

Framtagande av platsspecifika riktvärden

Byggherregruppen i Börjetull

Marksanering Librobäck inom Börjetull

Uppsala 2016-07-05

Marksanering Librobäck inom Börjetull

Framtagande av platsspecifika riktvärden

Datum	2016-07-05
Uppdragsnummer	1320015586-001
Utgåva/Status	

Kristina Jansson
Teknikansvarig

Daniel Nordborg
Handläggare

Helen Svedberg
Granskare

Ramböll Sverige AB
Box 17009, Krukmakargatan 21
104 62 Stockholm

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.ramboll.se

Unr 1320015586-001

Innehållsförteckning

1.	Administrativa uppgifter	3
2.	Inledning	3
2.1	Uppdrag och syfte	3
2.2	Bakgrund	4
2.2.1	Planområde Börjetull.....	4
2.2.2	Orientering.....	4
2.2.3	Markanvändning idag	5
2.2.4	Framtida markanvändning	6
2.2.5	Historik.....	6
2.2.6	Geologi och hydrogeologi.....	8
3.	Tidigare utförda undersökningar och utredningar	11
3.1	Miljöteknisk markundersökning av 11 fastigheter i Librobäck och 1 fastighet i Fålhagen, Uppsala kommun	11
3.2	Översiktlig miljöteknisk markundersökning med åtgärdsplan, Librobäck 14:1.....	11
3.3	PM Miljöteknisk undersökning av deponi i tidigare lertäkt	11
3.4	Inventering och riskklassning av Lertäktsdeponier i Uppsala enligt MIFO fas-1	12
3.5	Miljöteknisk markundersökning av Librobäck 7:2 och 7:3 (pågående).....	12
4.	Problembeskrivning.....	12
4.1	Aktuella föroreningar och deras farlighet	12
4.1.1	Alifatiska och aromatiska kolväten.....	12
4.1.2	PAH	13
4.1.3	Arsenik.....	13
4.1.4	Barium	14
4.1.5	Bly.....	14
4.1.6	Kadmium	14
4.1.7	Koppar	15
4.1.8	Krom.....	15
4.1.9	Kvicksilver	15
4.1.10	Nickel.....	16
4.1.11	Zink	16
4.2	Föroreningssituation	16
4.3	Spridningsmekanismer	20
4.3.1	Grundvatten	20
4.3.2	Dagvatten.....	21

4.3.3	Övriga spridningsvägar.....	21
4.3.4	Grundläggningsarbeten	22
4.4	Skyddsobjekt.....	23
4.4.1	Grundvatten	23
4.5	Exponeringsvägar.....	24
4.6	Konceptuell modell	24
5.	Förslag på övergripande åtgärds mål	25
6.	Platsspecifika riktvärden	26
6.1	Tillämpning av platsspecifika riktvärden	26
6.2	Aktuella markanvändningsscenarier.....	27
6.2.1	Djup under markytan	29
6.3	Spridningsmekanismer	30
6.3.1	Skydd av ytvatten	31
6.3.2	Skydd av grundvatten	32
6.4	Hälsa	32
6.4.1	Intag av jord och inandning av damm	32
6.4.2	Hudkontakt	34
6.4.3	Inandning av ångor	35
6.4.4	Intag av växter	36
6.4.5	Miljö.....	38
7.	Beräkning av platsspecifika riktvärden.....	43
7.1	Justering av PSRV	43
7.1.1	Gräns för farligt avfall, akuttoxicitet och fri fas	43
7.1.2	Skydd av markmiljö.....	44
7.1.3	Sammanslagning PSRV Bostäder/förskola och Parkmark	44
8.	Översiktligt underlag för riskvärdering avseende platsspecifika riktvärden ..	44
8.1	Mängduppskattning	44
8.2	Uppskattad miljöbelastning – KM-riktvärde jämfört med PSRV	46
9.	Referenser	47

Bilagor

1. Exploateringsområde samt bedömd utbredning av lertäkt
2. Utdrag ur Naturvårdsverkets riktvärdesmodell för framtagna platsspecifika riktvärden
3. Sammanställning av beräknade och justerade platsspecifika riktvärden (PSRV)

Marksanering inom Börjetull PM

1. Administrativa uppgifter

Ramböll:s uppgifter

Uppdragsnamn:	Marksanering inom Börjetull
Uppdragsnummer:	1320015586-001
Uppdragsledare:	Karin Åkerhammar Tel: 010-615 12 23 karin.akerhammar@ramboll.se
Teknikansvarig:	Kristina Jansson Tel: 010-615 65 90 kristina.jansson@ramboll.se
Handläggare:	Daniel Nordborg Tel: 010-615 64 66 daniel.nordborg@ramboll.se

Beställarens uppgifter

Beställare:	Byggherregruppen i Börjetull
Projektledare:	Peter Hesselgren, Uppsala kommuns Industrier AB

2. Inledning

2.1 Uppdrag och syfte

På uppdrag av Byggherregruppen i Börjetull har Ramböll Sverige AB (Ramböll) tagit fram förslag till platsspecifika riktvärden för föroreningar i mark för planområdet Börjetull i Uppsala.

Syftet med de föreslagna platsspecifika riktvärdena är att de ska kunna ligga till grund för fortsatt arbete med riskbedömning, bedömning av åtgärdsbehov och planering av efterbehandlingsåtgärder av föroreningar inom området. De platsspecifika riktvärdena ska även kunna utgöra ett underlag för framtagande av specifika åtgärdsåtgärder. Vidare ska de platsspecifika riktvärdena kunna utgöra underlag för bedömning av möjligheterna till återanvändning av massor inom området. Vid den bedömningen bör även hänsyn tas till den eller de grundläggningsmetoder för byggnader, t ex pålning, vilka kan komma att bli aktuella. Det kan komma att ställas olika krav på åtgärdsåtgärder beroende på hur grundläggningsarbetet ska utföras.

Föreliggande utredning baseras på planerna för området samt resultat och bedömningar från undersökningar genomförda av Ramböll 2016, samt de miljötekniska undersökningar och utredningar som genomförts tidigare för området.

2.2 Bakgrund

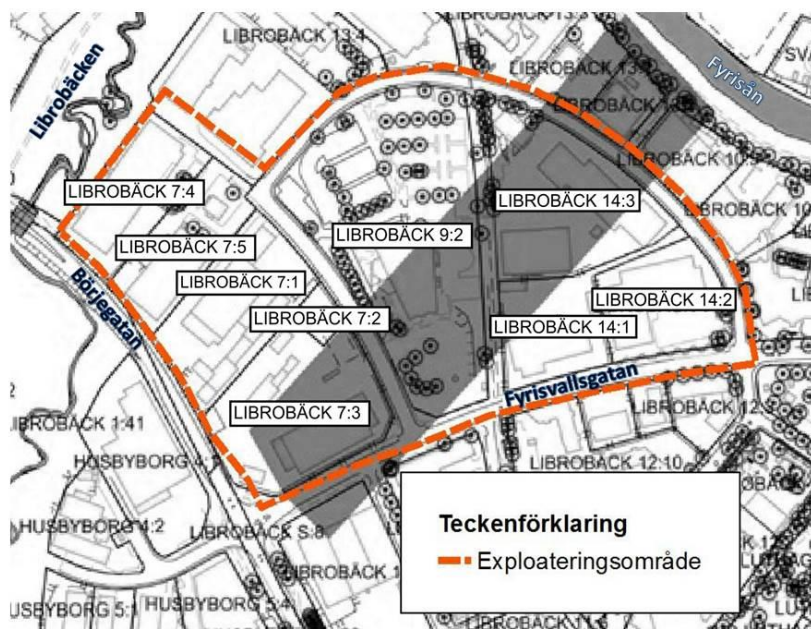
2.2.1 Planområde Börjetull

Uppsala kommun planerar att omvandla ett industriområde i Librobäck, Uppsala till bostadsområde med förskole- och skolverksamhet. I samverkan med berörda fastighetsägare inom området pågår för närvarande en planprocess för området benämnt Börjetull.

Det aktuella planområdet som ska exploateras berör fastigheterna Librobäck 7:1-7:5, 9:2, 14:1, 14:2, samt 14:3, se figur 1 och 2 nedan. Området avgränsas av Librobäcken, Fyrisån, Fyrisvallsgatan och Börjegatan. Planområdet bedöms omfatta ca 10-15 hektar, beroende på områdets slutgiltiga utformning.

2.2.2 Orientering

Det aktuella området ligger i stadsdelen Librobäck i den nordvästra delen av Uppsala tätort, och Luthagen. Området är idag planlagt som industriområde, och denna del av Uppsala domineras av industriverksamheter men den genomgår en gradvis omvandling till att bli bostadsområden, se figur 1 nedan.



Figur 1: Schematisk bild över utbredning av deponi samt aktuella fastigheter inom exploateringsområdet. Exploateringsområdet för Börjetull markerat med orange. Det gråa fältet visar en bedömning av deponins/ertäktens utbredning.

Ca 100-200 m nordväst om området rinner Librobäcken, som mynnar ut i Fyrisån ca 300 m öster om området. Skyddsvärdet för Fyrisån bedöms vara stort bland annat eftersom den är en viktig vandringsväg för Upplands landskapsfisk, Aspen, som är en rödlistad art enligt artdatabanken.

2.2.3

Markanvändning idag

Idag utgörs markanvändningen i huvudsak av kontors- och verksamhetsområde. Det finns inga bostäder inom området.

Librobäck 7:1

Idag används fastigheten för affärs- och lagerverksamhet.

Librobäck 7:2 och 7:3

Inom Librobäck 7:2 och 7:3 har Järlåsa brädgård haft verksamhet sedan den första byggnaden uppfördes på fastigheten 1971, byggnaderna har använts för kontor, lager och försäljning. Idag är fastigheterna delvis bebyggda, och lokalerna används som lagerutrymme samt för tillfälliga mindre verksamheter.

Librobäck 7:4

Det har sedan 1973 funnits en industribyggnad på fastigheten uppförd av Stams industrifastigheter. Industribyggnaden har bland annat använts för kontor, lager och serviceverkstad.

Librobäck 7:5

På fastigheten finns två byggnader varav den ena är ett sekelskifteshus med kontorslokaler, och den andra byggnaden rymmer kontorshotell och lagerlokaler.

Librobäck 9:2

På fastigheten Librobäck 9:2 finns ett kontorshus med laborieverksamhet, benämnt Skeppet. Byggnaden uppfördes 1985.

Librobäck 14:1

På Librobäck 14:1 har ett åkeri tidigare haft sin verksamhet och fastigheten används idag för service och uppställning av entreprenadmaskiner.

Librobäck 14:2

Fastigheten rymmer idag både affärsverksamhet och kontorshotell.

Librobäck 14:3

Inom Librobäck 14:3 bedrivs mindre verksamheter och byggnaden rymmer främst lager- och verkstadslokaler.

2.2.4

Framtida markanvändning

Området planeras att exploateras för bostadsändamål och för närvarande pågår en detaljplaneprocess. Bostäderna kommer att utgöras av flerbostadshus. Inom området kommer det också att finnas förskoleverksamhet. Vidare kommer det att finnas ett större parkområde. I figur 2 redovisas den senaste versionen av plankartan.



Figur 2. Pågående planprocessens senaste version av plankarta över planområdet Börjetull. Gulmarkerat område är bostäder, grönmarkerat område är parkmark, blåmarkerat område är förskoleverksamhet och lilamarkerat är mark för industriändamål. Källa: Stadsbyggnadsförvaltningen, Uppsala kommun.

2.2.5

Historik

Inom Börjetulls planområde finns enligt EBH-stödet (Länsstyrelsens databas om förorenade områden – "MIFO-objekt") nio identifierade objekt, varav två är inventerade enligt MIFO-metodikens fas 1, se vidare avsnitt 4.2. Nedan ges en kort historisk översikt över de verksamheter som funnits inom området.

2.2.5.1

Lertäkt och deponi

Ett stort område inom området har brukats som lertäkt under 30- och 40-talet. Den sträckte sig från Börjegatan och nästan ända ner mot Fyrisån i östlig riktning, se figur 3. Den var en av S:t Eriks tegelbruks lertäkter under åren 1934-1945. Efter täktens avslutande användes den som deponi och fylldes igen med deponimassor av okänd härkomst fram till år 1957 (Theresa Weber-Qvarfort, 2011).



Figur 3. Ungefärlig utbredning av lertäkt i Librobäck. Källa: Theresa Weber-Qvarfort, 2011

2.2.5.2 Järlåsa Brädgård

Från omkring 1940-talet fram till år 2001 bedrevs sågverksamhet och trävaruhandel inom fastigheterna Librobäck 7:2 och 7:3. Följande uppgifter finns i Golders rapport från undersökning 2001: "I byggnaderna på Librobäck 7:2 och 7:3 har AB Järlåsa Brädgård sin verksamhet. Samma verksamhet har bedrivits på fastigheten sedan den första byggnaden uppfördes 1971. Byggnaderna har använts för kontor, lagerverksamhet för impregnerat virke, diverse lösningsmedel och färger för försäljning. Någon uppgift om att impregnering av virke skett inom fastigheten har inte kommit till Golders kännedom."

I dagsläget finns inga säkra uppgifter om det förekommit träimpregnering eller inte på fastigheterna Librobäck 7:2 och 7:3. Det finns en uppgift från Naturvårdsverket om att "Järlåsa snickerifabrik", ort "Uppsala" har impregnerat trä. Det är dock osäkert vilken plats det syftar på, men det kan ha varit Ullbollsta såg, där det impregnerats virke, eftersom Järlåsa såg & kvarn AB/Järlåsa såg & tegelbruk AB även bedrev verksamhet där. (MIFO-blanketter i Länsstyrelsens databas över förorenade områden, EBH-stödet). De miljötekniska undersökningar som utförts har dock inte gett några indikationer på att det förekommit impregnering, se vidare avsnitt 4.2. Det finns även en uppgift om att det på 1950-talet förekommit skrotverksamhet inom fastigheten.

2.2.5.3 *Bilverkstad*

På fastigheten Librobäck 7:1 har det funnits bilverkstad och bilvårdsanläggning med hantering av olja och lösningsmedel. Exakt verksamhetsperiod är osäker, men det finns uppgifter om att verksamheten åtminstone bedrevs åren 1958-1968.

2.2.5.4 *Handelsträdgård*

Fastigheten Librobäck 7:5 nyttjades mellan 1930- och 1970-talet för handelsträdgård. Bekämpningsmedel, lösningsmedel, oljor och metaller har antagligen hanterats på fastigheten. Inom området finns en gul villa som fungerade som bostad för trädgårdsmästaren.

2.2.5.5 *Tryckeri*

När handelsträdgården lade ned sin verksamhet på Librobäck 7:5 på 1970-talet, startade tryckeriverksamheter som sedan pågick under ca 20 år till slutet på 1980-talet. Idag bedrivs endast lager och kontorsverksamhet, då tryckning sker på annan ort. Även på fastigheten Librobäck 7:4 har det förekommit tryckeriverksamhet, där lösningsmedel och färg kan ha hanterats. Inom fastighet 14:2 har det också förekommit ett mindre tryckeri där det kan ha hanterats organiska lösningsmedel.

2.2.5.6 *Bilverkstad*

På fastigheten Librobäck 14:1 har det förekommit verksamheter såsom bilvård, verkstad och åkeri. Ingen ytterligare information om verksamheterna har påträffats.

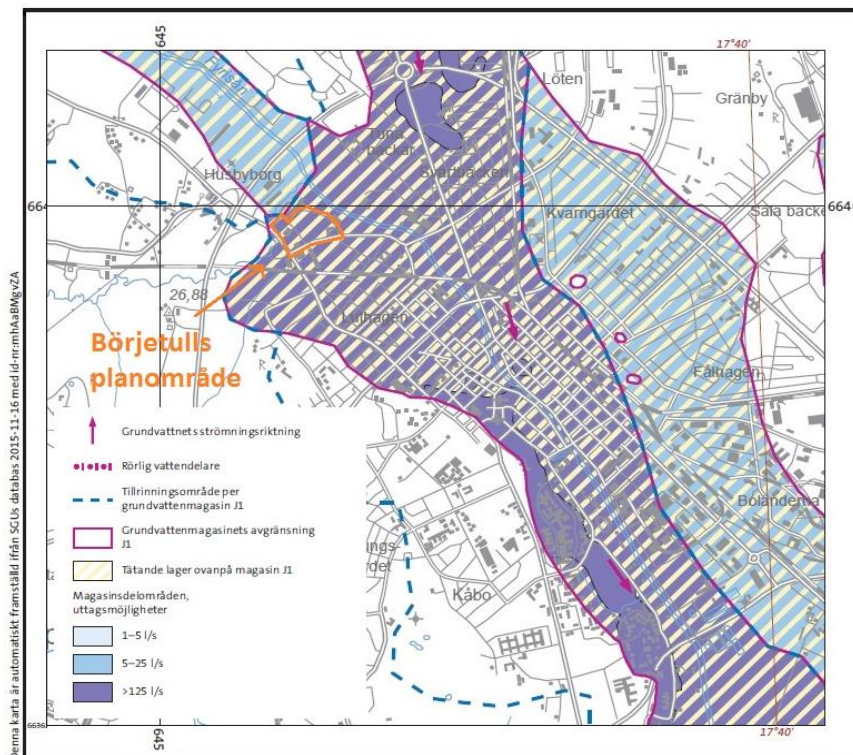
2.2.6 **Geologi och hydrogeologi**

Området ligger inom yttre vattenskyddsområde för Uppsalaåsen, vilket är det grundvattenmagasin som till stor del utgör källan till Uppsala kommuns dricksvatten. Av SGU:s karta över grundvattenmagasin i jordlager, se figur 4, framgår att området ligger i utkanten av den västra delen av Uppsalaåsen, samt att grundvattnets strömningsriktning i åsen är riktad åt sydost.

Området är således även beläget inom Uppsalaåsen-Uppsala grundvattenförekomst (VISS¹). Enligt VISS bedöms grundvattenförekomstens kemiska status vara otillfredsställande med avseende på perfluorerade ämnen PFAA7 och bekämpningsmedel BAM (2,6-Diklorbensamid).

Ett lager av lera överlagrar Uppsalaåsens grundvattenmagasin i området för exploateringsområdet. Utanför lertakten/deponin har markundersökningar påvisat att jordlagerföljden utgörs av ca 0,5 – 1 m fyllning ovan på postglacial lera, som överlagrar åsmaterial. Inom lertakten/deponin har fyllnadsjordens mäktighet tidigare påvisats vara uppemot 4 m.

¹ VISS (VattenInformationsSystem Sverige) är en databas som har utvecklats av vattenmyndigheterna, länsstyrelserna och Havs och vattenmyndigheten.



Figur 4. Grundvattenmagasin i jordlager. Källa: Sveriges Geologiska Undersökning, SGU.

Grundvattenrör med spetsen i friktionsmaterial har installerats av Ramböll till djupet 18 m, huvuddelen av jordlagerföljden ned till detta djup utgjordes av lera. Lerlagrets mäktighet är enligt Bjerking's tidigare undersökningar ca 10-15 meter. Inom lertäkten/deponin har lera avlägsnats och ersatts med fyllnadsmaterial, varför det tätande lerlagret är några meter tunnare.

Skyddsområdet med avseende på grundvatten gäller i första hand för åsen, och det är grundvatten under lerlagret på platsen som främst kan anses vara ett grundvatten i egentlig mening och som står i kontakt med Uppsalaåsen. Förutom detta djupa grundvattenmagasin under leran, kan infiltrerande vatten skapa en mer eller mindre utbredd förekomst av ytligare (mark)-grundvatten i fyllnadsjord/ytligare lera vilket potentiellt kan ge upphov till föroreningsspridning löst i vatten ytligare i jordprofilen. Graden av föroreningstransport är bland annat beroende av jordens genomsläpplighet. På platsen förekommer främst lera, vilket innebär en låg genomsläpplighet och transport kan främst antas ske i eventuella siltlager som förekommer i leran.

Tidigare försök till installation av ytliga grundvattenrör utanför den f.d. lertäkten/deponin inom t ex Librobäck 7:4, har visat att endast en begränsad mängd vatten förekommer i fyllnadsjord/ytligare lera. Inom den f.d. lertäkten/deponin har vatten påträffats i de ytliga grundvattenrör som installerats.

Att grundvatten påträffas inom deponin beror på att det finns ett mer genomsläppligt material där, vilket gjort att vatten ansamlas och blir kvar då spridningen i omkringliggande lera är långsam.

Inmätningar (pejlingar) av grundvattenytor har påvisat att grundvattnet i det ytliga (mark)-grundvattnet inom den f.d. lertakten/deponin påvisats vid ett djup av ca 3 m under markytan, medan grundvattnet i det djupa grundvattnet under leran påvisats vid ett djup av ca 5 meter under markytan.

När leran penetreras av ett grundvattenrör stiger vattnet till den höjd som motsvarar dess potentiometriska tryckhöjd (d.v.s. ca 5 meter under markytan i detta fall). Grundvattnet i det djupa magasinet förekommer dock i själva verket i friktionsmaterialet under leran och flödar på minst ca 15 meters djup under markytan.

Skillnaden mellan det ytliga (mark)-grundvattnets nivå och det djupa grundvattnets nivå under leran är alltså inte 2 meter (differensen mellan 5 och 3 meter), som inmätningen av grundvattenytorna kan ge sken av, utan snarare 13 meter (d.v.s. differensen mellan 15 och 3 meter). Kontakten mellan ytligt/djupt grundvatten och förutsättningen för transport från det ytliga till det djupa grundvattnet begränsas alltså av det tjocka lerlagret som överlagrar det djupa grundvattenmagasinet. På grund av detta bedöms föroreningstransport från det ytliga (mark)-grundvattnet till det djupa grundvattnet vara mindre trolig.

Spridningsriktningen för ytligt (mark)-grundvatten i fyllnadsjord/ytligare lera har inte klargjorts närmare, men då området är relativt flackt, bedöms en spridning till Librobäcken såväl som Fyrisån kunna vara möjlig. Det är troligt att båda spridningsriktningarna kan vara aktuella för olika delar av området. Vid en tidigare undersökning av en kemtvätt söder om området (Golder Associates 2009) konstaterades att spridningsriktningen för ytligt (mark)-grundvatten var i riktning mot Librobäcken.

Spridningsförutsättningar för föroreningar genom leran bedöms som små på grund av lerans täta egenskaper. Dagvattensystem samt dess ledningsgravar bedöms däremot utgöra en större möjlig spridningsväg till recipienten för vatten som infiltrerat genom förorenade jordmassor. För närvarande pågår en dagvattenutredning för planområdet Börjetull av Bjerking. Det är troligt att dagvattnet inom området kommer att omhändertas i ett dagvattensystem med rening och/eller fördröjning och därefter släppas ut till recipienten Fyrisån direkt, eller till Librobäcken, som mynnar i Fyrisån.

3. Tidigare utförda undersökningar och utredningar

Flera fastigheter och delar av planområdet har undersökts i miljötekniska undersökningar och av flera olika konsulter. Nedan följer en sammanställning av de undersökningar som gjorts och för vilka områden. Resultaten från undersökningar beskrivs närmare i avsnitt 4.2

3.1 Miljöteknisk markundersökning av 11 fastigheter i Librobäck och 1 fastighet i Fålhagen, Uppsala kommun

Golder Associates AB utförde 2001, på uppdrag av Arostornet AB, en undersökning av 11 fastigheter där bland annat fastigheterna Librobäck 7:1, 7:2, 7:3, 7:4 och 7:5 som alla också ingår i Börjetulls planområde ingick. Syftet med undersökningen var att klargöra om nuvarande eller äldre verksamheter kan ha orsakat miljöskador på mark och grundvatten. Undersökningen omfattade provtagning av jord i 21 provpunkter. Jordproven analyserades med avseende på metaller samt alifatiska och aromatiska kolväten. Även grundvattenprov uttogs för analys i 3 punkter.

3.2 Översiktlig miljöteknisk markundersökning med åtgärdsplan, Librobäck 14:1

Ebab utförde i maj 2011 en översiktlig miljöteknisk markundersökning, som omfattade 6 provgropar inom fastigheten Librobäck 14:1. Provgroparna grävdes ned till maximalt 3 meter under markytan, där grundvatten påträffades. I rapporten nämns ingenting om lertakten eller deponin, vilket tyder på att ingen information kring den problematiken fanns hos Ebab vid undersökningstillfället.

3.3 PM Miljöteknisk undersökning av deponi i tidigare lertäkt

Syftet med Bjerking's undersökning var att fastställa föroreningsgraden i deponin inför en planerad exploatering med bostäder på fastigheterna Librobäck 7:3, 9:2, 14:3 m.fl. Deponins utbredning visade sig stämma bra överens med den historiska beskrivningen. Fyllningsmassornas mäktighet och deponins djup varierade mellan 2,6 och 3,6 meter.

Vid undersökningen togs 129 jordprover med både geoteknisk borrhandsvagn och provgropsgrävning. Samtliga prov analyserades med fältinstrument (PID och XRF). Utav de 129 jordproverna analyserades 29 st på ackrediterat laboratorium med avseende på metaller, oljekolväten, PAH:er. Därutöver utfördes screeningsanalys i några prover varav i en av provpunkterna inom fastigheten Librobäck 7:3, samt bestämdes TOC och pH. På fyra av proverna utfördes även laktest med avseende på metaller. Vidare installerades fem grundvattenrör för provtagning av det ytliga (mark)-grundvattnet. Screeningsanalyser utfördes på vatten ur samtliga rör.

3.4 **Inventering och riskklassning av Lertäktsdeponier i Uppsala enligt MIFO fas-1**

På uppdrag av Uppsala kommun utför Geosigma en kartläggning av alla nedlagda deponier inom Uppsala kommun, inklusive de lertäkter som använts för detta ändamål. Arbetet innefattar ingen provtagning utan endast en riskklassning enligt MIFO-metodikens fas 1 (Naturvårdsverkets Metodik för Inventering av Förorenade Områden). Arbetet pågår fortfarande, men ett arbetsmaterial och preliminär riskklassning har gjorts tillgänglig inför arbetet med denna rapport. Riskklassningen av Librobäcksdeponin har främst baserats på resultat från Bjerkings undersökning av deponiområdet men även kartstudie, intervjuer och datainsamling har använts.

3.5 **Miljöteknisk markundersökning av Librobäck 7:2 och 7:3 (pågående)**

Ramböll Sverige AB utförde i december 2015 en markundersökning av fastigheterna Librobäck 7:2 och 7:3 i syfte att ytterligare klarlägga föroreningssituationen till följd av den tidigare bedrivna verksamheten inom fastigheterna inför en fastighetsöverlåtelse. I undersökningen ingick analys av 34 jordprover från 14 provpunkter uttagna med borrhandsvagn eller genom provgropsgrävning. Vidare omfattade undersökningen porluftsmätning av PAH, VOC och klorerade ämnen i tre punkter samt två grundvattenprover – ett i ytligt (mark)-grundvatten i deponin samt ett i det djupa grundvattnet i Uppsalaåsen.

4. **Problembeskrivning**

Problembeskrivningen är ofta ett inledande steg i en riskbedömning och syftar till att få en första uppfattning av om det förorenade området kan utgöra en risk vid pågående och planerad markanvändning. I detta avsnitt redogörs det översiktligt för aktuella föroreningar som påträffats och deras farlighet, föroreningssituation och föroreningsspridning samt aktuella skyddsobjekt och exponeringsvägar. Dessa delar sammanfattas sedan i en konceptuell modell.

4.1 **Aktuella föroreningar och deras farlighet**

Nedan följer en kort beskrivning av de mest aktuella föroreningar som påträffats i jord och/eller grundvatten i förhöjda halter.

4.1.1 **Alifatiska och aromatiska kolväten**

Alifatiska och aromatiska kolväten (oljeprodukter, s.k. petroleumkolväten) hanteras inom nästan all industriell verksamhet samt i t.ex. verkstäder och transformatorer.

Nya oljor har ofta en gulaktig färg och kan avge en typisk oljelukt, medan äldre oljor ofta är förorenade eller delvis nedbrutna och därmed mörkare. Den mest påtagliga hälsoeffekten vid hantering av olja är vid hudkontakt, som t.ex. kan ge upphov till irritation och eksem.

Inandning av olja i form av ånga, rök eller dimma verkar irriterande på andningsvägarna. Ingen oljeprodukt kan generellt betraktas som ofarlig för hälsan.

Farligheten för alifatiska kolväten bedöms vara måttlig och för aromatiska kolväten hög enligt Naturvårdsverkets MIFO-metodik.

4.1.2

PAH

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH), är en grupp av föreningar som bildas vid upphettning eller förbränning av organiska ämnen vid bland annat ofullständig syretillförsel. Studier har visat att långtidsexponering av höga halter av flertal PAH-ämnen kan skada immunsystemet, lever och njurar och störa hormonsystemet. PAH kan också öka risken för cancer.

Kraftigt PAH-förorenad jord kan få en mörk, svart eller brun färg och avge en tydlig doft av tjära, men i lägre halter finns ofta inga synliga indikationer på att jorden är förorenad. PAH binder starkt till jordpartiklar och inom förorenade områden är inandning av jorddamm ofta den dimensionerande exponeringsvägen för PAH. PAH kan också lätt tas upp via huden, vilket särskilt ska beaktas vid förekomst av höga halter. Flera PAH-föreningar kan vara cancerframkallande eller på annat sätt ge upphov till genetisk skada (mutation). Förutom cancerrisken är kända effekter av PAH leverskador, nedsatt immunförsvar och skador på reproduktionsförmågan.

Farligheten för PAH bedöms vara mycket hög enligt Naturvårdsverkets MIFO-metodik.

4.1.3

Arsenik

Arsenik är ett mycket giftigt halvmetalliskt grundämne som förekommer, naturligt, endast i låga halter i vatten, mark och födoämnen. Den största hälsorisken avseende arsenik är generellt sett genom intag av dricksvatten. Livsmedelsverkets gränsvärde för arsenik i dricksvatten är 10 µg/l. Ämnet klassas som cancerogent och exponering kan leda till tumörer, hudirritation och neurologiska skador. Kronisk exponering av förhöjda halter av arsenik i dricksvatten likväl som akuttoxiska effekter av intag av arsenik och dess toxikologiska effekter på människor är väl dokumenterade.

Arsenik har påvisats som tillväxthämmande för flera växter och har även mycket väl dokumenterade toxiska effekter på djur.

Vid bedömning av hälsorisker ska hänsyn även tas till akuttoxicitet, d.v.s. risken för att skadliga effekter uppstår vid korttidsexponering. Naturvårdsverket har arbetat fram en metod för bedömning av akuttoxicitet. Ett separat riktvärde beräknas vilket ska ge skydd åt ett barn med kroppsvikten 10 kg som vid ett enstaka tillfälle intar 5 g jord (Naturvårdsverket Rapport 5977). Den akuttoxiska halten anges till 0,05 mg As/kg kroppsvikt, vilket innebär att en beräknad kritiskt

halt i jord för akuttoxiska effekter av arsenik beräknas till 100 mg As/kg jord. Akuttoxiska effekter vid exponering för arsenik kan omfatta illamående, buksmärta, kräkningar och diarré, med mera. För övriga undersökta ämnen saknas angivna halter för akuttoxicitet.

Farligheten för arsenik bedöms vara mycket hög enligt Naturvårdsverkets MIFO-metodik.

4.1.4

Barium

Barium är vanligt förekommande i jordskorpan. Det bildar salter med karbonat och sulfat vilka är olösliga i vatten. Lösliga bariumsalter är giftiga. Bariumförgiftning påminner om arsenikförgiftning. Symtom är brännande känsla i munnen och magen, illamående, ökad saliv, hopdragningar i magsäcken, förlamningar i extremiteter och urinblåsa. De olösliga bariumsalterna såsom bariumsulfat är dock ofarliga.

4.1.5

Bly

Bly är en global miljöförorening som förekommer allmänt i miljön. Tillsammans med kvicksilver och kadmium, tillhör bly de så kallade utfasningsämnena. Anledningen till detta är att dessa ämnen anses som särskilt farliga och användningen av dessa är idag reglerad inom flertalet områden. Intag av föda och dricksvatten är en vanlig exponeringskälla för bly.

Observerade hälsoeffekter är exempelvis skador på nervsystemet och ökad förekomst av hjärt- och kärlsjukdomar samt hämmad blodbildning.

FAO/WHO:s experter har angivit ett högsta tolerabelt veckointag (PTWI) till 25 µg/kg kroppsvikt, vilket motsvarar ca 50 µg/dag för ett litet barn och 200-250 µg/dag för en vuxen person. (Livsmedelsverket, 2008).

Bly och dess föreningar är även giftiga för djur och kan bland annat orsaka nervskador. För mikroorganismer är organiskt bly mer toxiskt än oorganiskt bly. Farligheten för bly bedöms vara mycket hög enligt Naturvårdsverkets MIFO-metodik.

Bly anses vara den tungmetall som är minst rörlig i marken. Vid högt pH fastläggs bly som karbonater, hydroxider, sulfater, fosfater eller i organiska komplex och anrikas således i markens ytskikt (SNV, 2002).

4.1.6

Kadmium

Kadmium förekommer naturligt i alla jordar och ämnet tillförs till åkermark framför allt genom luftföroreningar och genom användning av handelsgödsel vilket kan innehålla kadmium.

Uppehållstiden för kadmium i mark är lång och kan resultera i en rad miljöstörningar så som störd fortplantning, hämmad tillväxt m.m. De flesta livsmedel innehåller endast mycket låga halter av kadmium. Ämnet stannar kvar i kroppen under lång tid och lagras i njurarna vilket gör att njurarna kan skadas vid långvarig exponering av högre halter.

Farligheten för kadmium bedöms vara mycket hög enligt Naturvårdsverkets MIFO-metodik.

4.1.7 **Koppar**

Koppar adsorberas lätt till mineral, men fälls även lätt ut tillsammans med anjoner i marken. Koppar bedöms vara en av de minst rörliga metallerna i mark. I vatten förekommer koppar huvudsakligen som komplex.

För människan kan överdriven exponering av koppar innebära negativa effekter på ögon, näsa, lungor, njurar, lever och matsmältningssystemet.

Koppar och kopparföreningar är miljöfarliga ämnen. De är giftiga för vattenlevande organismer och varmblodiga djur och bioackumuleras i växtplankton. För höga halter av koppar i jord leder till en minskning av den biologiska aktiviteten, utslagning av makroorganismer såsom svampar och olika smådjur som har stor betydelse för nedbrytningshastigheten av det organiska materialet i skog och mark. Farligheten för koppar bedöms vara hög enligt Naturvårdsverkets MIFO-metodik.

4.1.8 **Krom**

Krom förekommer i två-, tre- eller sexvärd (Cr^{2+} , Cr^{3+} och Cr^{6+}) form och adsorberas relativt snabbt i mark genom adsorption till främst järn- och manganoxidhydroxidpartiklar. Den trevärdade kromjonen (Cr^{3+}) binds hårt till markpartiklar förutom vid lågt pH-värde. De sexvärdade kromföreningarna är lösliga och starkt oxiderande genom att de lätt reduceras till trevärd krom. Kromat (CrO_4^{2-}) förekommer i jordar med högt pH-värde och en oxiderande miljö.

Sexvärdade kromföreningar (kromater) är både allergena och cancerogena och därmed den mest toxiska formen av krom.

Krom- och kromföreningar är miljöfarliga. De är giftiga för vattenlevande organismer och varmblodiga djur och är bioackumulerbara. Upptag av krom i växter sker lättast när krom förekommer sexvärd i form av kromat (CrO_4^{2-}).

Farligheten för krom bedöms vara hög enligt Naturvårdsverkets MIFO-metodik.

4.1.9 **Kvicksilver**

Kvicksilver är ett av de farligaste miljögifterna och utgör ett hot både mot miljön och mot människors hälsa. Kvicksilver och kvicksilverföreningar är bioackumulerbara och persistenta.

Bioackumuleringen utgörs till övervägande del av metylkvicksilver.

Kvicksilver och dess föreningar påverkar nervsystemet och dess utveckling, hjärt-kärlsystemet, immunsystemet, fortplantningssystemet och njurarna.

Kvicksilver förekommer naturligt i många olika former. Beroende av pH, oxidationspotential och mikrobiell aktivitet sker en omvandling mellan de olika formerna elementärt kvicksilver (Hg), tvåvärd kvicksilver (Hg^{2+}) och metylkvicksilver (CH_3Hg^+).

Lösligheten av kvicksilver är större om pH är högt, eftersom kvicksilver då bildar en förening med hydroxidjoner, $\text{Hg}(\text{OH})_2$ (aq). Andra faktorer som ger en ökad löslighet av kvicksilver är grovt jordmaterial (sand och grus), höga halter av klorföreningar eller löst organiskt material samt oxiderande (syrerika) förhållanden.

Farligheten för kvicksilver bedöms vara mycket hög enligt Naturvårdsverkets MIFO-metodik.

4.1.10 **Nickel**

Nickel och nickelföreningar kan orsaka bl.a. slemhinneirritation, lungskador och allergiskt kontakteksem (nickelallergi, som är mycket vanligt). Vissa föreningar, till exempel nickelmonoxid och nickeldioxid, är cancerframkallande. Ämnet uppvisar långtidseffekter och är miljöfarligt. Ämnet är giftigt för vattenlevande organismer och är bioackumulerbart.

Både nickel och vanadin kan förekomma i kol och råolja och därmed ingå i olika raffinerade produkter.

Farligheten för nickel bedöms vara mycket hög enligt Naturvårdsverkets MIFO-metodik.

4.1.11 **Zink**

Zink är för människan ett essentiellt (livsnödvändigt) ämne och har stor betydelse för bland annat immunförsvar och ämnesomsättningen. En stor del av vår dagliga kost innehåller zink. Vid för lågt intag kan människor drabbas av zinkbrist medan ett för högt intag kan leda till mag-tarmsbesvär och illamående.

Även för djur är zink livsnödvändigt och de flesta växter tål relativt höga halter. Zink och zinkföreningar är dock giftiga för vattenlevande organismer och kan orsaka negativa långtidseffekter i vattenmiljön.

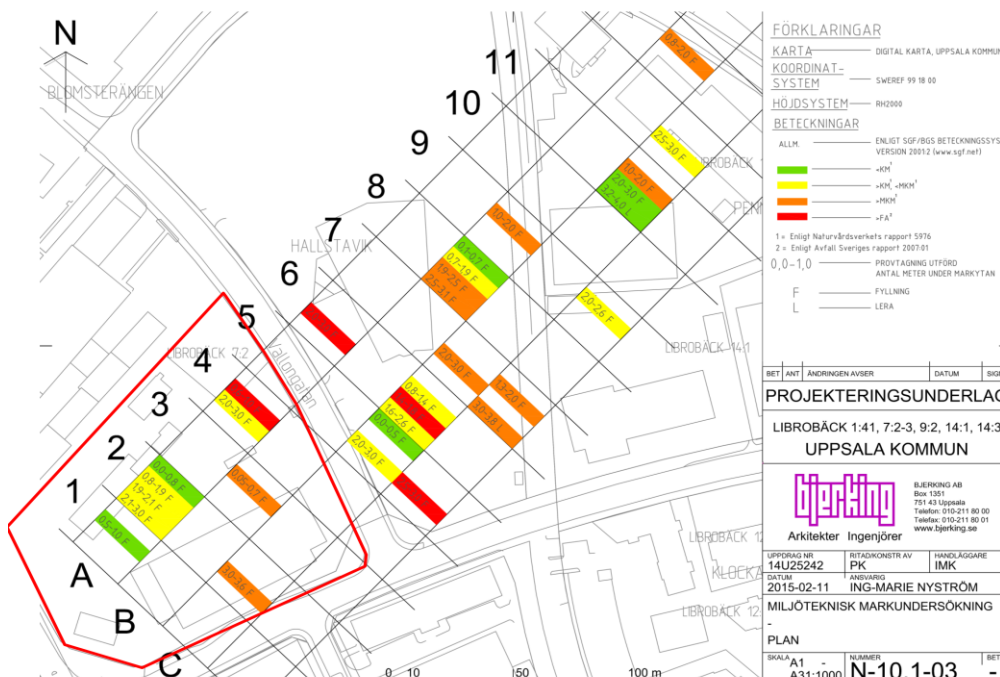
Farligheten för zink bedöms vara måttlig enligt Naturvårdsverkets MIFO-metodik.

4.2 **Föroreningssituation**

Vid Golders undersökning från 2001 påträffades det föreningar av metaller och petroleumkolväten men inga höga halter av koppar, krom eller arsenik på fastigheterna Librobäck 7:2 och 7:3. Detta indikerar att impregnering med CCA-medel inte förekommit på platsen. Antalet provpunkter är dock för litet för att med större säkerhet kunna utesluta en CCA-förorening.

Vid Bjerking's undersökning av deponin i lertakten (fastigheterna Librobäck 7:3, 9:2, 14:3 m.fl) påträffades föroreningar i nästan alla provpunkter inom deponin, se figur 5. Föroreningshalterna ligger i många fall mellan Naturvårdsverkets generella riktvärden för Känslig markanvändning (KM) och Mindre känslig markanvändning (MKM) men mycket höga halter, över Avfall Sveriges rekommenderade haltgräns för farligt avfall (FA), har påträffats i tre borrhypor

samt en provgrop. I övrigt har det uppmätts höga halter av PAH med hög molekylvikt (PAH-H), oljekolväten, arsenik, barium, bly, kadmium, koppar, kvicksilver och zink.



Figur 5. Uppmätta föroreningshalter i lertakten/deponin. De färgmarkerade nivåerna under markytan i rutorna betyder följande uppmätta föroreningshalter: Grön: < KM, Gul: KM-MKM, Orange: > MKM och Röd: > FA. Undersökningsområdet för Rambölls undersökning av fastighet Librobäck 7:2 och 7:3 är markerat med en röd linje. Källa: Bjerking's undersökning 2015-02-11.

I den del av deponin som undersöktes inom fastigheten Librobäck 7:2 och 7:3 påträffades fyllnadsmaterial (deponimassor) ner till som mest 3,7 m under markytan. I en provpunkt i fastighetens nordöstra del intill Vallongatan, uppmättes bly i en halt över gränsen för FA samt krom i halt över riktvärdet för MKM, se figur 5 ovan. I två provpunkter inom fastigheten uppmättes koppar över MKM och i en av dessa var även zinkhalten över MKM. Screeningsanalys utfördes i en av provpunkterna inom fastigheten Librobäck 7:3.

Även undersökningen som gjordes av Ebab 2011 visade på liknande halter och föroreningar i deponimassorna. Där påträffades halter över MKM av PAH, arsenik, barium, bly, koppar och zink.

Vid Bjerking's undersökning genomfördes även 2-stegs lakttest för att försöka bedöma mottagningsklass för deponering. Inget av samlingsproverna uppfyllde kraven för inert deponi men dock kraven för icke-farligt avfall och farligt avfall

som får deponeras på deponi eller deponicell för icke farligt avfall (IFA) enligt NFS 2004:10 §30.

I det ytliga (mark)-grundvattnet har höga halter av PAH påträffats, men det bedömdes av Bjerking som osäkert om dessa var lösta i vattnet då vattenproverna var grumliga. Uppmätta metallhalter var låga – måttliga. Vidare påträffades vinylklorid i en halt över Livsmedelsverkets kriterium för dricksvatten (SLVFS 2011:3). Överlag speglar uppmätta föroreningshalter i det ytliga (mark)-grundvattnet föroreningsbilden i deponin vad gäller PAH och olja men inte för metaller. Detta tillsammans med resultat av laktester tyder på att metallföroreningarna föreligger partikulärt bundna och inte är lätta att laka ur.

Undersökningen som genomfördes av Ramböll är inte helt utvärderad för tillfället men en sammanfattning av de preliminära resultaten delges här. Även Rambölls undersökning av Librobäck 7:2 och 7:3 styrker de tidigare funna resultaten av Bjerking. Höga halter av framför allt PAH och metaller så som arsenik, zink, kadmium, koppar och bly hittades i jordprover från deponin. Även två punkter utanför deponiområdet som angränsar mot Librobäck 7:1 visade på halter av arsenik över MKM och ytterligare en punkt med halter över KM.

De två grundvattenprover som uttogs visade inte på några anmärkningsvärda halter och inga uppmätta halter överskred de riktvärden som använts. Inte heller porluftsmätningarna visade på några höga värden, varken för PAH:er eller klorerade alifater. Något förhöjda halter av VOC detekterades men endast gränsvärdet för bensen överskreds i en av punkterna, som var en luftmätning i krypgrunden i en befintlig byggnad.

Länsstyrelsen har inventerat objektet Järlåsa Brädgård som omfattar de båda fastigheterna Librobäck 7:2 och 7:3 enligt MIFO fas 1. Sammantaget bedömdes objektet till riskklass 2, vilket betyder att det är angeläget att utföra undersökningar inom området. Riskklassen baserades på den mindre känsliga markanvändning som råder idag.

På grund av de höga föroreningsnivåerna som har påträffats (främst PAH-H, oljekolväten, arsenik, barium, bly, kadmium, koppar, kvicksilver och zink) samt att det finns risk för förekomst av deponigas, har Librobäcksdeponin (Börjetullsdeponin) preliminärt tilldelats riskklass 1 enligt MIFO fas 1 (Geosigma 2016 – pågående), vilket enligt metodiken motsvarar en mycket stor risk för människors hälsa och miljö.

Ca 100 m sydväst om undersökningsområdet har en allvarlig förorening av klorerade alifater påträffats i både jord och grundvatten vid den f.d. Librotvätten (Golder Associates, 2011). Objektet Librotvätten är klassat till riskklass 1 enligt MIFO fas 2 och är ett av Uppsala kommuns högst prioriterade områden att undersöka och utreda vidare.

Vidare har Uppsala Vatten uppmätt höga halter av perfluorerade ämnen (PFAA) på flera platser i Uppsalaåsens grundvattenmagasin, bland annat vid Fyrishov någon knapp kilometer öster om fastigheten Librobäck 7:3. Framför allt har höga halter av ämnena perfluorhexansulfonat (PFHxS) och perfluoroktansulfonat (PFOS) påträffats. Vidare har PFAA uppmätts i Jumkilsåsen, söder om Ärna flygplats samt vid flygplatsen. Jumkilsåsen står i kontakt med Uppsalaåsen strax norr om fastigheten Librobäck 7:3. Vid provtagning av det djupa grundvattnet på fastigheten Librobäck 7:3 uppmättes varken några höga halter av PFAA eller andra föroreningar.

Vid Golders miljötekniska markundersökning i Librobäck uttogs ett prov för oljeföroreningar på fastigheten Librobäck 7:1, men inga föroreningar uppmättes eller iakttoogs. Därmed bedömdes risken för petroleumföroreningar inom fastigheten vara liten. (Golder 2001).

Enligt Länsstyrelsens MIFO-inventering av handelsträdgården på fastigheten Librobäck 7:5 har det antagits att bekämpningsmedel, lösningsmedel, oljor och metaller kan ha hanterats på fastigheten. Golder tog ett jordprov för att undersöka om tryckeriet som senare bedrevs på fastigheten kunde ha förorenat marken med metaller. I provet uppmättes en blyhalt över Naturvårdsverkets generella riktvärde för KM men halten understeg riktvärdet för MKM. Vid Länsstyrelsens MIFO-inventering klassades området till riskklass 2 enligt MIFO fas 1.

Även på fastigheten Librobäck 7:4 där det förekommit tryckeriverksamhet, har ett jordprov tagits. Det visade inte på några föroreningar och objektet riskklassades inte.

Inom fastighet 14:2 har det också förekommit ett mindre tryckeri där det ska ha hanterats organiska lösningsmedel men objektet har inte riskklassats då verksamheten pågick under modern tid och i liten skala.

Vid den översiktliga miljötekniska markundersökningen på fastigheten Librobäck 14:1 som Ebab genomförde 2001 påträffades höga halter (över MKM) av PAH, arsenik, barium, bly, koppar och zink i en punkt med fyllnadsmassor. Deponin omnämns inte i rapporten, men fyllnadsmassornas sammansättning beskrivs på liknande sätt som de deponimassor som påträffats i andra undersökningar. Det innebär ca 3 meters fyllning av diverse avfallsmassor och skrot. Inom två tredjedelar till tre fjärdedelar av fastigheten hittades bara ca 1 meters fyllning följt av mäktig och orörd lera. Att bara delar av fastigheten ligger inom området för deponin stämmer väl överens med kartan där den ungefärliga deponiutbredningen har ritats ut (Weber-Qvarfordt, 2011). Även mindre oljespill noterades okulärt vid undersökningen.

4.3 **Spridningsmekanismer**

Nedan redogörs kort för de spridningsvägar och spridningsmekanismer som bedöms vara aktuella inom planområdet Börjetull.

4.3.1 **Grundvatten**

Förorenings-spridning bedöms kunna ske genom utlakning till ytvatten, ytligt förekommande (mark)-grundvatten samt spridning via (mark)-grundvatten. Spridning av föroreningar påträffade i fyllnadsjorden till det skyddsvärda grundvattnet under det uppskattningsvis 15 m tjocka lerlagret på platsen bedöms dock vara mindre troligt.

Resultatet av grundvattenprovtagning har påvisat höga halter av PAH i (mark)-grundvattnet, dock var proverna grumliga, och påvisade halter kan ha varit partikulärt bundna. Generellt har inte metaller som påträffats i grundvatten uppmätts i motsvarande halter som vad som uppmätts i jord. Utförda laktester har påvisat att metallföroreningarna i jord är partikulärt bundna och att de inte påträffats i lakningsbenägna former i någon stor utsträckning.

Föroreningshalterna som påvisats i ett grundvattenrör som installerats i grundvattenmagasinet under leran inom fastighet 7:3 har varit mycket låga.

Spridning i ytligt (mark)-grundvatten bedöms vara möjligt i riktning mot Fyrisån och/eller Librobäcken. Även efter omvandlingen av området kommer den större delen av området att utgöras av hårdgjorda ytor, och dagvatten kommer att tas omhand och ledas bort från platsen i dagvattensystem. Detta kommer att begränsa potentialen för utlakningen av föroreningar i mark och transport i (mark)-grundvatten från platsen.

Provpumpningar och spårämnesförsök utförda vid 6 st platser i Uppsalaåsens grundvattenmagasin har visat att den genomsnittliga hydrauliska konduktiviteten i Uppsalaåsen är mycket hög: $9,7 \times 10^{-2}$ m/s. (Golder Geosystem, 1990) Grundvattenströmning längs åsen söderut sker under en gradient av 0,5 m på 1 000 m.

Tillsammans med det faktum att främst hårdgjorda ytor förekommer och att ett lerlager överlagrar det djupa grundvattnet, kan grundvattenbildningen till det egentliga grundvattenmagasinet under leran antas vara mycket låg. Den större delen av nederbörden avleds via ytvattenavrinning eller i dagvattensystem samt i ytligare (mark)-grundvatten, se vidare avsnitt 4.3.1.2.

Grundvattenbildningen i leran är normalt liten och infiltrationskoefficienten antas vara 0 – 0,1 av nederbörden (Knutsson, Morfeldt-”Vatten i jord och berg”, 1973). Med en antagen medelnederbörd i Uppsala av 600 mm (SMHI-1961-1990), jämnt fördelad till faktorerna 1/Avdunstning, 2/Växters upptag och 3/Avrinning, innebär detta en avrinning motsvarande 200 mm.

Avrinningen fördelas i sin tur mellan ytavrinning och grundvattenbildning. Med en infiltrationskoefficient av 0,1 innebär detta att 0-60 mm av nederbörden infiltreras genom leran, konservativt ansätts grundvattenbildningen till 60 mm.

Den större delen av området förväntas att utgöras av hårdgjorda ytor och dagvattensystemet på platsen kommer således att avleda merparten av infiltrerande vatten. Grönytor kommer dock att förekomma i områden för parkmark.

Om det konservativt antas att 50 % av avrinningen tas om hand av dagvattensystemet eller avleds via spridning i (mark)-grundvatten till ytvattenrecipient, innebär detta att den resulterande grundvattenbildningen blir 30 mm/år.

Sammantaget bedöms förutsättningarna för spridning i ytligt (mark)-grundvatten vara små på grund av den täta leran som återfinns på platsen. Installation av grundvattenrör har endast påvisat en begränsad mängd vatten i den ytliga jorden, och vissa rör har inte givit vatten alls (Golder Associates, 2009). Vatten förekommer främst i lertakten där leran schaktats ur och ersatts med mer genomsläppligt material.

Spridningsförutsättningarna i grundvattnet under leran bedöms vara mycket goda. Förutsättningarna för spridning av den typ av föroreningar som påträffats ovan lerlagret till grundvattnet under leran bedöms dock som mycket små, varför förutsättningarna för en påverkan från föroreningar som kan förekomma i det ytliga (mark)-grundvattnet sammantaget bedöms som små.

4.3.2 **Dagvatten**

Antropogena spridningsvägar som ledningssystem för dagvatten, och dess ledningsgravar bedöms kunna ha en större potential för transport av föroreningar lösta i vatten än via transport i (mark)-grundvatten i jorden på grund av det täta lerlagret på platsen. För närvarande pågår en dagvattenutredning, som utförs av Bjerking.

Utredningen syftar bland annat till att utreda förslag till rening och fördröjning av dagvatten genom ett dagvattensystem med utsläpp av merparten av dagvattnet till Fyrisån och eventuellt en mindre del till Librobäcken. Sannolikt kommer dagvattnet i den del av området där deponi/lertakten är belägen att avledas till Fyrisån. Hur den slutliga lösningen kommer att se ut är dock inte klarlagt än.

Dagvattensystemet bedöms vara den största transportvägen från området, och spridningsförutsättningarna till ytvatten bedöms därför som stora.

4.3.3 **Övriga spridningsvägar**

Damning bedöms endast vara en möjlig spridningsväg från icke hårdgjorda ytor, t ex vid parkmark eller andra mindre grönområden. Gräs och annan vegetation kommer dock att begränsa omfattningen av damning från dessa ytor.

Förångning av flyktiga ämnen och inträngning till byggnader är en möjlig spridningsmekanism för flyktiga ämnen.

Enligt de planer som finns för området kommer huvuddelen av området att användas för flerbostadshus med endast litet utrymme för planteringar och andra vegetationsytor. Föroreningsupptag av växter bedöms därmed vara mest relevant i den del av Börjetulls planområde som kommer att utgöras av parkmark.

4.3.4

Grundläggningsarbeten

Bedömningen av spridningsförutsättningarna på platsen är genomförda utifrån dagens situation, där ett uppskattningsvis 15 meter tjockt lager lera avskiljer påträffade föroreningar och det skyddsvärda grundvattnet under leran. Grundläggningsarbeten som t ex pålning, skulle potentiellt kunna skapa transportvägar genom det täta lerlagret, vilket kan förändra förutsättningarna med avseende på föroreningstransporten. En sådan påverkan bedöms främst kunna vara ett problem med avseende på ämnen som har högre densitet än vatten och sjunker genom mark och grundvatten (klorerade kolväten), och på platser där höga halter av dessa ämnen förekommer. Klorerade lösningsmedel har dock inte påträffats med undantag för vinyklorid, vilket är en gas, och en nedbrytningsprodukt.

Föroreningsämnen som metaller och PAH bedöms till stor del förekomma partikelbundet i marken (som kommenterats ovan). Även om pålning eller andra grundläggningsmetoder kan skapa en transportväg ner till det djupa grundvattnet, är det troligt att fastläggning av partikulärt bunden förorening ändå sker i leran.

För de ämnen som finns lösta i det ytliga (mark)-grundvattnet, bedöms det tjocka lerlagret starkt begränsa förutsättningarna för förorenings-spridning till det djupa grundvattnet under leran. För vidare diskussion kring det ytliga (mark)-grundvattnet och det djupa grundvattnet, se avsnitt 2.2.6.

De uppmätta halterna av metaller i det ytliga (mark)-grundvattnet har dessutom varit låga och uppmätta halter av PAH som uppmätts i grundvatten har bedömts ha sitt ursprung i en partikulärt bunden förorening, och inte utgöra verkliga halter av PAH i vattenlöst fas.

Ännan pålning eller annan typ av grundläggningsarbete kommer ske, kommer efterbehandlingsåtgärder att utföras i området. Mot bakgrund av detta bedöms risken för spridning av metall- och PAH-föroreningar till det djupa grundvattnet inte utgöra en betydande risk.

Då planområdet är beläget inom vattenskyddsområde krävs det dispens från vattenskyddsföreskrifterna för att utföra markarbete djupare än 1 m över högsta trycknivå för grundvattenytan. Dispens ansöks om hos Länsstyrelsen. Andra krav

på åtgärdsåtgärd än vid en efterbehandlingsåtgärd kan därmed komma att ställas beroende på hur grundläggningsarbetet ska utföras.

4.4 **Skyddsobjekt**

De skyddsobjekt som identifierats inom området efter planerad omvandling till bostadsändamål är:

- Människor (vuxna och barn) som bor inom området samt i närliggande områden
- Skol- och förskolebarn inom området
- Människor som arbetar inom området
- Människor (vuxna och barn) som vistas tillfälligt inom området t ex i parker och på besök
- Markorganismer och markprocesser
- Den akvatiska miljön i Librobäcken och Fyrisån
- Det djupa grundvattnet under leran i egenskap som naturresurs (Uppsalaåsen)

I Naturvårdsverkets riktvärdesmodell omfattas skydd av ytvatten i omgivningen samt skydd av grundvatten inom eller nedströms det förorenade området. För grundvatten tas då hänsyn till hälsoeffekter vid användandet av grundvattnet som dricksvatten. För ytvatten är haltkriterierna satta så att negativa effekter på den akvatiska miljön ska undvikas.

Skydd av ytvatten kommer att beaktas i enlighet med riktvärdesmodellen. Därigenom berörs också grundvattnet genom att skyddet av ytvatten även medför att man beaktar förorenings-spridning till ytvatten via grundvatten.

4.4.1 **Grundvatten**

Det djupa grundvattnet under leran, bedöms ha ett högt skyddsvärde, då det är även en del av Uppsalaåsens grundvattenförekomst. Vidare är fastigheterna inom Börjetulls planområde belägna inom yttre vattenskyddsområde för Uppsalas kommunala vattentäkter.

Ytligt förekommande (mark)-grundvatten i fyllnadsmaterial/lera bedöms främst utgöra en spridningsväg till dagvatten samt ytvattensystem i närheten - Librobäcken och Fyrisån.

Kontakten mellan de påträffade föroreningar i fyllnadsmaterial vid det aktuella området och djupt liggande grundvatten under leran, som har kontakt med

Uppsalaåsen kan dock antas mycket begränsat på grund av det tjocka lerlagret som återfinns på platsen.

Leran har en mycket låg hydraulisk konduktivitet, och föroreningsämnen som metaller och den typ av organiska ämnen som påträffats inom området fastläggs i marken vilket gör att transporthastigheten genom lerlagret begränsas.

Inom det aktuella området förutsätts att ytligt förekommande (mark)-grundvatten (i fyllnadsmaterial/lera) eller djupt grundvatten under leran inte används som dricksvatten. Att föroreningstransport mellan fyllningen och grundvattnet skulle ske i en utsträckning så att risker för vattenkvalitén i vattentäkten uppstår, bedöms därför som osannolik.

4.5 **Exponeringsvägar**

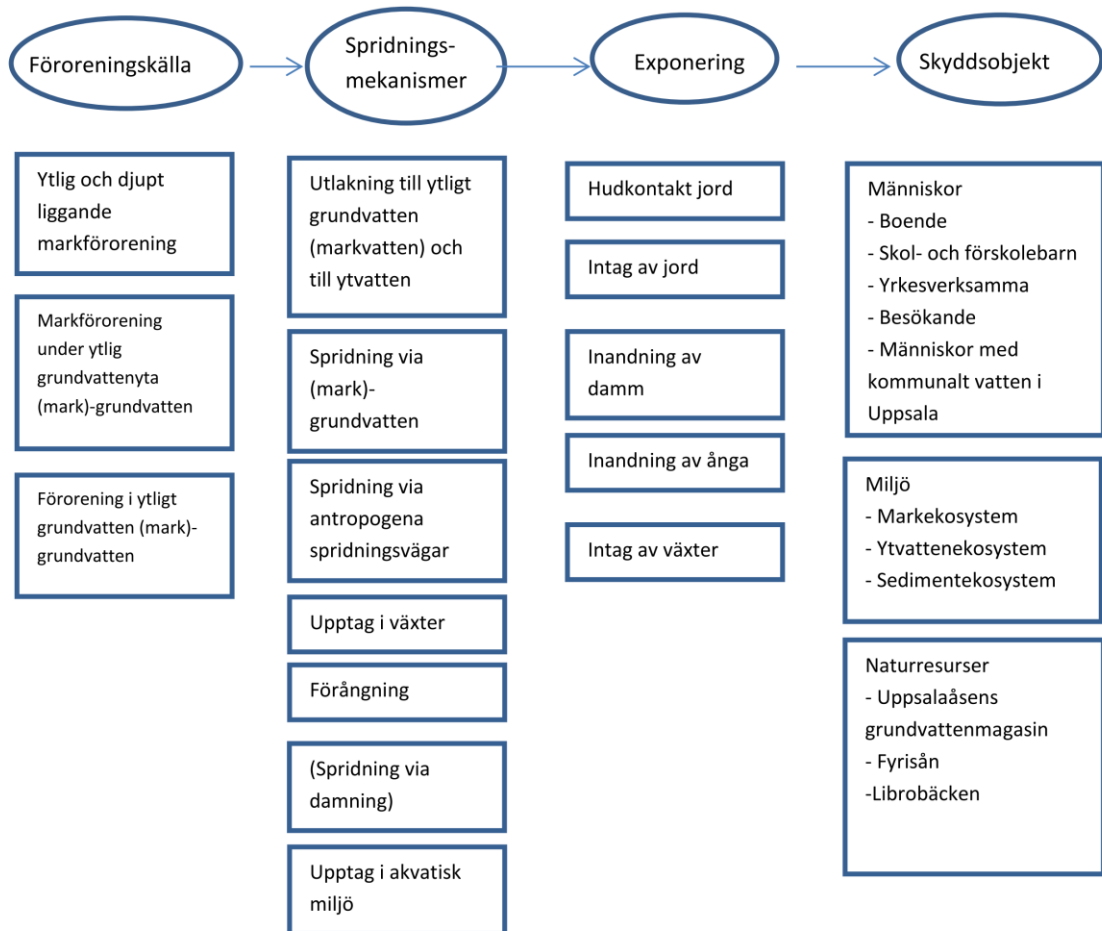
Inom det nu aktuella området bedöms följande exponeringsvägar vara relevanta för människa: intag av jord, hudkontakt med jord, inandning av damm, inandning av ånga (gäller endast flyktiga ämnen) samt i viss utsträckning intag av växter (grönsaker, frukt, bär och svamp).

Intag av förorenat dricksvatten som ett resultat av föroreningssituationen på platsen anses som mindre troligt med avseende på platsens beskaffenhet och typen av föroreningar som påträffats. Eftersom exploateringsområdet är beläget inom yttre skyddsområde för kommunal vattentäkt har dock denna exponeringsväg inte uteslutits.

Exponering via intag av fisk beaktas inte eftersom det är sällan som halter av föroreningar i fisk i ytvatten direkt kan relateras till markföroreningar, utan det oftast beror på andra faktorer såsom föroreningshalter i vatten och sediment eller från andra källor.

4.6 **Konceptuell modell**

En konceptuell modell sammanfattar hur potentiellt miljö- och hälsofarliga ämnen från det förorenade området kan nå och exponera skyddsobjekten. I figur 6 nedan beskrivs de riskobjekt och skyddsobjekt som bedöms vara eller kunna vara aktuella med avseende på föroreningarna inom planområdet Börjetull samt kopplingen mellan dessa.



Figur 6. Konceptuell modell avseende föroreningarna vid planområdet Börjetull i Librobäck, Uppsala

5. Förslag på övergripande åtgärds mål

Åtgärds mål anger vilken användning eller funktion ett område ska kunna ha efter en eventuell åtgärd eller vilken påverkan som kan, eller inte kan, accepteras i omgivningen. De övergripande målen beskriver vad området ska kunna användas till och vad som ska skyddas vid nuvarande markanvändning och i framtiden. För aktuellt område har nedanstående förslag till övergripande åtgärds mål definierats:

- Människor (vuxna och barn) ska kunna bo och vistas i området utan oacceptabla risker för hälsa

- Människor (vuxna och barn) ska kunna äta vilda och odlade växter från området såsom svamp, bär, frukt och grönsaker utan oacceptabel risk för hälsa
- Barn/ungdom ska kunna vistas i skola och förskola utan oacceptabel risk för hälsa
- Människor ska kunna vara yrkesmässigt aktiva inom området utan oacceptabel risk för hälsa
- Markmiljön ska skyddas så att ekosystemets funktioner kan upprätthållas i den omfattning som behövs för den planerade markanvändningen
- Förekommande markföroreningar ska inte orsaka oacceptabel risk för negativ påverkan på miljön eller vattenkvaliteten i Fyrisån eller Librobäcken
- Förekommande markföroreningar ska inte orsaka oacceptabel risk för negativ påverkan på vattentäkten i Uppsalaåsen
- Förekommande markföroreningar ska inte orsaka risk för negativ påverkan på dagvattnet och eller dagvattenhanteringen inom området

6. Platsspecifika riktvärden

Nedanstående förslag på platsspecifika riktvärden (PSRV) har tagits fram med utgångspunkt i Naturvårdsverkets generella modell för riktvärden för mark (NV, 2009).

6.1 Tillämpning av platsspecifika riktvärden

Föreslagna PSRV kommer att tillämpas i de kommande anmälningar om efterbehandling som blir aktuella inför att arbeten ska genomföras för respektive delområde inom planområdet Börjetull. För varje delområde bedöms vilka markanvändningsscenarioer som är aktuella för området. Se vidare avsnitt 7.2. Riktvärdena utgör en grund för att definiera mätbara åtgärds mål för eventuellt kommande efterbehandlingsåtgärder.

En utgångspunkt är att tillämpning av PSRV, för såväl bedömning av risker och åtgärdsbehov som återanvändning av massor inom området, utgår från planerad ny marknivå, se vidare avsnitt 6.2.1.

De platsspecifika riktvärdena (PSRV) som föreslås i detta PM är tillämpliga i följande sammanhang:

- *Riskbedömning*
Föreslagna PSRV kan utgöra underlag vid både en mer övergripande riskbedömning för hela området och vid riskbedömning som görs inför enskilda utbyggnadsetapper. De kan även användas som underlag för bedömning av åtgärdsbehovet.

- *Efterbehandlingsåtgärd*
Föreslagna PSRV kan utgöra underlag för mätbara åtgärds mål vid planering och genomförande av efterbehandlingsåtgärd. Utgångspunkten är att föreslagna PSRV ska kunna användas som åtgärds mål inom området.
- *Återanvändning av massor*
Föreslagna PSRV kan utgöra underlag för bedömning av återanvändning av massor inom området. Utgångspunkten bör vara att uppschaktad jord inom Börjetulls planområde ska kunna återanvändas inom området under förutsättning att uppmätta halter understiger PSRV. För att praktiskt kunna använda massorna behöver de utöver att uppfylla PSRV även vara tekniskt lämpliga för respektive ändamål. Genom återanvändning av massor kan bortskaffandet av jordmassor, behovet av transporter till och från området samt behovet av att använda jungfruliga massor minskas. Närmare tillvägagångssätt och omfattning av återanvändning av massor redovisas i kommande åtgärdsutredningar och i samband med kommande anmälningar om efterbehandling.

6.2 Aktuella markanvändningsscenarier

För Börjetulls planområde bedöms tre olika markanvändningsscenarier (exkl. djupindelning) vara aktuella, se tabell 1 nedan. Av figur 7 framgår en preliminär utbredning av dessa. Då detaljplanen inte är fastställd, kan dock den detaljerade indelningen komma att förändras något.

Ramböll föreslår följande markanvändningsscenarier:

Bostäder/förskola: Inom detta markanvändningsscenario ingår mark för bostadsändamål, så väl som för de planerade förskolorna. Båda dessa användningsområden är att betrakta som känslig markanvändning. Förutsättningarna bedöms skilja sig något mellan bostäder och förskola, men den mest känsliga användningen blir styrande avseende de antaganden som görs.

Parkmark: Med *Parkmark* avses större sammanhängande grönområden, detta innebär det grönområde som planeras centralt i området. Anslutningsstråken till parken anses inte utgöra parkmark, utan omfattas av markanvändningsscenariot Bostäder/Förskola.

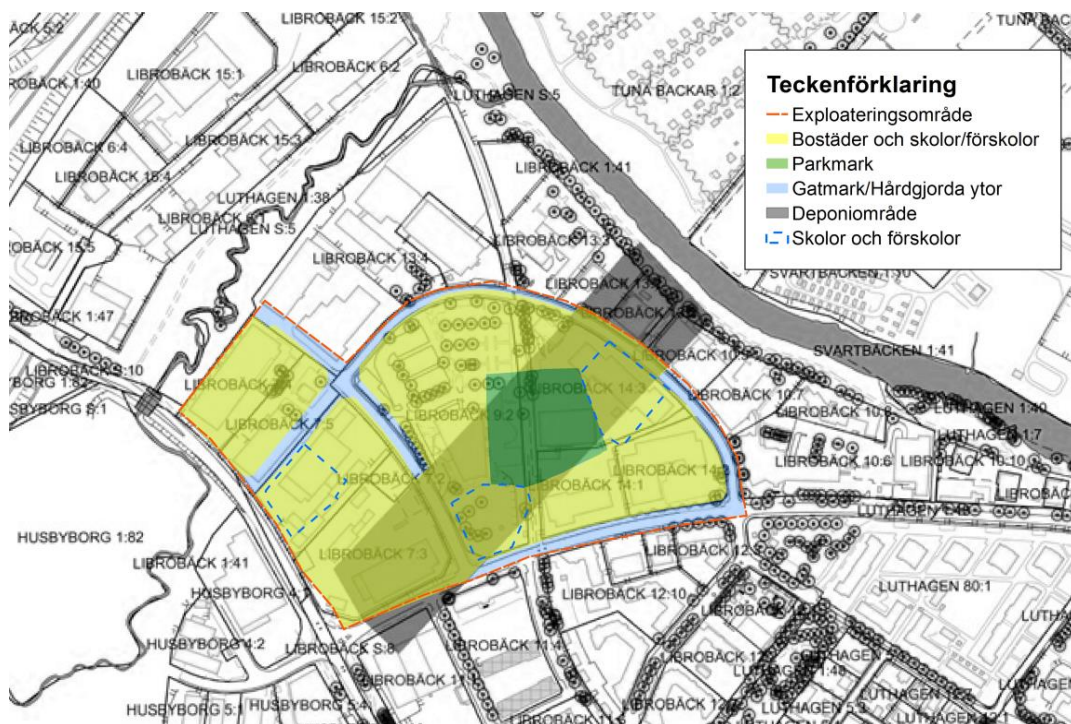
Hårdgjorda ytor: Med *Hårdgjord yta* avses mark som är hårdgjord genom t ex stensättningar, asfaltering, betong eller motsvarande. Grusade ytor räknas inte som hårdgjord yta. En annan förutsättning är att det inte förekommer några byggnader. Från en hårdgjord yta antas det inte spridas jord via damning etc. En hårdgjord yta ska dock inte automatiskt ses som tät gällande infiltration av vatten eller spridning av ångor. För planområdet Börjetull är det främst de större gatorna inom området som räknas till hårdgjorda ytor. Ett undantag är den del av gatan inom lertäkts-/deponiområdet, vilken kommer anges som *Bostäder/förskola*.

Anledningen till det är att undvika förorenings-spridning från ett mindre markområde (gatan) med högre platsspecifika riktvärden i deponiområdet där föroreningsdjupet är stort (upp till ca 4 meter).

Vid indelning av områden med olika markanvändningsscenarioer som redovisas i figur 7, bedöms markanvändningen vara beständig ur ett långsiktigt perspektiv. Särskilt viktigt är det för områden med mindre känslig markanvändning såsom hårdgjorda ytor. Det bedöms inte vara aktuellt att omvandla de gator som angetts som hårdgjorda ytor till känsligare markanvändning inom överskådlig tid. Vidare har indelningen gjorts i större enhetliga delområden. Mindre områden med t ex asfalterade ytor (infartsvägar, gångvägar etc.) eller grönytor inom eller vid bostadskvarteren, hör till markanvändningsscenarioet *Bostäder/Förskola*.

Tabell 1. Markanvändningsscenarioer som är aktuella för planområdet Börjetull

Markanvändnings-scenario	Djup under markytan	Beskrivning
Bostäder/förskola	0 – 1 m	Flerbostadshus. Gårdarna kommer till stor del vara hårdgjorda. Det är troligt att det blir garage under gårdarna. Detaljer kring hur bostäderna kommer att utformas är inte klarlagt än.
Bostäder/förskola	> 1 m	Se beskrivning ovan.
Parkmark	0 – 1 m	Sammanhängande grönområde. Människor vistas här för rekreation och lek. Fukt, bär och svamp från området kan konsumeras i liten omfattning.
Parkmark	> 1 m	Se beskrivning ovan.
Hårdgjorda ytor	Alla djup	Större sammanhängande ytor, gator som är hårdgjorda och där bebyggelse saknas.



Figur 7. Preliminär indelning av olika markanvändningsscenarier inom planområdet Börjetull.

6.2.1 Djup under markytan

I Naturvårdsverkets riktvärdesmodell finns ingen indelning eller begränsning av föroreningsnivå i djupled för scenarierna KM och MKM. För planområdet Börjetull har platsspecifika riktvärdena tagits fram för två olika djup under markytan: 0-1 meter samt djupare än 1 meter. Djupet > 1 meter under markytan gäller för hela jordlagret och begränsas nedåt av den underliggande berggrundens yta.

Ett motiv till indelningen i djupled är att förutsättningarna för tillgänglighet och exponering är betydligt mindre för förorenad jord som finns på mer än en meters djup under markytan jämfört med de ytligare jordlagren i den översta metern av markprofilen. Ett annat motiv är att behovet av att skydda markmiljön bedöms vara mindre på större djup i marken då de flesta marklevande organismerna såsom bakterier, svampar, maskar och andra marklevande djur finns i det översta marklagret. Detta gäller även växters rötter. Markecosystemens betydelse och vikten av att skydda dessa är därmed betydligt mindre på djupare nivåer (> 1 meter under markytan) än i den ytliga delen av markprofilen. Se vidare i avsnitt 6.3 och 6.4 för en mer detaljerad redogörelse kring de antaganden som gjorts avseende både hälsa och miljö för både olika markanvändningsscenarier och djup.

Med markytan avses den planerade markytans nivå som kommer att vara inom området när det är utbyggt. Markytans nivå kan komma att förändras jämfört med dagens nivå t ex genom att markytan höjs eller sänks på grund av markplaneringen i samband med exploatering. Om markytans nivå sänks skulle sannolikt riskerna med föroreningarna komma att underskattas om bedömningen utgick från dagens marknivå. På motsvarande sätt skulle de då också överskattas vid en höjning av marknivån.

I de fall markytan kommer att höjas efterbehandlas marken innan massor påförs för markhöjningen. Tillämpningen av platsspecifika riktvärden utgår då från den planerade markytans nivå. Om höjningen är mer än en meter, betyder det att platsspecifika riktvärden för djupnivån > 1 meter tillämpas.

I de fall där marknivån kommer att sänkas, kommer de platsspecifika riktvärdena för 0 – 1 m att gälla på större djup än > 1 meter under dagens befintliga markyta, d.v.s. ända ner till det djup som kommer att motsvara 0 -1 meter under kommande marknivå efter att marken har sänkts.

6.3 Spridningsmekanismer

I tabellen nedan redovisas de platsspecifika förhållanden i form av parametrar såsom områdets storlek, markegenskaper, hydrologiska förhållanden och sådant som styr spridningsförutsättningarna. De parametrar där tillgång till platsspecifika data finns, eller har eftersökts redovisas och kommenteras.

Tabell 2. Utförda platsspecifika justeringar avseende indata jämfört med indata som används i Naturvårdsverkets generella beräkningsmodell.

Parameter	Enhet	Platsspecifik indata	Generell indata NV 5976	Motivering
Storlek förorenat område	m*m	310*110	50*50	Området för det förorenade området har i modellberäkningarna ansatts till arean för den f.d. deponin.
Jord och grundvattenparametrar				
Torrdensitet	kg/dm ³	1,8	1,5	Beräkningen har antagits i först hand gälla fyllnadsmassor, vilka generellt sett har högre densitet än naturlig jord.
Avstånd till brunn	km	1	0	Det finns ingen uppgift om att brunnar förekommer i Uppsalaåsens grundvattenförekomst i närheten av området. Avståndet har antagits till 1 km inom modellen för att

				återspegla avståndet till den kommunala dricksvattentäkten
Halt organiskt kol (TOC)	kg/kg	0,04	0,02	TOC är högre i organiska fyllnadsmassor än i oorganiska. Underlag för platsspecifik TOC-halt har bedömts utifrån analysresultat inom utförda undersökningar.
Grundvattenbildning	mm/år	30	100	Grundvattenbildningen på platsen avser grundvattenbildning till magasinet under leran, vilken kan antas stå i kontakt med Uppsalaåsen. Värdet har baserats på data kring nederbörd i Uppsala, samt antaganden om hur mycket av det infiltrerande vattnet som når grundvattnet under leran
Hydraulisk gradient	m/m	0,0005	0,03	Hydraulisk gradient har antagits till värdet som finns angivet för Uppsalaåsen.
Hydraulisk konduktivitet	m/s	9,70E-02	1E-5	Konduktiviteten har antagits för att återspegla egenskaperna hos materialet under leran
Ytvatten - Librobäcken	m ³ /s	0,03171	0,03171	Se avsnitt 6.3.1 nedan.
Ytvatten - Fyrisån	m ³ /s	5	0,03171	Se avsnitt 6.3.1 nedan.

I Naturvårdsverkets riktvärdesmodell beaktas skydd av ytvatten i omgivningen samt skydd av grundvatten inom eller nedströms det förorenade området. För grundvatten tas då hänsyn till hälsoeffekter vid användandet av grundvattnet som dricksvatten. På den aktuella platsen förutsätts att ytligt förekommande (mark)-grundvatten (i fyllnadsmaterial/lera) eller djupt grundvatten under leran inte användas som dricksvatten vid den aktuella platsen.

6.3.1

Skydd av ytvatten

Både Fyrisån och Librobäcken är möjliga ytvattenrecipienter. Endast en sträcka av ca 300 m av Librobäcken berörs, då den mynnar ut i Fyrisån norr om Börjetulls planområde. Fyrisån kan därför antas vara den huvudsakliga recipienten. Dagvattnet i den del av området där deponi/lertäkten är belägen, planeras att avledas till Fyrisån.

Eftersom föroreningar på större djup under markytan än en meter inom Börjetulls planområde huvudsakligen antas förekomma inom deponin/lertäkten, justeras

vattenflödet till Fyrisåns vattenflöde för samtliga markanvändningsscenarier för större djup än en meter. Medelvattenföringen i Fyrisån vid Klastorp, ca 2,5 km uppströms Börjetulls planområde är ca 9 m³/s (Fyrisåns vattenvårdsförbund). Vid beräkning av platsspecifika riktvärden antas dock Fyrisåns vattenflöde vara 5 m³/s.

Som ytterligare ett försiktighetsantagande, antas det ytliga (mark)-grundvattnet ovanpå leran kunna spridas till Librobäcken. Flödesdata finns dock inte tillgängligt för Librobäcken, utan Naturvårdsverkets standardvärde på vattenflöde används utan någon justering för markanvändningsscenarier på djupet 0 – 1 meter.

6.3.2 Skydd av grundvatten

Det djupa grundvattnet anses vara skyddsvärt då området ligger inom en yttre skyddszon för en vattentäkt. Det ytliga (mark)-grundvattnet står snarare i kontakt med ytvatten, än med det djupa grundvattnet, och eventuell effekt från det ytliga (mark)-grundvattnet berör istället ytvattenrecipienten. Ytvattenrecipienten (Fyrisån) har ansatts ett mycket högt skyddsvärde.

Att föroreningstransport mellan fyllningen och grundvattnet skulle ske i den utsträckningen att risker för vattenkvalitén i vattentäkten uppstår bedöms därför som osannolik. Eftersom det djupa grundvattnet under leran inom området utgör en del av Uppsalaåsens grundvattenmagasin, beaktas skydd av grundvatten trots detta.

6.4 Hälsa

Nedan beskrivs antagande för aktuella exponeringsvägar avseende människors hälsa. Bland annat anges exponeringstid i dagar. Med "dag" avses ett helt dygn, d.v.s. 24 timmar.

6.4.1 Intag av jord och inandning av damm

Människor som vistas inom förorenade markområden kan få i sig föroreningar dels genom direkt intag av jord (t ex att jordiga fingrar stoppas i munnen eller att damm fastnar i munnen) och dels genom att andas in damm. Främst exponeras barn och vuxna för jorden i markytan. Intaget av jord antas vara störst hos små barn på grund av deras "Pica"-beteende och förmåga att äta material som inte är föda.

I Naturvårdsverkets riktvärdesmodell beräknas exponeringen via intag av jord utifrån det genomsnittliga dagliga intaget samt antal dygn eller tillfällen exponeringen sker. Envägskoncentrationen i mark för exponeringsvägen "direkt intag av jord" baseras på flera parametrar:

- Tokikologiskt referensvärde (TRV), d.v.s. TDI (tolerabelt dagligt intag) för icke genotoxiska ämnen eller riskbaserat dagligt intag för genotoxiska ämnen

- Det genomsnittliga dagliga jordintaget där parametrarna dagligt jordintag, antal dygn/tillfällen exponering sker samt kroppsvikten för barn och vuxna ingår.
- Ämnets relativa biotillgänglighetsfaktor vid intag av jord

Vid beräkning av de plats specifika riktvärdena har inga förändringar gjorts jämfört med Naturvårdsverkets antaganden för generella riktvärden vad gäller toxikologiskt referensvärde eller ämnets relativa biotillgänglighetsfaktor. I tabell 3 anges vilka exponeringstider som antagits för intag av jord vid olika markanvändningsscenarioer och jorddjup samt kommentarer till dessa.

Där det finns hårdgjorda ytor är risken för att komma i kontakt med ytlig jord liten. Viss exponering kan även ske för jord som ligger på större djup, t ex i samband med olika schaktarbeten. Sannolikt pågår inte dessa arbeten mer än i snitt 10 dagar per år. Med tanke på att markanvändningen inom stora delar av planområdet Börjetull är känslig, görs ett konservativt antagande med en exponeringstid motsvarande 20 dagar per år för att inte underskatta risken.

Tabell 3. Antagna exponeringstider för intag av jord och inandning av damm vid olika markscenarier och jorddjup.

Markanvändnings-scenario	Jorddjup	Exponerings-tid	Kommentar
Bostäder/förskola	0 – 1 m	365 dagar/år	Samma exponeringstid som för generellt scenario för känslig markanvändning (KM)
Bostäder/förskola	> 1 m	20 dagar/år	Endast sporadisk kontakt med jord exempelvis vid grävarbeten
Parkmark	0 – 1 m	200 dagar/år för vuxna 200 dagar/år för barn	Under vissa delar av året antas människor inte komma i kontakt med jord i park- och strandområden (t ex under vintertid och regniga perioder).
Parkmark	> 1 m	20 dagar/år	Endast sporadisk kontakt med jord exempelvis vid grävarbeten
Hårdgjorda ytor	0 – 1 m	20 dagar/år	Endast sporadisk kontakt med jord exempelvis vid grävarbeten
Hårdgjorda ytor	> 1 m	20 dagar/år	Endast sporadisk kontakt med jord exempelvis vid grävarbeten

6.4.2

Hudkontakt

När förorenad jord fastnar på huden kan föroreningar tas upp genom huden. Generellt sett är risken mindre för att människor ska exponeras för föroreningar via hudkontakt än vid intag av jord eftersom människor bär heltäckande kläder under större delen av året. På motsvarande sätt som för exponeringsvägen intag av jord är exponeringsrisken störst för jorden i markytan. I tabell 4 anges vilka exponeringstider som antagits för hudkontakt vid olika markanvändningsscenarier och jorddjup samt kommentarer till dessa. Utgångspunkten är de antaganden som gjorts för Naturvårdsverkets generella riktvärden.

Där det finns hårdgjorda ytor och för jord på större djup är risken för att komma i kontakt med ytlig jord liten. Exponering kan dock ske av jord, t ex i samband med olika schaktarbeten. Exponeringstiden för dessa markanvändningsscenarier har antagits vara 20 dagar. Med tanke på att stora delar av kroppen vanligtvis är täckt av kläder vilket ger ytterligare minskning av möjlig exponering, är detta ett mycket konservativt antagande.

Tabell 4. Antagna exponeringstider för hudkontakt vid olika markscenarier och jorddjup.

Markanvändnings-scenario	Jorddjup	Exponerings-tid	Kommentar
Bostäder/förskola	0 – 1 m	120 dagar/år	Samma exponeringstid som för generellt scenario för känslig markanvändning (KM)
Bostäder/förskola	> 1 m	20 dagar/år	Endast sporadisk kontakt med jord exempelvis vid grävarbeten
Parkmark	0 – 1 m	120 dagar/år	Samma exponeringstid som för generellt scenario för känslig markanvändning (KM)
Parkmark	> 1 m	20 dagar/år	Endast sporadisk kontakt med jord exempelvis vid grävarbeten
Hårdgjorda ytor	0 – 1 m	20 dagar/år	Endast sporadisk kontakt med jord exempelvis vid grävarbeten
Hårdgjorda ytor	> 1 m	20 dagar/år	Endast sporadisk kontakt med jord exempelvis vid grävarbeten

6.4.3

Inandning av ångor

Inom Börjetulls planområde har flyktiga föroreningar påträffats i förhöjda halter, bland annat kvicksilver, alifater, aromater samt PAH:er. Människor kan andas in föroreningsångor genom att flyktiga föreningar i mark kan avgå till luften och tränga in i byggnader.

Några viktiga faktorer för exponeringen är transporthastigheten från marken, utspädningen i inomhus- respektive utomhusluft samt exponeringstiden. Även faktorer såsom byggnaders grundläggning och ventilation påverkar hur människor exponeras för flyktiga föroreningar.

I Naturvårdsverkets generella modell har det antagits att medeldjupet till föroreningen är 0,35 m. Vidare har en utspädning mellan marken och byggnaden beräknats till drygt 10 000 gånger för alifater samt drygt 3000 gånger för PAH-M och 1200 gånger för PAH-H. För de platsspecifika riktvärdena görs ingen förändring med avseende på utspädningen i jämförelse med den generella modellen. När det gäller föroreningsdjupet görs heller ingen förändring i markanvändningsscenarier 0-1 meter under markytan. För jord djupare än 1 meter antas konservativt ett medeldjup till föroreningarna på 1 meter.

I tabell 5 anges vilka exponeringstider som har antagits för inandning av ånga vid olika markscenarier och jorddjup samt kommentarer till dessa.

I det fall det kommer att byggas garage under byggnaderna i Börjetull, kommer flyktiga föroreningar att spädas ut innan de transporteras vidare in i byggnaden ovan garaget. Empiriska studier har visat att utspädning mellan underliggande källare/garage och bottenvåning i en byggnad kan variera mellan 4 till 1000 gånger. Det är främst i öppna garageutrymmen under flerbostadshus, som utspädningen kan nå upp till 1000 gånger. Vid exploatering av norra Djurgårdsstaden i Stockholms stad, byggdes flerbostadshus med källare. Vid en beräkning av de platsspecifika riktvärdena gjordes då antagandet att utspädningen var 5 gånger mellan källare och inomhusluft (Golder, 2011).

För närvarande finns inte alla uppgifter om storlek och utformning av de byggnader som ska byggas inom området. Utformning kommer sannolikt att variera mellan olika delar av området. Inga justeringar utifrån platsspecifika förhållanden har därför gjorts i beräkningsmodellen med avseende på ytan under byggnad, luftvolym och luftomsättning inne i byggnader. Detsamma gäller förutsättningarna för grundläggning och källare/garage. Det kan därmed vara motiverat att även beakta såväl byggnadens utformning som utspädning vid planeringen av åtgärder för vissa delar av området. En ny beräkning av riktvärden kan då övervägas för enskilda byggnader. De platsspecifika riktvärden som beräknats inom ramen för detta arbete kan då utgöra en utgångspunkt för detta.

För parkmark och hårdgjorda ytor där det inte planeras att finnas några byggnader är utspädningen av flyktiga föroreningar så stor att det inte får någon

betydelse för de platsspecifika riktvärdena. Inandning av ånga blir därmed inte styrande för riktvärdena.

Tabell 5. Antagna exponeringstider för inandning av ånga samt föroreningens medeldjup vid olika markscenarier med byggnader utan källare.

Markanvändnings-scenario	Jord-djup	Medeldjup förorening	Exponerings-tid	Kommentar
Bostäder/förskola	0 – 1 m	0,35 m	365 dagar/år	Samma exponeringstid som för generellt scenario för känslig markanvändning (KM)
Bostäder/förskola	> 1 m	1,0 m	365 dagar/år	Samma exponeringstid som för generellt scenario för känslig markanvändning (KM)
Parkmark	0 – 1 m	0,35 m	365 dagar/år	Ingen inomhusvistelse är aktuell, då det inte kommer att finnas några byggnader.
Parkmark	> 1 m	1,0 m	365 dagar/år	Se kommentaren ovan.
Hårdgjorda ytor	0 – 1 m	0,35 m	200 dagar/år 60 dagar/år för barn	Ingen inomhusvistelse är aktuell, då det inte kommer att finnas några byggnader.
Hårdgjorda ytor	> 1 m	1,0 m	200 dagar/år 60 dagar/år för barn	Se kommentaren ovan.

6.4.4 Intag av växter

Om människor äter odlade eller vilt växande växter (grönsaker, rotsaker, potatis, bär, frukt och svamp) kan de exponeras för föroreningar som har tagits upp av växterna. I Naturvårdsverkets riktvärdesmodell för KM antas att barn och vuxna dagligen äter 0,25 kg respektive 0,40 kg och att 10 % av den mängden skulle komma från egenodlade växter. Enligt Sweco:s rapport *Storstadsspecifika riktvärden* antas det motsvara en markanvändning bestående av bostadshus med stor tomt som möjliggör omvandling av ca 10-50 m² av tomten till odlingsyta. Vidare har det för de storstadsplatsspecifika riktvärdena antagits att ca 2 % av det totala årliga frukt- och grönsaksintaget kan utgöras av växter från bostadshus med liten tomt som är <25 m².

Stadsodling eller s.k. "urban farming" utvecklas och växer i omfattning. Exempel på stadsodling är odling på balkong eller på tak, odling i villaträdgård eller på odlingslotter i utanför bostadsområden. Bostadskvarteren i Börjetull kommer att utgöras av flerbostadshus. Det kommer därmed inte finnas förutsättningar för några större odlingar på markytan. Några enstaka träd eller buskar med frukt/bär

kan dock komma att växa på de gemensamma ytorna på innergårdar. Det kan förekomma en viss odling av grönsaker i mindre omfattning (troligen då främst i odlingslådor eller växthus).

Eftersom de gemensamma ytorna delas av många boende inom området antas andelen intag av växter per person från växter odlade på marken vara liten. Därmed antas högst ca 1 % av det totala årliga frukt- och grönsaksintaget kunna utgöras av växter från området. Det totala intaget av växter genom stadsodling/urban farming kan dock komma att bli större, men då genom andra odlingsmöjligheter såsom odling på tak och i odlingslådor på balkonger. Denna form av stadsodling berörs dock inte av föreningar i marken inom planområdet Börjetull.

Även odling av ätbara växter inom områden med förskola ska kunna vara möjlig. Då antalet konsumerande människor (främst barn) vid en förskola är betydligt större i jämförelse med antalet konsumenter i en bostad med tomt samt då eventuella odlade ytor kommer att vara förhållandevis små och antalet träd eller buskar med frukt/bär litet inom skolgårdar, bedöms andelen av det totala årliga frukt- och grönsaksintaget vara litet. Med tanke på att barn är en känslig grupp, görs antagandet att 1 % av det totala årliga frukt- och grönsaksintaget ska kunna utgöras av växter från området.

I parkområdet kommer det inte att finnas några odlingsbara ytor, men det kan förekomma enstaka träd eller buskar med frukt/bär eller vilt växande bär och svamp. Konsumtionsandelen av växter bedöms därför vara liten, max 2 %. Den park, som planeras inom området är förhållandevis liten och den är inte avsedd för att kunna bedriva en mer omfattande odling.

I gatustråken (hårdgjorda ytor), kommer det inte att finnas några odlingsbara ytor på mark och det finns inte heller någon avsikt att odla några växter. Markanvändningen inom området bedöms därmed som mindre känslig och i likhet med Naturvårdsverkets generella riktvärde för mindre känslig markanvändning beaktas därför inte exponeringsvägen intag av växter.

Merparten av växternas rötter bedöms inte nå ner till större djup än en meter. I lerjordar tränger rötter längre ned i markprofilen och i sandiga jordar är rötterna ytligare, på grund av olika penetreringsmotstånd. En studie har visat att maximalt rottdjup för flera grönsaker och rotfrukter varierade mellan 32 och 86 cm i sandjord. (Jordbruksverket 1992). För enstaka träd och andra växter kan dock en del av rotsystemet nå ner till större djup. Intag av växter beaktas därför endast i begränsad omfattning för jord djupare än 1 meter.

I tabell 6 anges vilken konsumtionsandel av växter från området som antagits vid olika markscenarier och jorddjup.

Tabell 6. Antagen konsumtionsandel av växter från området vid olika markanvändningsscenarier och jorddjup.

Markanvändnings-scenario	Jord-djup	Andel konsumtion av växter från området	Kommentar
Bostäder/förskola	0 – 1 m	1 %	Odlingsmöjligheter är begränsade, se resonemang ovan.
Bostäder/förskola	> 1 m	0,5 %	Enstaka växter kan ha djupare rötter mer än 1 m.
Parkmark	0 – 1 m	2 %	Inga odlingsytor kommer att finnas, men några enstaka träd eller buskar med frukt/bär kan förekomma eller vilt växande bär och svamp. I framtiden skulle det teoretiskt sett kunna bli aktuellt med en något större odling av ätbara växter varför 2 % har antagits.
Parkmark	> 1 m	0,5 %	Enstaka växter kan ha djupare rötter än 1 meter.
Hårdgjorda ytor	0 – 1 m	0 %	Marken är hårdgjord och det är inte aktuellt med odling av ätbara växter. Motsvarande antagande som för generellt scenario för mindre känslig markanvändning (MKM).
Hårdgjorda ytor	> 1 m	0 %	Se motiv ovan.

6.4.5 Miljö

6.4.5.1 Markmiljö

Enligt en av Naturvårdsverkets utgångspunkter bör skyddsnivån i marken motsvara en nivå där marken kan uppfylla de funktioner som förväntas vid den planerade markanvändningen. De funktionerna kan till exempel vara relaterade till mänsklig användning av mark såsom jordbruk, djurhållning eller trädgårdsodling eller vara relaterade till ett allmänt miljöskydd som ger förutsättningar för ekosystem att överleva och utvecklas. I Naturvårdsverkets riktvärdesmodell ges ett skydd för markmiljön som motsvarar skydd av 75 % av de marklevande arterna vid KM och 50 % vid MKM.

Generellt sett anser Naturvårdsverket att ett lägre skydd än 50 % inte ger förutsättningar för ett fungerande ekosystem. Om det inte bedöms vara motiverat med 50 % eller högre skyddsnivå, kan det därmed i vissa fall därför vara aktuellt att inte beakta skydd av markmiljön alls d.v.s. 0 % skydd.

Det kan t.ex. vara aktuellt om jorden eller markmaterial, som en del typer av fyllnadsmassor har mycket begränsade förutsättningar för att återskapa en miljö som kan stödja naturliga funktioner eller andra förutsättningar varvid etablering av växter och djur försvåras eller i vissa fall även helt omöjliggörs.

Vid en utredning utförd av SGI (*WP1 - Hållbart skydd av markmiljön – Inverkan av markens uppbyggnad och djup*, SGI 2015), tillfrågades ett antal tillsynsmyndigheter när det gällde justering av markmiljöskydd. En majoritet av de tillfrågade uppgav att det kan vara aktuellt med justering av markmiljöskyddet både i samband med exploateringsärenden och vid avveckling av verksamheter. Som exempel på situationer då lägre krav än Naturvårdsverkets generella riktvärden har accepterats på skyddet av markmiljö, angavs om ett område har utgjort industriområde under en mycket lång tid eller om marken utgörs av fyllnadsmaterial med stor mäktighet. Vidare uppgav samtliga av de som svarade att det är acceptabelt att tillämpa olika skyddskrav för markmiljön vid olika djup så länge detta kan motiveras väl.

I andra sammanhang, t ex Sweco:s rapport *Storstadsspecifika riktvärden*, har riktvärden tagits fram baserade på lägre skyddsnivå än 50 % för markmiljö utifrån följande riktlinjer för bedömning av skydd av markmiljö i urbana miljöer:

- Riktvärde för skydd av markmiljö enligt KM har använts för mark bestående av naturlig jord i bostadsområden samt parker och grönytor.
- Riktvärde för skydd av markmiljö enligt MKM har använts för mark bestående av naturlig jord inom verksamhetsområden.
- Riktvärde för skydd av markmiljö motsvarande "lågt skyddsbehov" (25 % skydd) har använts för mark bestående av fyllning i bostadsområden, verksamhetsområden samt parker och grönytor.
- Riktvärde för skydd av markmiljö motsvarande "mycket lågt skyddsbehov" (10 % skydd) har använts för mark under torg, parkeringsplatser och gator samt för djupt liggande jord

De markfunktioner, som främst är aktuella att skydda vid omvandling av Börjetulls planområde till bostadsområde är "*Livsmiljö för människor, djur och växter*", "*Fysisk och kulturell miljö för människor och mänskliga verksamheter (vägar, byggnader)*" samt "*Lagring, filtrering och transformering av vatten och näringsämnen*" (SGI, 2015). Den sistnämnda funktionen utgör en grund för de båda förstnämnda. Vid antaganden avseende skydd av markmiljö vid beräkningen av platspecifika riktvärden för Börjetull, har främst markfunktionen "*Livsmiljö för människor, djur och växter*" beaktats.

Markfunktionen "Fysisk och kulturell miljö för människor och mänskliga verksamheter (vägar, byggnader)" berörs främst av markens uppbyggnad efter saneringen och omfattas därför inte av nedanstående antaganden avseende skydd av markmiljön.

Det förekommer mer liv i markens övre lager än i de djupare lagren (SGI, 2015). Av SGI:s utredning, som nämnts ovan, framgår det att detta bland annat beror på att tillgång till näring, syre och organiskt material är större i den översta metern av marklagren, men även på avsaknaden av grundvatten och fysiska hinder såsom berggrund och stenar, jämfört med längre ner i markprofilen. Förekomsten av dagmaskar och nematoder (rundmaskar), vilka har stor betydelse för näringscirkulationen i marken och även för markens struktur, är störst i den översta metern av marklagren. I djupare liggande jord bedöms få eller inga markorganismer leva. Särskilt påtagligt har det visat sig vara i stadsmiljöer, där det finns uppgifter om att förekomsten av organismer på större djup än några decimeter är mycket låg. (Sweco, 2009). I sin utredning hänvisar SGI även till en studie utförd på icke-naturliga jordar i Malmö. Enligt denna minskar antal marklevande djur och arter samt biodiversiteteten med ökad markdjup. Vid två meters djup är förekomsten mycket låg.

Vidare framgår av SGI:s utredning att struktur, näring, syre och fuktighet men även växternas genetiska skillnader är faktorer som påverkar vegetationens rotutbredning både i djup- och sidled (SGI, 2015). Vid en jämförelse mellan trädrötters utbredning i djupled återfanns 80 % av granens rötter i det organiska lagret och ner till de översta 20 cm av mineraljorden. Ekens rötter gick ner djupare - 80 % av rötterna fanns ner till 60 cm av mineraljorden. Tallens och bokens rötter återfanns mellan dessa djup. SGI anger vidare i sin utredning om hållbart skydd för markmiljön att rotutvecklingen hämmas av mekaniska hinder och täta jordar. Som redogjorts för i avsnitt 6.4.4 ovan, visade en annan studie att det maximala rot djupet för flera grönsaker och rotfrukter i sandjord begränsades till den översta metern av markprofilen. Även när det gäller bakterier och svampar är förekomsten störst i markprofilens översta meter.

Genom den omvandling av området som planeras, kommer området till stor del att utgöras av känsligare markanvändning med bostäder, skol- och förskoleverksamhet samt park. I dessa områden kommer det att finnas vegetationsytor av olika slag. Där känsligare markanvändning planeras är det därför motiverat att förutsättningarna för livsmiljön ges möjlighet att förbättras i de delar där det förekommer föroreningar som inverkar negativt på markmiljön. Som redogjorts för ovan framgår det av SGI:s utredning om hållbart skydd av markmiljön, att den avgjort största förekomsten av biologiskt liv förekommer i markprofilens översta meter (SGI, 2015).

Efter det att området omvandlats kommer förutsättningarna för en fungerande markmiljö vara begränsade till en viss del genom att deponin/lertäkten kommer fyllas med fyllnadsmassor och att området kommer utgöras av övervägande

hårdgjorda ytor i bostadskvarteren, antas 50 % skydd för markmiljön för markanvändningsscenarierna *Bostäder/förskola* samt *Parkmark* i den översta metern av jordprofilen.

Som jämförelse kan nämnas att motsvarande skyddsnivå för bostadsområden och grönområden där marken består av fyllning har vid framtagandet av de storstadsspecifika riktvärdena antagits vara 25 % (Sweco, 2009). I delar av området där vegetationsytor kommer att anläggas, är givetvis även återfyllnadsmassornas förmåga att stödja biologiskt liv av stor betydelse.

Eftersom de naturliga förutsättningarna för biologiskt liv minskar med djupet och är avsevärt sämre redan på en meters djup under markytan samt att området kommer utgöras av övervägande hårdgjorda ytor i bostadskvarteren, motiveras inte att skydd av markmiljön beaktas på större djup än 1 meter för markanvändningsscenarierna *Bostäder/förskola* samt *Parkmark*. Som en justering av de beräknade platsspecifika riktvärdena antas dock skyddsnivån 25 % för markmiljön, se vidare avsnitt 7.

När det gäller gatumark/hårdgjord yta, bedöms förutsättningarna för fungerande markmiljö att vara fortsatt dåliga. Ingen odling av växter planeras komma vara aktuell med undantag för eventuella enstaka träd. Det bedöms därför inte vara motiverat att beakta skydd av markmiljö för markanvändningsscenariot *Hårdgjord yta*. Som en justering av de beräknade platsspecifika riktvärdena samt med tanke på risk för förorenings spridning till intilliggande områden antas dock skyddsnivån 25 % för markanvändningsscenariot *Hårdgjorda ytor*.

Att inte beakta skydd av markmiljön för markanvändningsscenarierna *Hårdgjord yta* samt för större markdjup (> 1 meter under markytan), bedöms inte medföra några negativa konsekvenser jämfört med situationen sedan tidigare. Dåliga förutsättningar för en fungerande markmiljö kommer att kvarstå i dessa delar oaktat föroreningssituationen. Med de skyddsnivåer som antagits för de platsspecifika riktvärdena, bedöms dock en fungerande markmiljö kunna utvecklas i de delar av i Börjetull där det kommer finnas bättre förutsättningar utifrån den planerade markanvändningen, d.v.s. i den översta metern i områden med känsligare markanvändning.

Tabell 7. Antagna skyddsnivåer för markmiljö vid olika markscenarier och jorddjup.

Markanvändnings-scenario	Jord-djup	Skyddsnivå för markmiljö	Kommentar
Bostäder/förskola	0 – 1 m	50 %	Samma antaganden som för generellt scenario för mindre känslig markanvändning (MKM). Med hänvisning till vad som redogjorts för ovan bedöms det inte vara motiverat med ett högre skydd för markmiljön.
Bostäder/förskola	> 1 m	25 %	Med hänvisning till vad som redogjorts för ovan bedöms det inte vara motiverat att beakta skydd för markmiljön på större djup. Riktvärdet har dock justerats till 25 % vilket är i linje med de storstadsspecifika riktvärdena.
Parkmark	0 – 1 m	50 %	Samma antaganden som för generellt scenario för mindre känslig markanvändning (MKM). Med hänvisning till vad som redogjorts för ovan bedöms det inte vara motiverat med ett högre skydd för markmiljön.
Parkmark	> 1 m	25 %	Med hänvisning till vad som redogjorts för ovan bedöms det inte vara motiverat att beakta skydd för markmiljön på större djup. Riktvärdet har dock justerats till 25 % vilket är i linje med de storstadsspecifika riktvärdena.
Hårdgjorda ytor	0 – 1 m	25 %	Med hänvisning till vad som redogjorts för ovan bedöms det inte vara motiverat att beakta skydd för markmiljön på större djup. Riktvärdet har dock justerats till 25 % vilket är i linje med de storstadsspecifika riktvärdena.
Hårdgjorda ytor	> 1 m	25 %	Med hänvisning till vad som redogjorts för ovan bedöms det inte vara motiverat att beakta skydd för markmiljön på större djup. Riktvärdet har dock justerats till 25 % vilket är i linje med de storstadsspecifika riktvärdena.

7. Beräkning av platsspecifika riktvärden

Utifrån ovan angivna antaganden har platsspecifika riktvärden tagits fram och jämförts med uppmätta halter i området. I bilaga 2 finns utdrag ur Naturvårdsverkets riktvärdesmodell med antaganden, motiv till ändringar samt beräkningar av de platsspecifika riktvärdena för området. I de fall uppgifter om platsspecifika förhållanden saknas har ingen förändring gjorts jämfört med de generella antagandena.

Platsspecifika riktvärden har tagits fram för de föroreningar där halter uppmätts över Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig markanvändning (KM).

Som det tidigare redogjorts för har en indelning gjorts efter markanvändningsscenarier samt djupindelning 0-1 meter respektive djupare än 1 meter under markytan.

I bilaga 3 redovisas de platsspecifika riktvärdena samt vilken exponeringsväg som är styrande för riktvärdet enligt följande princip med färgkoder:

Skydd av markmiljö
Intag av växter eller intag av växter + exp. andra källor
Inandning av ånga
Intag av jord styrande eller intag av jord + exp. andra källor
Inandning av damm + exp. andra källor
Hudkontakt jord/damm
Skydd av ytvatten
Skydd mot fri fas
Bakgrundshalt
Akuttoxicitet

7.1 Justering av PSRV

De platsspecifika riktvärdena har justerats utifrån Avfall Sveriges rekommenderade haltgräns för farligt avfall, utifrån risk för förorening i fri fas och akuttoxicitet samt utifrån skydd av markmiljö enligt vad som anges i nedanstående avsnitt. Vidare har en justering gjorts genom att PSRV för markanvändningsscenarierna *Bostäder/förskola* samt *Parkmark* slagits samman.

7.1.1 Gräns för farligt avfall, akuttoxicitet och fri fas

I några fall överskrider de beräknade riktvärdena Avfall Sveriges rekommenderade haltgräns för farligt avfall (FA). De platsspecifika riktvärdena har därför justerats, så att inga värden överskrider gränsen för farligt avfall. Inte heller tillåts ämnen förekomma i sådana halter som kan innebära fri fas av en förorening eller överskrida halter för akuttoxicitet.

Beträffande arsenik utgör halter där man riskerar akuta effekter en övre gräns vid beräkning av platsspecifika riktvärden. Beräkningen utgår från att ett litet barn (10 kg) ska skyddas vid enstaka intag av jord (5 g) och skyddar således även de mest känsliga individerna. De uppsatta haltkriterierna för akuttoxicitet anger vid vilken halt risken för akuta symptom såsom kräkningar och diarréer inte bedöms vara acceptabel. Enligt Naturvårdsverket innebär justeringen i riktvärdesmodellen att ett riktvärde i mark beräknas så att risk för akuta effekter inte uppstår.

7.1.2

Skydd av markmiljö

En justering av de beräknade platsspecifika riktvärdena har gjorts med avseende på skydd av markmiljön genom att markmiljöns skyddsnivå justeras från 0 % till 25 % för markanvändningsscenarioet *Hårdgjorda ytor samt* för mark under > 1 meter för markanvändningsscenarierna *Bostäder/förskola* och *Parkmark*, se tabell 7 ovan. Skyddsnivån är i linje med eller högre än de storstadsplatsspecifika riktvärdena motsvarande nivån *Lågt skyddsbehov*, vilket omfattar jord under hårdgjorda ytor eller starkt påverkad jord, t.ex. fyllnings- och anläggningsmassor (Sweco, 2009).

7.1.3

Sammanlagning PSRV Bostäder/förskola och Parkmark

De platsspecifika riktvärdena för markanvändningsscenarierna *Bostäder/förskola* samt *Parkmark* slås samman till ett gemensamt riktvärde. Vid sammanslagningen anges det lägsta av beräknade riktvärdena för de båda scenarierna för de ämnen där riktvärdet är olika. Justeringen innebär att det beräknade platsspecifika riktvärdet för *Bostäder/förskola 0 – 1 m* tillämpas för ämnena bly, kvicksilver och PAH-M, PAH-H och alifater >C₁₀-C₁₂ samt att det beräknade platsspecifika riktvärdet för *Parkmark 0-1 m* tillämpas för kadmium.

Översiktligt underlag för riskvärdering avseende platsspecifika riktvärden

7.2

Mängduppskattning

Resultaten av undersökningarna som genomförts av Ramböll, Bjerking och Golder har använts som underlag till en mängduppskattning av föroreningarna som finns inom området.

Provtagningen som utförts representerar varierande tjocka marklager. Enligt undersökningarna som utförts är markens egenskaper relativt heterogena, och förekomst av förorening kan inte säkert avgränsas med hjälp av till dags dato utförda undersökningar.

För att möjliggöra en bedömning av föroreningsmängden i området i stort, har andelen undersökningspunkter där jordprover påvisats vara förorenade använts som ett mått på graden av förorening. Detta ger en procentuell förekomst av förorening i området, se tabell 8.

Tabell 8. Andel av provtagningspunkter där halter överskrider riktvärdet för känslig markanvändning (KM) respektive framtagna platsspecifika riktvärden (PSRV).

Djup (m under markytan)	Antal provpunkter med laboratorieanalys	Antal provpunkter med halt > KM	Antal provpunkter med halt > PSRV	Andel provpunkter med halt > KM (%)	Andel provpunkter med halt > PSRV (%)
0-1	24	14	10	58	42
1-2	19	15	8	79	42
2-4	21	16	7	76	33

Påträffad föroreningsförekomst har delats in enligt djupintervallen 0-1 meter, 1-2 meter samt 2-4 meter. Om flera jordprover tagits från intervallet 0-1 m i en punkt, och endast 1 av proven har påvisat förorening, har ändå hela den metern i den punkten konservativt ansetts vara förorenad. I själva verket kan det vid urschaktning vara möjligt att mer i detalj avgränsa föroreningsförekomst. Utifrån kännedom om arean för den f.d. deponin inom det aktuella planområdet enligt figur 1 (ca 100*330 m) och de olika djupen, har jordvolymen och mängden beräknats för respektive djupintervall, se tabell 9.

Tabell 9. Uppskattad mängd förorenade massor som överskrider Naturvårdsverkets generella riktvärde för känslig markanvändning (KM) respektive framtagna platsspecifika riktvärden (PSRV).

Djup (m under markytan)	Total area (100*330) m ²	Total volym (m ³)	Total mängd (ton)	Uppskattad mängd massor förorenade >KM (ton)	Uppskattad mängd massor förorenade >PSRV (ton)	Skillnad mellan > KM och > PSRV (ton)
0-1	33000	33000	59400	34650	24750	9900
1-2	33000	33000	59400	46895	25011	21884
2-4	33000	66000	118800	90514	39600	50914
Totalt		132 000	237 600	172 059	89 361	82 698

Massornas föroreningsinnehåll och anläggningstekniska kvalitet, möjligheten att lagra massor, hur anläggningsarbetet utförs mm, kommer att avgöra vilka mängder jord som kommer att hanteras på platsen. I samband med anmälan om efterbehandlingsåtgärd kommer det att redogöras för detta mer i detalj.

Följande bör noteras:

- Faktiska angivna mängder är endast bedömningar utifrån idag tillgängligt underlag. Det har antagits att föroreningsituationen är likartad i hela deponiområdet.
- Ytterligare undersökningar för att klassificera jordmassor bedöms nödvändigt innan, eller i samband med schaktarbeten
- Faktiska mängder som behöver schaktas ur avgörs av faktorer såsom vilka anläggningsarbeten som planeras och hur dessa ska utföras
- De uppskattade mängderna är osäkra, men visar ändå att tillämpning av PSRV medför att mängden massor som behöver efterbehandlas minskas med i storleksordningen 85 000 ton jämfört med om Naturvårdsverkets generella riktvärde för KM (känslig markanvändning) tillämpas, vilket är en minskning motsvarande nästan 50 %.

7.3

Uppskattad miljöbelastning – KM-riktvärde jämfört med PSRV

Om Naturvårdsverkets generella riktvärde för KM tillämpas vid bedömning av åtgärdsbehov istället för föreslagna PSRV, uppskattas det kunna innebära nedanstående extra belastning på miljön i form av klimatpåverkan, deponering och förbrukning av naturresurser:

Klimatpåverkan:

2800 extra transporter med lastbil och släp till mottagningsanläggning

2800 extra transporter med lastbil och släp av jungfruliga massor för återfyllning

Deponering mottagningsanläggningar:

85 000 ton extra massor behöver omhändertas på någon mottagningsanläggning.

Förbrukning av naturresurser:

85 000 ton extra jungfruliga massor behövs för att återfylla schakterna.

Både efterbehandlingsåtgärd med tillämpning av Naturvårdsverkets generella riktvärde för KM och av föreslagna PSRV, bedöms kunna ge förutsättningar för att de övergripande åtgärdsåmål, som redovisats i avsnitt 5, ska kunna uppfyllas.

8. Referenser

Bjerking AB, 2015. PM Miljöteknisk undersökning av deponi i tidigare lertäkt, 2015-02-11

Golder Associates, 2001. Miljöteknisk markundersökning av 11 fastigheter i Librobäck och 1 fastighet i Fålhagen, Uppsala kommun (uppdrag 0170303)

Golder Associates, 2011. Librotvätten, Husbyborg 5:3, Uppsala kommun, Miljöteknisk undersökning MIFO fas II

Jordbruksverket, 1997, E. Ögren, *Rotutvecklingen i sandjord för olika grönsaker* (efter Schaurman o Schäffner, 1974). Ekologisk trädgårdsodling. Från teori till praktik. 1997.

Länsstyrelsen i Uppsala län. *Utdrag ur EBH-stödet* (Länsstyrelsens databas över förorenade områden).

Naturvårdsverket 1999, Metodik för förorenade områden (MIFO), NV-rapport 4918

Naturvårdsverket 2009, *Riktvärden för förorenad mark, modellbeskrivning och vägledning*, Rapport 5976, september 2009

Naturvårdsverket 2009, *Riskbedömning av förorenade områden*, Rapport 5977, december 2009

Naturvårdsverket 2009, *Att välja efterbehandlingsåtgärd*, Rapport 5978, december 2009

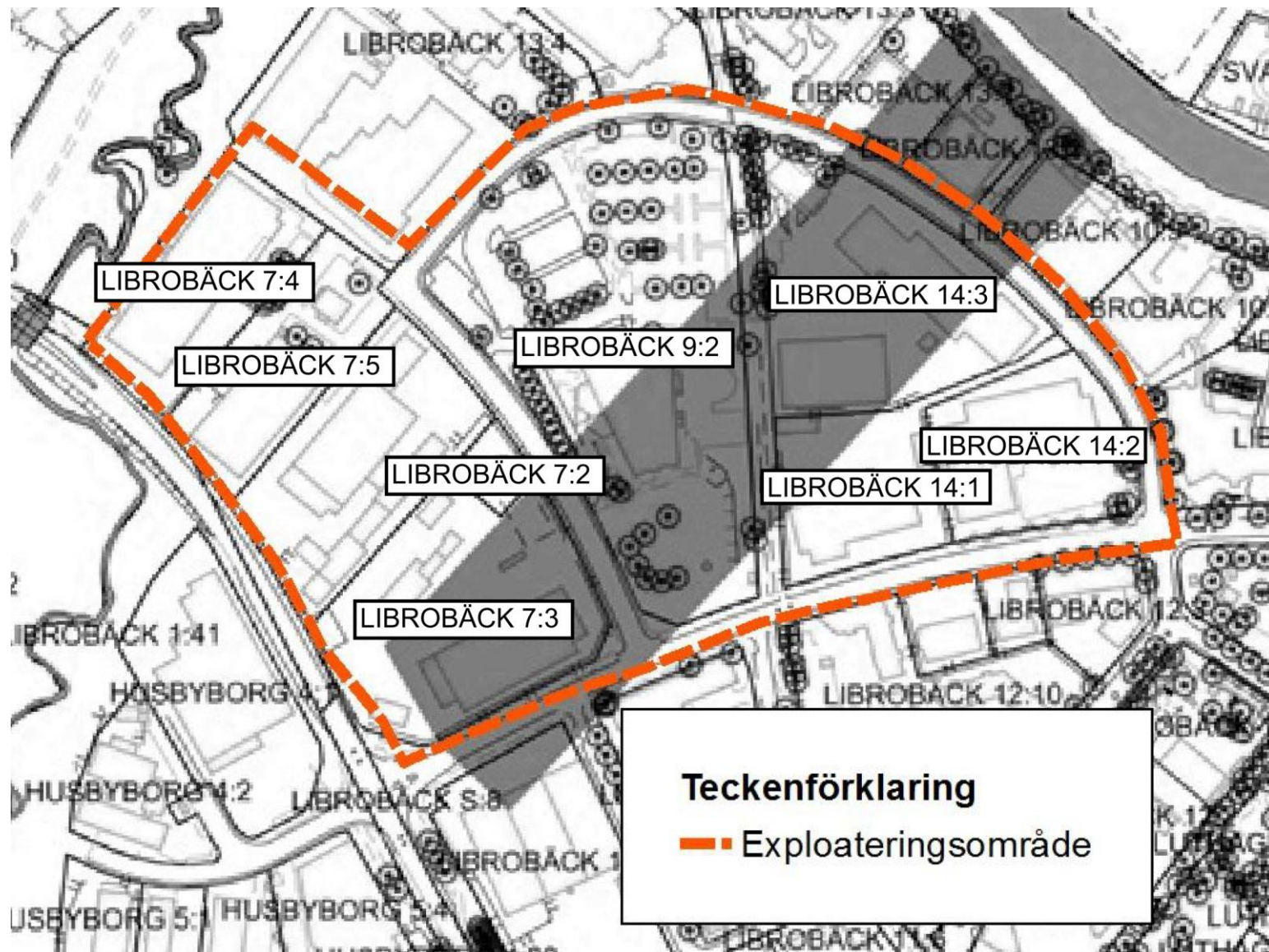
SIG, Statens Geotekniska Institut 2015, *WP1 - Hållbart skydd av markmiljön – Inverkan av markens uppbyggnad och djup*, SIG

SGU, Sveriges Geologiska Undersökning 2013, *Bedömningsgrunder för grundvatten*, SGU-rapport 2013:01

SGU, Sveriges Geologiska Undersökning, 2016. *Grundvattenmagasin i jordlager*.

Weber-Qvarfort, T, 2011. *Lertäkter i Uppsala. Inventering och föroreningssituation*. (Examensarbete vid Västerbergslagens utbildningscentrum)

Ungefärlig utbredning av deponi/lertäkt samt aktuella fastigheter inom exploateringsområdet Börjetull.



Uttagsrapport

Eget scenario: **Bostäder 0-1**Generellt scenario: **KM**

Naturvårdsverket, version 1.00

Beskrivning

PSRV för bostäder 0-1 m

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik	10	mg/kg	Bakgrundshalt	
Barium	300	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Bly	80	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor	
Kadmium	3,0	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor	
Kobolt	35	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Koppar	200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Krom tot	150	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kvicksilver	0,40	mg/kg	Inandning ånga + exp. andra källor	
Molybden	25	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Nickel	120	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Vanadin	200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Zink	500	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH L	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH M	7,0	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH H	3,0	mg/kg	Intag av jord	
Alifat >C10-C12	400	mg/kg	Inandning ånga + exp. andra källor	
Alifat >C12-C16	500	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C16-C35	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C10-C16	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C16-C35	35	mg/kg	Skydd av ytvatten	

Avvikelser i scenarioparametrar	Eget scenario	Generellt scenario		
	Bostäder 0-1	KM		
Scenariospecifika modellparametrar	KM-värde	KM-värde		Skyddet av markmiljön har dock justerats till värdet för MKM (frv)
Andel växter från odling på plats	0,01	0,1	-	Ett begränsat intag av växter anta ske i jämförelse med standardscenariot, som är baserat på enfamiljshus (obl)

UttagsrapportEget scenario: **Bostäder 0-1**

Naturvårdsverket, version 1.00

Generellt scenario: **KM**

Beskrivning

PSRV för bostäder 0-1 m

Torrdensitet	1,8	1,5	kg/dm ³	Fyllnadsmassor har generellt högre densitet än naturlig jord. (obl)
Halt organiskt kol	0,04	0,02	kg/kg	Medelhalten av organiskt material som påvisats inom undersökningar på platsen har använts (obl)
Längd på förorenat område	310	50	m	Längden på området. (obl)
Bredd på förorenat område	110	50	m	Bredden på området. (obl)
Grundvattenbildning	30	100	mm/år	Justerats mot bakgrund av att området är hårdgjort till största delen, samt att ett tjockt lerlager överlagrar grundvattnet. (obl)
Hydraulisk konduktivitet	0,097	0,00001	m/s	Justerats mot bakgrund av den hydrauliska konduktiviteten i det vattenförande jordlagret under leran (obl)
Hydraulisk gradient	0,0005	0,03	m/m	Justerats mot bakgrund av den generella gradient som används för Uppsalaåsen (obl)
Avstånd till brunn	1000	0	m	Justerats mot bakgrund av att avstånd till dricksvattentäkt i åsen är mer än 1000 m (obl)
Flöde i rinnande vattendrag	0,03171	0,03171	m ³ /s	Både Fyrisån och Librobäcken kan vara recipient, då data saknas för Librobäcken har standardvärdet ansatts (frv)
Skydd av markmiljö	MKM-värde	KM-värde		Skyddsvärdet för markmiljön har ansatts i enlighet med värden för MKM (obl)

Avvikelser i modellparametrar

Eget värde

Standardvärde

Inga avvikelser i modellparametrar.

-

-

Egendefinierade ämnen

Inga egendefinierade ämnen används.

Uttagsrapport

Eget scenario: **Boende > 1m**

Naturvårdsverket, version 1.00

Generellt scenario: **KM**

Beskrivning

Platsspecifika riktvärden för bostäder, > 1m. Skydd av markmiljö 25 %

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik-	12	mg/kg	Intag av växter	
Barium-	800	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Bly-	1 200	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor	
Kadmium-	12	mg/kg	Intag växter + exp. andra källor	
Kobolt-	70	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Koppar-	400	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Krom tot-	400	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kvicksilver-	1,2	mg/kg	Inandning ånga + exp. andra källor	
Molybden-	70	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Nickel-	250	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Vanadin-	100	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Zink-	700	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH L-	60	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH M-	15	mg/kg	Inandning av ånga	
PAH H-	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C10-C12-	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C12-C16-	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C16-C35-	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat>C10-C16-	60	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat>C16-C35-	40	mg/kg	Skydd av markmiljö	

Avvikelser i scenarioparametrar

Eget scenario

Generellt scenario

	Boende > 1m	KM		
Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)

Uttagsrapport

Eget scenario: **Boende > 1m**

Naturvårdsverket, version 1.00

Generellt scenario: **KM**

Beskrivning

Platsspecifika riktvärden för bostäder, > 1m. Skydd av markmiljö 25 %

Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Andel växter från odling på plats	0,005	0,1	-	Andelen intag av växter från egen odling bedöms vara mindre än i det generella scenariot som utgår från enfamiljshus. Vid jord djuparen än 1 m bedöms risken för upptag i växter vara mycket liten. (obl)
Torrdensitet	1,8	1,5	kg/dm ³	Fyllnadsmassor har generellt högre densitet än naturlig jord. (obl)
Halt organiskt kol	0,04	0,02	kg/kg	Medelhalten av organiskt material som påvisats inom undersökningar på platsen har använts (obl)
Längd på förorenat område	310	50	m	Längden på området. (obl)
Bredd på förorenat område	110	50	m	Bredden på området. (obl)
Djup till förorening	1	0,35	m	Riktvärdet gäller för jord djupare än 1 m varpå djup till förorening bedöms till 1 m (obl)
Grundvattenbildning	30	100	mm/år	Justerats mot bakgrund av att området är hårdgjort till största delen, samt att ett tjockt lerlager överlagrar grundvattnet. (obl)
Hydraulisk konduktivitet	0,097	0,00001	m/s	Justerats mot bakgrund av den hydrauliska konduktiviteten i det vattenförande jordlagret under leran (obl)
Hydraulisk gradient	0,0005	0,03	m/m	Justerats mot bakgrund av den generella gradient som används för Uppsalaåsen (obl)

UttagsrapportEget scenario: **Boende > 1m**

Naturvårdsverket, version 1.00

Generellt scenario: **KM**

Beskrivning

Platsspecifika riktvärden för bostäder, > 1m. Skydd av markmiljö 25 %

Avstånd till brunn	1000	0	m	Justerats mot bakgrund av att avstånd till dricksvattentäkt i åsen är mer än 1000 m (obl)
Flöde i rinnande vattendrag	5	0,03171	m ³ /s	Flödet har justerats till Fyrisåns medelvattenföring då merparten av grundvatten i djupare liggande föroreningar antas avledas till Fyrisån. (obl)
Skydd av markmiljö	KM-värde	KM-värde		Skyddsvärdet har dock ansatts till 25 % i enlighet med de storstadsspecifika riktvärdena (frv)

Avvikelser i modellparametrar

Eget värde

Standardvärde

Inga avvikelser i modellparametrar.

-

-

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

- Arsenik-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Barium-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Bly-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Kadmium-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Kobolt-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Koppar-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Krom tot-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Kvicksilver-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Molybden-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Nickel-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Vanadin-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Zink-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- PAH L-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- PAH M-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- PAH H-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Alifat >C10-C12-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)

UttagsrapportEget scenario: **Boende > 1m****Naturvårdsverket, version 1.00**Generellt scenario: **KM**

Beskrivning

Platsspecifika riktvärden för bostäder, > 1m. Skydd av markmiljö 25 %

- Alifat >C12-C16-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Alifat >C16-C35-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Aromat>C10-C16-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Aromat>C16-C35-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
	Kommentar saknas!
	Kommentar saknas!

Egendefinierade ämnen redovisas i
kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

UttagsrapportEget scenario: **Parkmark 0-1**

Naturvårdsverket, version 1.00

Generellt scenario: **KM**

Beskrivning
PSRV för parkmark 0-1 m

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik	10	mg/kg	Bakgrundshalt	
Barium	300	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Bly	120	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor	
Kadmium	2,5	mg/kg	Intag växter + exp. andra källor	
Kobolt	35	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Koppar	200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Krom tot	150	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kvicksilver	1,5	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Molybden	25	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Nickel	120	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Vanadin	200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Zink	500	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH L	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH M	40	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH H	3,5	mg/kg	Hudkontakt jord/damm	
Alifat >C10-C12	500	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C12-C16	500	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C16-C35	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C10-C16	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C16-C35	35	mg/kg	Skydd av ytvatten	

Avvikelser i scenarioparametrar**Eget scenario****Generellt scenario**

	Parkmark 0-1	KM		
Exp.tid barn - intag av jord	200	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)

UttagsrapportEget scenario: **Parkmark 0-1**

Naturvårdsverket, version 1.00

Generellt scenario: **KM**

Beskrivning
PSRV för parkmark 0-1 m

Exp.tid vuxna - intag av jord	200	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	200	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	200	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0	1	-	Ingen inomhusvistelse beaktas, då byggnader saknas inom parkmark (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. ånga	0	1	-	Ingen inomhusvistelse beaktas, då byggnader saknas inom parkmark (obl)
Andel växter från odling på plats	0,02	0,1	-	Ett begränsat intag av växter anta ske i jämförelse med standardscenariot, som är baserat på enfamiljshus (obl)
Torrdensitet	1,8	1,5	kg/dm ³	Fyllnadsmassor har generellt högre densitet än naturlig jord. (obl)
Halt organiskt kol	0,04	0,02	kg/kg	Medelhalten av organiskt material som påvisats inom undersökningar på platsen har använts (obl)
Längd på förorenat område	310	50	m	Längden på området. (obl)
Bredd på förorenat område	110	50	m	Bredden på området. (obl)
Grundvattenbildning	30	100	mm/år	Justerats mot bakgrund av att området är hårdgjort till största delen, samt att ett tjockt lerlager överlagrar grundvattnet. (obl)
Hydraulisk konduktivitet	0,097	0,00001	m/s	Justerats mot bakgrund av den hydrauliska konduktiviteten i det vattenförande jordlagret under leran (obl)
Hydraulisk gradient	0,0005	0,03	m/m	Justerats mot bakgrund av den generella gradient som används för Uppsalaåsen (obl)
Avstånd till brunn	1000	0	m	Justerats mot bakgrund av att avstånd till dricksvattentäkt i åsen är mer än 1000 m (obl)
Flöde i rinnande vattendrag	0,03171	0,03171	m ³ /s	Både Fyrisån och Librobäcken kan vara recipient, då data saknas för Librobäcken har standardvärdet ansatts (frv)

UttagsrapportEget scenario: **Parkmark 0-1****Naturvårdsverket, version 1.00**Generellt scenario: **KM**

Beskrivning
PSRV för parkmark 0-1 m

Skydd av markmiljö	MKM-värde	KM-värde	Skyddsvärdet för markmiljön har ansatts i enlighet med standardscenriot enligt MKM (obl)
--------------------	-----------	----------	------------------------------------------------------------------------------------------

Avvikelser i modellparametrar

	Eget värde	Standardvärde
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-

Egendefinierade ämnen

Inga egendefinierade ämnen används.

Uttagsrapport

Eget scenario: **Parkmark >1m**

Naturvårdsverket, version 1.00

Generellt scenario: **KM**

Beskrivning

Platsspecifika riktvärden för parkmark, > 1m. Skydd av markmiljö 25 %

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik-	12	mg/kg	Intag av växter	
Barium-	800	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Bly-	1 200	mg/kg	Intag av jord + exp. andra källor	
Kadmium-	12	mg/kg	Intag växter + exp. andra källor	
Kobolt-	70	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Koppar-	400	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Krom tot-	400	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kvicksilver-	15	mg/kg	Intag växter + exp. andra källor	
Molybden-	70	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Nickel-	250	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Vanadin-	100	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Zink-	700	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH L-	60	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH M-	120	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH H-	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C10-C12-	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C12-C16-	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C16-C35-	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat>C10-C16-	60	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat>C16-C35-	40	mg/kg	Skydd av markmiljö	

Avvikelser i scenarioparametrar

Eget scenario
Parkmark >1mGenerellt scenario
KM

Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
------------------------------	----	-----	--------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------

Uttagsrapport

Eget scenario: **Parkmark >1m**

Naturvårdsverket, version 1.00

Generellt scenario: **KM**

Beskrivning

Platsspecifika riktvärden för parkmark, > 1m. Skydd av markmiljö 25 %

Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0	1	-	Ingen inomhusvistelse beaktas, då byggnader saknas på hårdgjorda ytor (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. ånga	0	1	-	Ingen inomhusvistelse beaktas, då byggnader saknas på hårdgjorda ytor (obl)
Andel växter från odling på plats	0,005	0,1	-	Intaget av växter vid djupet <1 m antas vara mycket litet (obl)
Torrdensitet	1,8	1,5	kg/dm ³	Fyllnadsmassor har generellt högre densitet än naturlig jord. (obl)
Halt organiskt kol	0,04	0,02	kg/kg	Medelhalten av organiskt material som påvisats inom undersökningar på platsen har använts (obl)
Längd på förorenat område	310	50	m	Längden på området. (obl)
Bredd på förorenat område	110	50	m	Bredden på området. (obl)
Djup till förorening	1	0,35	m	Riktvärdet gäller för jord djupare än 1 m varpå djup till förorening bedöms till 1 m (obl)
Grundvattenbildning	30	100	mm/år	Justerats mot bakgrund av att området är hårdgjort till största delen, samt att ett tjockt lerlager överlagrar grundvattnet. (obl)
Hydraulisk konduktivitet	0,097	0,00001	m/s	Justerats med avseende på den hydrauliska konduktiviteten i det vattenförande jordlagret under leran (obl)

UttagsrapportEget scenario: **Parkmark >1m**

Naturvårdsverket, version 1.00

Generellt scenario: **KM**

Beskrivning

Platsspecifika riktvärden för parkmark, > 1m. Skydd av markmiljö 25 %

Hydraulisk gradient	0,0005	0,03	m/m	Justerats med avseende på den generella gradient som gäller för Uppsalaåsen (obl)
Avstånd till brunn	1000	0	m	Justerats mot bakgrund av att avstånd till dricksvattentäkt i åsen är mer än 1000 m (obl)
Flöde i rinnande vattendrag	5	0,03171	m ³ /s	Flödet har justerats till Fyrisåns medelvattenföring då merparten av grundvatten i djupare liggande föreningar antas avledas till Fyrisån. (obl)
Skydd av markmiljö	MKM-värde	KM-värde		Skyddsvärdet har ansatts till 25 % i enlighet med de storstadsspecifika riktvärdena (obl)

Avvikelser i modellparametrar	Eget värde	Standardvärde
Inga avvikelser i modellparametrar.	-	-

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

- Arsenik-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Barium-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Bly-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Kadmium-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Kobolt-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Koppar-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Krom tot-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Kvicksilver-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Molybden-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Nickel-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Vanadin-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Zink-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- PAH L-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- PAH M-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)

UttagsrapportEget scenario: **Parkmark >1m****Naturvårdsverket, version 1.00**Generellt scenario: **KM**

Beskrivning

Platsspecifika riktvärden för parkmark, > 1m. Skydd av markmiljö 25 %

- PAH H-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Alifat >C10-C12-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Alifat >C12-C16-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Alifat >C16-C35-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Aromat>C10-C16-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Aromat>C16-C35-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)

Egendefinierade ämnen redovisas i
kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Uttagsrapport

Eget scenario: **Hårdgjorda ytor**

Naturvårdsverket, version 1.00

Generellt scenario: **KM**

Beskrivning

Platsspecifika riktvärden för hårdgjorda ytor. Skydd av markmiljö 25 %

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik-	50	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Barium-	800	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Bly-	800	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Kadmium-	4,0	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Kobolt-	60	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Koppar-	400	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Krom tot-	400	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kvicksilver-	1,5	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Molybden-	25	mg/kg	Skydd av ytvatten	
Nickel-	250	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Vanadin-	100	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Zink-	700	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH L-	60	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH M-	60	mg/kg	Skydd av ytvatten	
PAH H-	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C10-C12-	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C12-C16-	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C16-C35-	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat>C10-C16-	60	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat>C16-C35-	35	mg/kg	Skydd av ytvatten	

Avvikelser i scenarioparametrar

Eget scenario
Hårdgjorda ytorGenerellt scenario
KM

Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
------------------------------	----	-----	--------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------

Uttagsrapport

Eget scenario: **Hårdgjorda ytor**

Naturvårdsverket, version 1.00

Generellt scenario: **KM**

Beskrivning
Platsspecifika riktvärden för hårdgjorda ytor. Skydd av markmiljö 25 %

Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0	1	-	Ingen inomhusvistelse beaktas, då byggnader saknas på hårdgjorda ytor (obl)
Exp.tid barn - inandning av ånga	60	365	dag/år	Endast tidvis vistelse utomhus antas ske (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av ånga	200	365	dag/år	Endast tidvis vistelse utomhus antas ske (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. ånga	0	1	-	Ingen inomhusvistelse beaktas, då byggnader saknas på hårdgjorda ytor (obl)
Andel växter från odling på plats	0	0,1	-	Inget intag av växter bedöms ske från hårdgjorda ytor (obl)
Torrdensitet	1,8	1,5	kg/dm ³	Fyllnadsmassor har generellt högre densitet än naturlig jord. (obl)
Halt organiskt kol	0,04	0,02	kg/kg	Medelhalten av organiskt material som påvisats inom undersökningar på platsen har använts (obl)
Längd på förorenat område	310	50	m	Längden på området. (obl)
Bredd på förorenat område	110	50	m	Bredden på området. (obl)
Grundvattenbildning	30	100	mm/år	Justerats mot bakgrund av att området är hårdgjort till största delen, samt att ett tjockt lerlager överlagrar grundvattnet. (obl)
Hydraulisk konduktivitet	0,097	0,00001	m/s	Justerats mot bakgrund av den hydrauliska konduktiviteten i det vattenförande jordlagret under leran (obl)

UttagsrapportEget scenario: **Hårdgjorda ytor**

Naturvårdsverket, version 1.00

Generellt scenario: **KM**

Beskrivning

Platsspecifika riktvärden för hårdgjorda ytor. Skydd av markmiljö 25 %

Hydraulisk gradient	0,0005	0,03	m/m	Justerats mot bakgrund av den generella gradient som används för Uppsalaåsen (obl)
Avstånd till brunn	1000	0	m	Justerats mot bakgrund av att avstånd till dricksvattentäkt i åsen är mer än 1000 m (obl)
Flöde i rinnande vattendrag	0,03171	0,03171	m ³ /s	Både Fyrisån och Librobäcken kan vara recipient, då data saknas för Librobäcken har standardvärdet ansatts (frv)
Skydd av markmiljö	MKM-värde	KM-värde		Skyddsvärdet har dock ansatts till 25 % i enlighet med de storstadsspecifika riktvärdena (obl)

Avvikelser i modellparametrar**Eget värde****Standardvärde**

Inga avvikelser i modellparametrar.

-

-

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

- Arsenik-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Barium-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Bly-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Kadmium-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Kobolt-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Koppar-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Krom tot-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Kvicksilver-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Molybden-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Nickel-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Vanadin-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Zink-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- PAH L-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- PAH M-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)

UttagsrapportEget scenario: **Hårdgjorda ytor****Naturvårdsverket, version 1.00**Generellt scenario: **KM**

Beskrivning

Platsspecifika riktvärden för hårdgjorda ytor. Skydd av markmiljö 25 %

- PAH H-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Alifat >C10-C12-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Alifat >C12-C16-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Alifat >C16-C35-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Aromat>C10-C16-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Aromat>C16-C35-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
	Kommentar saknas!
	Kommentar saknas!
	Kommentar saknas!
Egendefinierade ämnen redovisas i kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".	

Uttagsrapport

Eget scenario: **Hårdgjorda ytor**

Naturvårdsverket, version 1.00

Generellt scenario: **KM**

Beskrivning

Platsspecifika riktvärden för hårdgjorda ytor > 1 m. Skydd av markmiljö 25 %

Beräknade riktvärden

Ämne	Riktvärde		Styrande för riktvärde	Kommentarer (obl = obligatorisk, frv = frivillig)
Arsenik-	50	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Barium-	800	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Bly-	1 200	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kadmium-	35	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kobolt-	70	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Koppar-	400	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Krom tot-	400	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Kvicksilver-	35	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Molybden-	70	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Nickel-	250	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Vanadin-	100	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Zink-	700	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH L-	60	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH M-	120	mg/kg	Skydd av markmiljö	
PAH H-	15	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C10-C12-	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C12-C16-	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Alifat >C16-C35-	1 000	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C10-C16-	60	mg/kg	Skydd av markmiljö	
Aromat >C16-C35-	40	mg/kg	Skydd av markmiljö	

Avvikelser i scenarioparametrar

Eget scenario
Hårdgjorda ytorGenerellt scenario
KM

Scenariospecifika modellparametrar	MKM-värde	KM-värde		Kommentar saknas!
Exp.tid barn - intag av jord	20	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)

Uttagsrapport

Eget scenario: **Hårdgjorda ytor**

Naturvårdsverket, version 1.00

Generellt scenario: **KM**

Beskrivning

Platsspecifika riktvärden för hårdgjorda ytor > 1 m. Skydd av markmiljö 25 %

Exp.tid vuxna - intag av jord	20	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid barn - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - hudkontakt jord/damm	20	120	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid barn - inandning av damm	20	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av damm	20	365	dag/år	Exponering av jord bedöms endast ske vid kortare tillfällen, t.ex. vid eventuella markarbeten (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. damm	0	1	-	Ingen inomhusvistelse beaktas, då byggnader saknas på hårdgjorda ytor (obl)
Exp.tid barn - inandning av ånga	60	365	dag/år	Endast tidvis vistelse utomhus antas ske (obl)
Exp.tid vuxna - inandning av ånga	200	365	dag/år	Endast tidvis vistelse utomhus antas ske (obl)
Andel inomhusvistelse - inandn. ånga	0	1	-	Ingen inomhusvistelse beaktas, då byggnader saknas på hårdgjorda ytor (obl)
Andel växter från odling på plats	0	0,1	-	Inget intag av växter bedöms ske från hårdgjorda ytor (obl)
Torrdensitet	1,8	1,5	kg/dm ³	Fyllnadsmassor har generellt högre densitet än naturlig jord. (obl)
Halt organiskt kol	0,04	0,02	kg/kg	Medelhalten av organiskt material som påvisats inom undersökningar på platsen har använts (obl)
Längd på förorenat område	310	50	m	Längden på området. (obl)
Bredd på förorenat område	110	50	m	Bredden på området. (obl)
Djup till förorening	1	0,35	m	Riktvärdet gäller för jord djupare än 1 m varpå djup till förorening bedöms till 1 m (obl)
Grundvattenbildning	30	100	mm/år	Justerats mot bakgrund av att området är hårdgjort till största delen, samt att ett tjockt lerlager överlagrar grundvattnet. (obl)

UttagsrapportEget scenario: **Hårdgjorda ytor**

Naturvårdsverket, version 1.00

Generellt scenario: **KM**

Beskrivning

Platsspecifika riktvärden för hårdgjorda ytor > 1 m. Skydd av markmiljö 25 %

Hydraulisk konduktivitet	0,097	0,00001	m/s	Justerats mot bakgrund av den hydrauliska konduktiviteten i det vattenförande jordlagret under leran (obl)
Hydraulisk gradient	0,0005	0,03	m/m	Justerats mot bakgrund av den generella gradient som används för Uppsalaåsen (obl)
Avstånd till brunn	1000	0	m	Justerats mot bakgrund av att avstånd till dricksvattentäkt i åsen är mer än 1000 m (obl)
Flöde i rinnande vattendrag	5	0,03171	m ³ /s	Flödet har justerats till Fyrisåns medelvattenföring då merparten av grundvatten i djupare liggande föreningar antas avledas till Fyrisån. (obl)
Skydd av markmiljö	MKM-värde	KM-värde		Skyddsvärdet har dock ansatts till 25 % i enlighet med de storstadsspecifika riktvärdena (obl)

Avvikelser i modellparametrar

Eget värde

Standardvärde

Inga avvikelser i modellparametrar.

-

-

Egendefinierade ämnen

Följande ämnen är egendefinierade:

- Arsenik-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Barium-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Bly-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Kadmium-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Kobolt-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Koppar-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Krom tot-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Kvicksilver-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Molybden-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Nickel-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Vanadin-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)

UttagsrapportEget scenario: **Hårdgjorda ytor****Naturvårdsverket, version 1.00**Generellt scenario: **KM**

Beskrivning

Platsspecifika riktvärden för hårdgjorda ytor > 1 m. Skydd av markmiljö 25 %

- Zink-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- PAH L-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- PAH M-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- PAH H-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Alifat >C10-C12-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Alifat >C12-C16-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Alifat >C16-C35-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Aromat >C10-C16-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
- Aromat >C16-C35-	Skydd av markmiljö justerat till 25 % (obl)
	Kommentar saknas!
	Kommentar saknas!
	Kommentar saknas!

Egendefinierade ämnen redovisas i
kalkylbladet "Avvikelser ämnesdata".

Bilaga 3. Sammanställning av beräknade och justerade plats specifika riktvärden (PSRV)

Halter för samtliga riktvärden anges i mg/kg TS.

Platsspecifika riktvärden som föreslås användas i Börjetulls planområde. Värdena är justerade utifrån hänsyn till skyddsnivå markmiljö samt utifrån att Avfall Sveriges rekommenderade haltgräns för farligt avfall är en övre begränsning

	Djup under markyta	Skyddsnivå markmiljö	As	Ba	Pb	Cd	Co	Cu	Cr	Hg	Mo	Ni	Vn	Zn	PAH L	PAH M	PAH H	alifater >C10-C12	alifater >C12-C16	alifater >C16-C35	aromater >C10-C16	aromater >C16-C35
Boende	0 - 1 m	50%	10	300	80	3	35	200	150	0,4	25	120	200	500	15	7	3	400	500	1 000	15	35
Boende	> 1 m	25%	12	800	1 200	12	70	400	400	1,2	70	250	100	700	60	15	15	1 000	1 000	1 000	60	40
Parkmark	0 - 1 m	50%	10	300	120	2,5	35	200	150	1,5	25	120	200	500	15	40	3,5	500	500	1 000	15	35
Parkmark	> 1 m	25%	12	800	1 200	12	70	400	400	15	70	250	100	700	60	120	15	1 000	1 000	1 000	60	40
Hårdgjorda ytor	0 - 1 m	25%	50	800	800	4	60	400	400	1,5	25	250	100	700	60	60	15	1 000	1 000	1 000	60	35
Hårdgjorda ytor	> 1 m	25%	50	800	1200	35	70	400	400	35	70	250	100	700	60	120	15	1 000	1 000	1 000	60	40

Bedömningsgrunder, NV:s generella riktvärden samt Avfall Sveriges rekommenderade gräns för farligt avfall (FA)*	KM	10	200	50	0,5	15	80	80	0,25	40	40	100	250	100	100	100	3	10	3	3	1
	MKM	25	300	400	15	35	200	150	2,5	100	120	200	500	500	500	1000	15	30	15	20	10
	FA	1000	10000	2500	1000	2500	2500	10000	10000	1000	10000	1000	10000	2500	10000	10000	10000	1000	1000	1000	100

Styrande exponeringsväg

Skydd av markmiljö styrande
Intag av växter styrande eller intag av växter + exp. andra källor
Inandning av ånga styrande eller inandning av ånga + exp. andra källor
Intag av jord styrande eller intag av jord + exp. andra källor
Inandning av damm + exp. andra källor
Hudkontakt jord/damm
Skydd av ytvatten styrande
Skydd mot fri fas styrande
Bakgrundshalt styrande
Akuttoxicitet styrande
Farligt avfall

*Bedömningsgrunder för förorenade massor Avfall Sverige rapport 2007:10

** PAH H och PAH M klassas som cancerogena PAH enl. NV

*** Högre skydd för markmiljön (75 %) för dioxin och PCB.

**** Alifatfraktionerna >C5-C6 och >C6-C8 har adderats (finns ej med i NVs riktvärdesmodell).

Riktvärdet får max överstiga det lägsta av de ingående riktvärdena med 50%. (Källa: NV, 2009a)