt av byggnader eller hårdgjorda ytor där markfunktionen sannolikt kommer att bli begränsad. I praktiken bedöms skydd för markmiljön vara av vikt enbart inom öppna bevuxna ytor, d.v.s. inom grön-/parkytor i utkanten av arenaområdet, samt främst i de översta marklagren (ca 0-1 m.u.my.). Antalet unika arter/släkten minskar mycket kraftigt med ökande djup varför markecosystem på större djup kan anses som mindre skyddsvärda ⁴⁹.

Relevanta skyddsobjekt från naturresurssynpunkt är grundvattenförekomsten Hovslätt-Huskvarna och dricksvattentäkten Vättern, se vidare i avsnittet ”Hydrologi och skyddsobjekt ytvatten” i områdesbeskrivningen ovan. Enligt beskrivning i avsnittet ”Geohydrologi och skyddsobjekt grundvatten” i områdesbeskrivningen bedöms i stort fyllnadsmassorna vara avskärmade från den utpekade grundvattenförekomsten av ett

⁴⁹ Enligt resultat från det s.k. ”Malmöprojektet”

komprimerat torvlager. Detta har dock inte kunna säkerställas i nu genomförda undersökningar varför försiktighetsprincipen måste gälla.

Exponering

De huvudsakliga exponeringvägar som beaktats vid beräkning av platsspecifika riktvärden PSRV A för ytlig jord; 0-1,5 m.u.my, är intag av jord, hudkontakt med jord/damm, inandning av damm samt intag av växter, se vidare i avsnittet "Bedömningsgrunder för jord" ovan. Beaktat att den planerade markanvändningen innebär att förekomsten av öppna jordtytor blir liten samt att det ytligaste jordskiktet; 0-0,5 m.u.my., är att betrakta som "rent" bedöms dock i praktiken risken för exponering via intag av förorenad jord, hudkontakt med förorenad jord/förorenat damm samt inandning av förorenat damm i det framtida normalfallet generellt sett vara minimal. Även risken för exponering via intag av växter bedöms i praktiken som liten, dels då inga odlingar kommer att finnas inom området och dels då åtminstone mindre växters rotsystem sannolikt i huvudsak befinner sig i det ytligaste jordskiktet.

Dock bör det noteras att schakt- och fyllnadsarbeten som följer av den planerade exploateringen kan innebära förändringar i exponeringsförutsättningarna. Fyllnadsarbeten (troligen främst i den östra delen av området) kan teoretiskt minska förutsättningarna för framtida exponering ifall föroreningskällan/fyllningen övertäcks med renare jord än befintliga ytliga fyllnadsmassor. Även schaktarbeten i samband med exploatering (t.ex. för grundläggning av arena, träningsplaner, körytor etc.) kan medföra minskade förutsättningar för exponering ifall förorenade massor avlägsnas från platsen. Men schaktarbeten kan också innebära att exponeringsrisken teoretiskt ökar ifall "ren" ytlig jord avlägsnas och djupare jordlager med potentiellt sett högre föroreningsnivå kommer upp till ytan t.ex. till följd av marknivåsänkning (eventuellt aktuellt i norra och västra delarna av området).

För föroreningar i jord >1,5 m.u.my, är risken för lokal exponering i det framtida normalfallet princip obefintlig p.g.a. avståndet mellan föroreningarna och markytan. Samtliga exponeringsvägar har därför uteslutits vid beräkning av PSRV B.

Vid särskilda tillfällen, t.ex. vid gräv- eller andra markarbeten finns risk för korttids-exponering i form av enstaka intag av jord, hudkontakt med jord/ damm och inandning av damm. Exponeringsrisken är generellt störst för ytligare jordlager då djupare grävarbeten sannolikt är mindre förekommande.

Sammanfattande riskbedömning

Utifrån påvisad förekomst av höga föroreningshalter (> PSRV) samt teoretiskt beräknade föroreningsmängder och potentiellt förorenad jordvolym (=fyllnads-/deponimassor) görs den sammantagna bedömningen att föroreningsnivån i fyllnadsmaterialet inom Jordbrovallen generellt sett är låg-måttlig för koppar, zink och PAH-L, måttlig-hög för aromater >C10-C35 samt hög-mycket hög för PAH-M och PAH-H⁵⁰. PAH-H är den dominerande föroreningsparametern och styrande för riskbedömningen.

⁵⁰ Bedömning enligt metodik i NV:s rapport 4918, 1999

Föroreningsnivån avseende bl.a. PAH-H i jordlagren på 0,5-1,5 meters djup innebär teoretiskt en stor risk för markmiljöekosystemet i tre områden i norr och väster (se figur 10/Plansch 9 och Plansch 8). Under antagandet att ett fungerande markekosystem behöver säkerställas endast för öppna grönytor och parkytor utanför själva arenaområdet begränsas risken avseende markmiljö till dessa delar, i praktiken till området kring befintliga byggnader i väster samt till grönområdet/ lekparksområdet längst i norr. Vidare bedöms den ekologiska markfunktionen vara störst och av störst vikt i de översta marklagren (ca 0-1 m.u.my.), vilket ytterligare minskar risken avseende markmiljö eftersom inga höga föroreningshalter (> PSRV) påvisats i det översta markskiktet (0-0,5 m.u.my.). Om det blir aktuellt med marknivåsänkning inom berörda grön-/parkytor ökar dock risken för markmiljön p.g.a. avlägsnande av ”ren” ytlig, mullrik jord.

De fysikaliska förutsättningarna för föroreningsspridning till grundvattnet inom området samt till ytvatten bedöms generellt vara goda, även om heterogenitet hos fyllnads-massorna troligtvis innebär stora lokala variationer inom området. Förekomst av täta naturliga jordar under fyllnadsmassorna samt mellan utfyllnadsområdet och Tabergsån bedöms begränsa spridningen till underliggande grundvattenförekomst samt till ån.

Uppmätta föroreningshalter i grundvattnet inom området tyder på en hög förorenings-nivå avseende dioxiner och furaner. Föroreningsnivån i grundvattnet för PAH-H och PAH-M går dock i dagsläget inte att bedöma p.g.a. mycket varierande analysresultat. Ytvattenprovtagning i Tabergsån har indikerat föroreningspåverkan av PAH-L och PAH-M från deponiområdena kring Tabergsån, dock inte med säkerhet från just Jordbrovallen. Enligt försikthetsprincipen görs preliminärt bedömningen att risken för spridning av dioxiner och furaner samt PAH:er till Tabergsån är stor. Ej detekterbara eller låga föroreningshalter i Tabergsån tyder dock på att utspädningseffekten är stor och föroreningspåverkan liten. Dock krävs ytterligare provtagningar för att kunna göra en säkrare bedömning av riskerna avseende föroreningsspridning till ytvattnet.

Baserat på gissningen att utfyllnadsområdet utgör en avskärmad grundvattenakvifär görs en högst preliminär bedömning att risken för föroreningsspridning till underliggande grundvattenförekomst är liten. För att kunna göra en säkrare bedömning krävs att spridningsförutsättningarna undersöks i fält.

Den faktiska exponeringsrisken för människor som kommer att vistas inom området i normalfallet bedöms som sammantaget som liten. Bedömningen grundas främst på att det översta marklagret (0-0,5 m.u.my.) utifrån genomförda undersökningar kan anses vara ”rent”. Faktumet att området till stora delar kommer att bebyggas eller hårdgöras innebär också att risken för kontakt med jord och damm minskar. Om det blir aktuellt med marknivåsänkning (i norra och västra delarna av området) ökar dock risken för exponering p.g.a. avlägsnande av ”ren” ytlig jord, framförallt inom öppna park-/grönytor utanför själva arenaområdet. Viss risk finns även för korttidsexponering vid särskilda tillfällen, såsom grävarbeten. Utifrån erhållna analysresultat och riktvärden för korttidsexponering i NV:s riktvärdesmodell bedöms denna risk dock enbart vara relevant avseende exponering för PAH-H i anslutning till den exceptionellt förorenade punkten 1712 i väster, under förutsättning att den uppmätta halten i provet från nivån 0,5-1 m är korrekt och gäller för en större jordvolym.

Sammantaget bedöms föroreningsnivån i jord, grundvatten och ytvatten vid Jordbrovallenområdet, förutsättningarna för spridning och exponering samt förekomsten av skyddsobjekt innebära viss risk avseende markmiljön inom begränsade delar av planerade grön-/parkytor direkt norr och väster om själva arenaområdet. Om exploateringen innebär en sänkning av marknivån (i norr/väster), och därmed avlägsnande av ”ren” yttlig jord, ökar risken för markmiljön inom berörda områden, liksom exponeringsrisken för människor. Exponeringsrisken bedöms annars vara liten och främst beaktansvärd avseende korttidsexponering för PAH-H-föroreningen på djupet 0,5-1 m.u.my. i anslutning till punkten 1712 i väster. Preliminärt bedöms risk även finnas för påverkan på ytvattenrecipienter samt på underliggande grundvattenförekomst, men ytterligare undersökningar krävs för att bekräfta eller dementera dessa risker.

Den sammantagna riskbedömningen innebär att åtgärder kan behövas för att säkerställa markecosystemets funktion i marklagren 0-1 m.u.my. i delar av de planerade grön-/parkytorna i utkanten av området, närmare bestämt vid befintliga byggnader i väster samt vid grönområdet/lekparksområdet längst i norr. Åtgärder kan eventuellt även behövas för att reducera exponeringsrisken för människor, dels för fallet att befintlig ”ren” yttjord avlägsnas och dels för korttidsexponering vid punkten 1712 i väster. Dock bedöms bättre underlag, i form av ytterligare jordprov, behövas för att bekräfta eller dementera risken för korttidsexponering och behovet av åtgärder kring punkten 1712. Åtgärder kan även behöva vidtas för att minimera eventuella risker för påverkan på ytvatten och underliggande grundvattenförekomst genom spridning, men behovet av sådana åtgärder kan inte bedömas med befintligt underlag.

Osäkerheter

Den kompletterande markundersökningen har i enlighet med dess syfte inriktats mot att undersöka föroreningssituationen i grundvatten samt i yttlig jord i ett från tidsplanen sett rimligt antal punkter. Eventuell förekomst och risker med flyktiga föroreningar i marken har inte undersökts.

Riskbedömningen baseras på översiktliga uppgifter om planerad markanvändning samt på resultaten från genomförda miljötekniska markundersökningar. Det går dock inte att säkerställa att de högsta halterna har påträffats eller att ytterligare punkter/platser med höga halter finns mellan undersökta punkter eller på större djup (> 2 m) där få punkter undersökts. I förorenad mark och i synnerhet i deponier ger ett markprov endast en mycket lokal bild av föroreningen. Föreliggande utredning har pekat på ett antal statistiska osäkerheter beträffande utförda markprover vilket belyser den heterogenitet som ofta kännetecknar deponiområden. Även miljöförhållandena avseende spridningsvägar m.m. är komplicerade. Till detta skall läggas att underlagsdata är begränsat och inhämtat under relativt kort tidsperiod.

Åtgärdsutredning Jordbrovallen

Allmänt

Syftet med en åtgärdsutredning är att utifrån föroreningsituation och riskbedömning föreslå lämpliga åtgärder så att riskerna kan minskas till en acceptabel nivå. Åtgärdsutredningar genomförs vanligen för förorenade områden där oacceptabla risker föreligger för den befintliga situationen. Åtgärdsutredning kan även genomföras i samband med exploateringsprojekt, såsom i detta fall, för den framtida markanvändningen.

I en åtgärdsutredning identifieras och analyseras möjliga åtgärdsalternativ med hjälp av utvärderingskriterier. Åtgärdsalternativen kan avse reduktion av föroreningskällan eller begränsning av spridning och exponering av föroreningen.

Målsättningen med en åtgärdsutredning är ofta även att presentera en rimlig prognos för efterbehandlingskostnaderna.

Föroreningsituationen kring broområdet vid Tabergsån i sydost samt nedanför deponi-/utfyllnadsslätten i nordost har i viss mån setts som egna utredningsdelar och redogörs inte ytterligare för i åtgärdsutredningen.

Förutsättningar

Åtgärdsutredningen bygger på en planerad exploatering av Jordbrovallenområdet för uppförande av fotbollsarena m.m. motsvarande beskrivningen i avsnittet "Planerad markanvändning" ovan. I samband med exploateringen ändras förutsättningarna vad avser miljö- och hälsorisker. Vid framtagande av platsspecifika riktvärden m.m. har tagits hänsyn till detta. Vad som särskilt bör framhållas är att vissa förutsättningar även ändras till det bättre, exploateringen utgör i sig självt så att säga en åtgärd. Ur ett pedagogiskt syfte redogörs nedan kortfattat för en del av dessa "åtgärder" vilka har en mer framträdande roll i resonemanget kring tänkbara och föreslagna åtgärder.

- Hårdgörandegraden ökar. Stora ytor kommer att hårdgöras med asfalt, tak, plattor m.m. Förändringen kan ur denna aspekt ses som dubbelt positiv då den dels medverkar till att exponeringsrisken minskar och dels till att infiltration av regnvatten minskar, förutsatt att avrinnande dagvatten samlas upp och leds bort i ett slutet system.
- Föreslagen höjdsättning på det framtida området innebär såväl fyllnads- som schaktarbeten. I nuläget är det dock oklart i vilken omfattning och exakt var dessa arbeten kommer att ske. Så som beskrivits ovan kan schakt- och fyllnadsarbeten medföra såväl fördelar som nackdelar från miljö- och hälsosynpunkt beroende på om uppgrävda massor avlägsnas från platsen eller återanvänds inom området, om djupare liggande förorenade massor blottläggs eller övertäcks etc.
- I planerna för exploateringen inkluderas en ny spont längs Tabergsån. Sponten installeras i stabiliserande syfte, preliminärt till 5 meters djup. Ur flera aspekter är spontens inverkan på miljöförhållandena på plats osäker då detaljprojektering pågår. Enligt uppgift lär den dock bli "mer eller mindre tät" och härigenom skapa en barriär för grundvattnets naturliga strömningsriktning. Preliminärt kommer sponten sträcka sig 400 meter utmed ån, vilket i stort sett motsvarar hela fyllnadskanten.

Observera särskilt att ovanstående ”åtgärder” är förutsättningar och alltså inte kommer att upptas i någon kalkyl men också på ett eller annat sätt ingår i riskbedömning och framtagande av platsspecifika riktvärden.

Olika åtgärdsalternativ har tagits fram. Alternativen inkluderar olika maxalternativ och även ett nollalternativ, d.v.s. ett alternativ motsvarande den befintliga situationen, utan arenabebyggelse och efterbehandlingsåtgärder.

Förutom det överordnande grundkriteriet att riskerna för människors hälsa och miljön skall minskas till en acceptabel nivå har ett antal utvärderingskriterier satts upp:

- Lösningen skall tekniskt möjliggöra arenabyggnation m.m. motsvarande det beskrivet ovan. D.v.s. åtgärder som praktiskt förhindrar utbyggnad av fotbollsarena är ej aktuella.
- Lösningen skall ekonomiskt möjliggöra exploateringsprojekt motsvarande det beskrivet ovan. D.v.s. projektet skall vara ekonomiskt rimligt m.a.p. arenabyggnation m.m.
- Lösningen skall inrymmas i projektets tidplan.
- Lösningen skall vara beprövad och ett slutresultat skall vara säkerställt. D.v.s. försöksverksamhet och provperioder är uteslutna.
- Lösningen skall vara av engångskaraktär och inte behöva medföra kontinuerligt aktiva åtgärder.
- Lösningen skall fungera över mycket lång tid.
- Lösningen skall ta hänsyn till förmodade framtida klimatförändringar.

Uteslutna åtgärdsalternativ

Nedan redogörs mycket kortfattat för ett antal normalt sett tänkbara åtgärdsalternativ, vilka i ett tidigt skede redan ansetts uteslutna.

- Destruktion av föroreningar utan att behöva flytta föroreningskällan (in-situ). För de aktuella PAH föroreningar skulle det teoretiskt exempelvis kunna innebära någon form av biologisk behandling på plats. In-situ behandling för att reducera föroreningskällan i nedlagda deponier förekommer dock sällan. Tidplan för sådan åtgärd är högst oklar då förutsättningarna är svåra att bedöma. Sannolikt är även kvaliteten på slutresultatet mycket osäker då volymen och djupet på fyllnadsmassorna är mycket stor och skiftande i innehåll.
- Fastläggning av föroreningar på plats (in-situ). Stabilisering av fyllnadsmassorna kan utföras för att åstadkomma ett tätare förhållande för att minimera vattengenomströmningen och för att fastlägga föroreningarna. Metoden har praktiserats bl.a. vid Östra hamnen i Malmö, där avfall i deponi injekterades med cement. För det här aktuella projektet kan det dock inte anses ekonomiskt försvarbart då volymen är stor och behov av markstabiliserande åtgärder av denna typ antagligen ej föreligger. Vid inkludering av andra överväganden som inkluderar svåra problem med deponigas skulle metoden likväl lyftas fram då cementen höjer pH värdet och p.s.s. förhindrar

metanbildning. Sannolikt är emellertid tidplanen begränsande för sådant projekt. Fråga kan också resas kring metodens tillförlitlighet och långsiktiga hållbarhet.

- Storskalig processinriktad behandling av förorenat vatten på plats. Installation av permanent reningsverk på platsen är ej aktuellt då detta skulle kräva aktiva åtgärder under mycket lång tid framöver.
- Administrativa åtgärder. Restriktioner beträffande framtida markanvändning är ej eftersträfvansvärt.

Nollalternativ

Alternativet innebär att området lämnas utan några som helst åtgärder för att reducera risker med den kvarlämnade föroreningen. Den totala föroreningsmängden reduceras inte och av spridningen tillåts fortgå. Riskreduktion för markmiljön och de människor som i framtiden ska vistas på platsen utförs heller inte.

Vid en sammanvägd bedömning och jämförelse med den befintliga förorenings-situationen finns ej acceptabla risker avseende främst miljösituationen. Högst sannolikt medför då nollalternativet att exploatering omöjliggörs. Om exploatering omöjliggörs och inga åtgärder genomförs kan det innebära att trolig pågående förorenings-spridning till omgivande miljö fortgår.

Förutom att kostnaden för nollalternativet är obefintlig hör till pluseffekterna att föroreningen inte ”inlåses” för framtida åtgärds-tekniker eller urgrävningar (t.ex. s.k. landfill mining). Utifrån de undersökningar som genomförts finns dock inga tecken på att området i dagsläget skulle vara intressant för urgrävning. Ur en samhällsekonomisk synvinkel är det inte heller rättvisande att påstå att kostnad för nollalternativet också är noll då marken är värdefull och sannolikt kräver insatser på sikt för att nyttjas.

Tänkbara åtgärdsalternativ

Tänkbara åtgärdsalternativ eller kombinationer av dessa kan vara:

Schaktning och behandling av förorening ex-situ (inkl. behandling av läns-vatten)

Urgrävning är den mest vanligt förekommande metoden generellt sett. En nackdel är att schaktningen i sig kan medföra såväl risk för exponering som spridning av föroreningar om de förorenade massorna finns relativt ytligt. Uppschaktade massor kan även vara att betrakta som avfall och måste omhändertas som sådana vilket kan kräva många och långa transporter till godkänd behandlingsanläggning.

Inneslutning av föroreningar

Metoden går ut på att skapa barriärer av olika slag för att hindra förorenings-spridning. Föroreningskällan reduceras inte men oskadliggörs på mycket lång sikt. Inom ramen för detta projekt kan jämförelse göras med det normala förfarandet för deponier. Inneslutning enligt deponeringsförfordningen för nya deponier innebär bl.a. krav på geologisk barriär, bottentätning och särskilt uppsamlingssystem för lakvatten. En nackdel är att metoden kan medverka till lägre syrehalter och ändrade redoxförhållanden vilket kan påverka - öka, utsläppet från föroreningskällan.

Övertäckning med naturliga jordar eller konstgjorda material

Det primära syftet med denna metod är att minska exponeringsvägarna, främst för de människor som vistas i området. Till pluseffekterna hör även att föroreningsspridningen ner till grundvattnet minskar eftersom en del av nederbörds mängden leds bort. Liksom för inneslutningsmetoden kan dock syrehalten minska och utfällning av föroreningar öka. Vidare ökar kraven på ett gasuppsamlingssystem. Övertäckning enligt deponeringsförrordningen för nya deponier innebär bl.a. krav på sluttäckning inkluderande tätskikt, dräneringslager och skyddslager.

Tänkbara åtgärder – maxalternativ

Schaktning och behandling av förorening ex-situ (inkl. behandling av länsvatten)

Maxalternativet innebär att i princip samtliga deponi- och fyllnadsmassor grävs bort och transporteras till godkänd behandlingsanläggning. Den uppgrävda volymen ersätts med nya fyllnadsmassor. Delar av fyllningen kan sannolikt dock återanvändas på platsen efter kompletterande provtagning och siktning.

Kostnaderna för urgrävning enligt maxalternativet kan enbart mycket grovt skattas då förutsättningarna är svåröverskådliga. Kostnadsuppskattning har gjorts för två varianter av maxalternativet; dels för urgrävning av hela föroreningskällan och dels för urgrävning av deponi-/fyllnadsmassor där PSRV A kan förmodas överstigas.

Om hela föroreningskällan, d.v.s. fyllnadsmaterialet, skall tas bort kommer arbetet att kräva enorma insatser, ett sådant maxalternativ kan inte anses realistiskt och är inte aktuellt.

Inte heller utbyte av samtliga fyllnadsmassor ovan grundvattenytan – drygt 300 000 ton - är ekonomiskt försvarbart. Kostnaden kalkyleras mycket grovt till över 100 MSEK.

För alternativet urgrävning och återfyllning av de områden där PSRV A kan förmodas överstigas har kalkylen beräknats till cirka 11 MSEK. Mycket grovt görs bedömningen att cirka 30 000 ton fyllnadsmaterial då behöver schaktas bort. Samtligt material transporteras till avfallsanläggningen Miljön. Merparten utgörs av s.k. IFA⁵¹-massor.

Utöver ekonomin kan frågetecken resas för den totala miljönyttan med urgrävning enligt maxalternativet. Arbetet kräver många maskintimmar och transportmil, och riskerna för spridning och exponering ökar sannolikt. Alternativet bedöms sammantaget inte vara miljömässigt motiverat.

Inneslutning av föroreningar

Ett maxalternativ beträffande inneslutning av föroreningar är omöjligt att uppnå då fyllnadsmassorna inte helt säkert vilar på en tät bottenkonstruktion, även om mycket talar för att den underliggande torven/silten kan sägas utgöra en form av geologisk barriär.

Den planerade sponten med stabiliserande syfte innebär även en form av inneslutande åtgärd. Helt inneslutande blir den dock inte förrän den tätas (tätspont) och nedpressas till tätare jordlager i form av torv. Djupet uppgår då till cirka 10 meter. Kostnaden för

⁵¹ Icke farligt avfall

ett sådant alternativ har beräknats till cirka 5 MSEK utöver vad som tidigare har kalkylerats för sponten.

Effekten av en tätsponsåtgärd är sannolikt dock relativt marginell. Redan en ”normal” spont är relativt tät och strömningsvägen under spontlinjen är endast tveksamt den enklaste. Snarare är det så att sponten utgör en risk för en högre grundvattenyta inom området. Alternativet med en djupare och tätare spont anses således inte vara miljömässigt motiverat.

Övertäckning med naturliga jordar eller konstgjorda material

Ett maxalternativ vad gäller övertäckning motsvarar kraven för sluttäckning av deponi. D.v.s. marken terrasseras för att få jämn lutning och därefter påförs tätskikt, dräneringsskikt och skyddslager. Två varianter av maxalternativet kan urskiljas; dels övertäckning av hela föroreningskällan/fyllnadsområdet och dels övertäckning av deponi-/fyllnadsmassor där PSRV A kan förmodas överstigas.

Sluttäckning av hela fyllnadsområdet, 75 000 m², bedöms ej vara realistiskt eller miljömässigt motiverat. Sluttäckning av de områden där föroreningsgraden kan förmodas överstiga PSRV A kalkyleras till cirka 15 MSEK.

Mycket troligt är maxalternativet genom övertäckning dock helt uteslutet då en sluttäckningskonstruktion inte går att förena med den planerade exploateringen, dels p.g.a. att regelrätt sluttäckning kräver ommodellering av området och dels p.g.a. att exploateringen bl.a. innebär omfattande pålning och stor risk för framtida skador på ett eventuellt tätskikt över hela området. Alternativet kan heller inte anses miljömässigt motiverat.

Förslag till åtgärder

För område Jordbrovallen föreslås följande åtgärder:

Skydd av ytvatten och grundvatten

För de platsspecifika riktvärdena är skydd av grundvatten och ytvatten styrande för en del parametrar, främst på djupet. Vidare anses det föreligga en risk för ökad urlakning av föroreningar p.g.a. spontens inverkan på grundvattennivån i området. Sponten kommer sannolikt att utöva en barriär för vattnets naturliga flödesväg och riskerar därmed att medverka till att grundvattennivån i området höjs. En förändring av grundvattenytans nivå inom området bör inte tillåtas, vare sig uppåt eller neråt. En höjning av grundvattennivån medverkar sannolikt till ytterligare urlakning av fyllnadsmassorna, medan en sänkning skulle kunna få allvarliga inverknings på gasproblematiken.

I och med att merparten av fyllnadsmassorna oundvikligt kommer att finnas kvar under mycket lång tid framöver är det viktigt att ha kontroll över deponin även om den formellt har efterbehandlats.

Baserat på ovanstående föreslås åtgärder för att kontrollera, reglera och minimera volymen på det utgående vattnet, lakvattnet, enligt följande.

För att *kontrollera* grundvattenkvaliteten och *reglera* grundvattennivån inom området föreslås att sponten kompletteras med innanför liggande avskärande dräneringsdike. Diket anläggs i nivå med grundvattenytan och dräneringsvatten föreslås avledas mot särskild utloppspunkt vid Tabergså. Diket föreslås vidare anordnas med nivåreglering i utlopp. Kostnad för diket med nivåregleringsbrunn bedöms vara knappt 300 000 SEK. Här ingår ett antagande om att diket kan anläggas samtidigt med sponten och att sponten schaktas ner den första metern i fyllningen.

I syfte att *minimera* grundvattenbildningen föreslås även att tillkommande grundvatten, likaledes avleds med dränerande stråk. Dräneringstråk anläggs uppströms fyllningens (deponins) västra och norra kant. Syftet är dels att förhindra urlakning av fyllnads-massorna samt dels att underlätta arbetet med att vidmakthålla grundvattenytan i sitt nuvarande läge. En sådan avskärande dränering á ca 900 meter bedöms kosta cirka 1 MSEK. Avskärande dränstråk anläggs förslagsvis och om möjligt parallellt med ytligt dagvattendike, se dagvattenutredning (Geosigma).

Flera ytor kommer att hårdgöras inom ramen för exploateringsprojektet. I syfte att minimera lakvattenbildningen ytterligare föreslås att fotbollsplanerna anläggs med tätande membran med ovanförliggande dräneringsskikt, som samlar upp och avleder infiltrerat dagvatten. Membranet bör eventuellt även underlagras av dräneringsskikt för att avleda gas beroende på vad gasutredning visar. Kostnaden för åtgärden beräknas översiktligt till drygt 2 MSEK. Åtgärdsförslaget ger även möjlighet att samla upp förorenat dagvatten och rena detta separat, se dagvattenutredning (Geosigma).

Skydd av markmiljö och exponering

För de platsspecifika riktvärdena är skydd av markmiljö styrande för riktvärdet (PSRV A) för de ytliga jordlagren, 0-1,5 meter under markytan. Ett översta skikt om cirka en meter "rena" massor bedöms dock vara tillräckligt för ett fungerande markecosystem. För skydd av markmiljö bedöms därför en lämplig åtgärd vara övertäckning och terrassering med ett 0,5 meter mäktigt lager av jordmassor lämpliga för växtetablering. Åtgärden baseras på att det befintliga översta skiktet (0-0,5 m.u.my.) av främst mulljord bevaras. Åtgärden föreslås för de delar där PSRV A överskrids och som kommer att utgöra natur- och parkmark mot grannfastigheterna i väster och norr. Ungefärlig kostnad för åtgärdsförslaget bedöms vara knappt 0,4 MSEK. Om det blir aktuellt med en sänkning av marknivån inom natur-/parkmarksområdena i väster/norr, och därmed avlägsnande av "ren" yttlig jord, kan övertäckning med tjockare jordlager och över större ytor behövas för att säkerställa ca 1 m "ren" yttjord. Detta innebär isåfall även ökade kostnader.

Den planerade markanvändningen bedöms generellt innebära små exponeringsrisker för människor. Föreslagen övertäckning av natur-/parkmark i väster/norr och föreslaget tätskikt under konstgräsplanerna i norr innebär dessutom extra skydd mot exponering och förhindrar att exponeringsrisken ökar om det blir aktuellt med urgrävning av "ren" yttjord för sänkning av marknivån. Runt provpunkt 1712 föreligger behov av att reducera risk för korttids exponering. En lokal urgrävning och återfyllning är trolig men förslagsvis bör föroreningen bekräftas och avgränsas ytterligare dessförinnan.

Åtgärder i samband med byggnation

Ett särskilt kontrollprogram bör upprättas för anläggningsarbetena med den nya arenan m.m. Exempelvis kommer den omfattande pålning som planeras att utgöra en egen miljörisk då bl.a. nya transportvägar för lakvatten kan uppkomma. Det är därför en fördel om spanten finns på plats redan inledningsvis i projektet.

Schaktmassor bör kunna återanvändas för fyllningsarbeten inom området efter provtagning om föroreningshalterna underskrider platsspecifika riktvärden. Om plats-specifika riktvärden överskrids bör schaktmassorna istället transporteras bort till godkänd anläggning för omhändertagande.

Rekommendationer

Med anledning av nu genomförda undersökningar och utredningar lämnas följande rekommendationer och förslag:

- Utföra kompletterande riktad provtagning kring provpunkt 1712 för att bekräfta och avgränsa påvisad PAH-förorening, främst på djupet 0,5-1 m.u.my. En provtagningsplan tas lämpligen fram före eller i samband med schaktarbetena för arenan.
- Ytterligare utreda påverkan på underliggande grundvattenförekomst, genom nivåmätning och eventuellt provtagning.
- Utföra kompletterande grundvattennivåmätningar inom området i syfte att säkerställa strömbilden för grundvattnet på olika djup.
- Fullfölja pågående kontrollprogram vad avser vattenkvalitet i Tabergsån och grundvattenkvalitet vid Jordbrovallen. Kontrollprogrammet kompletteras lämpligen med provtagning i de nya ”uppströmsrören” U1701 och U1722.
- Eventuellt utföra kompletterande sedimentundersökningar i Tabergsån m.a.a. påvisade förhöjda föroreningshalter i naturliga jord-/sedimentlager i broområdet. Detta bedöms dock inte påverka den planerade exploateringen av Jordbrovallen.

Jönköping den 31 maj 2017
VATTEN OCH SAMHÄLLSTEKNIK AB



Maria Sandström



Peter Sandström