

KARLSKRONA KOMMUN

TULLPARKEN

ÅTGÄRDSUTREDNING AVSEENDE FÖRORENINGAR PÅ NY SKOLGÅRD

2020-12-18



wsp

TULLPARKEN

Åtgärdsutredning avseende föroreningar på ny skolgård

KUND

Karlskrona kommun

KONSULT

WSP Environmental Sverige

Box 34

371 21 Karlskrona

Besök: Högabergsgatan 3

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wsp.com>

KONTAKTPERSONER

WSP Sverige AB

Per Sander, Uppdragsansvarig

010-722 56 26, per.sander@wsp.com

PROJEKT
Tullparken ÖMMU

UPPDRAGSNAMN
Tullparken

UPPDRAGSNUMMER
10283842

FÖRFATTARE
Per Sander

DATUM
2020-12-18

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV
Linda Johnsson

INNEHÅLL

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INLEDNING | 4 |
| 1.1 | UPPDRAG OCH SYFTE | 4 |
| 1.2 | FÖRUTSÄTTNINGAR OCH BEGRÄNSNINGAR | 4 |
| 1.3 | PLATSSPECIFIKA FÖRUTSÄTTNINGAR | 5 |
| 2 | TÄNKBARA ÅTGÄRDSMETODER | 8 |
| 2.1 | ADMINISTRATIVA ÅTGÄRDER | 9 |
| 2.2 | FYTOSANERING | 9 |
| 2.3 | KEMISK OXIDATION | 9 |
| 2.4 | JORDTVÄTT IN-SITU | 9 |
| 2.5 | TERMISK BEHANDLING EX-SITU | 9 |
| 2.6 | BIOLOGISK BEHANDLING | 10 |
| 3 | INLEDANDE ALTERNATIVANALYS | 10 |
| 3.1 | SCHAKT | 10 |
| 3.2 | ÖVERTÄCKNING | 10 |
| 3.3 | JORDTVÄTT EX-SITU | 11 |
| 4 | ÅTGÄRDSALTERNATIV | 11 |
| 4.1 | NOLLALTERNATIVET | 13 |
| 4.2 | ALTERNATIV 1 – ÖVERTÄCKNING | 13 |
| 4.3 | ALTERNATIV 2 – BORTGRÄVNING AV JORD MED HALTER ÖVER PLATSSPECIFIKA RIKTVÄRDEN NER TILL EN METER UNDER MARKYTAN | 14 |
| 4.4 | ALTERNATIV 3 – BORTGRÄVNING AV JORD MED HALTER ÖVER PLATSSPECIFIKA RIKTVÄRDEN KOMBINERAT MED ÖVERTÄCKNING | 15 |
| 4.5 | ALTERNATIV 4 – BORTGRÄVNING AV JORD MED HALTER ÖVER PLATSSPECIFIKA RIKTVÄRDEN KOMBINERAT MED ÖVERTÄCKNING MED UNDANTAG AV VÄGEN | 16 |
| 4.6 | ALTERNATIV 5 – BORTGRÄVNING AV ALLA FYLLNADSMASSOR NER TILL EN METERS DJUP OAVSETT HALTER. | 17 |
| 5 | RISKVÄRDERING | 18 |
| 5.1 | DISKUSSION | 20 |
| 6 | MÄTBARA ÅTGÄRDSMÅL | 20 |
| 7 | REFERENSER | 21 |

1 INLEDNING

1.1 UPPDRAG OCH SYFTE

Karlskrona kommun håller på att ta fram en ny utvecklingsplan för Tullparken. En markundersökning har utförts inför ett kommande arbete där parken som helhet studeras utifrån användning, funktion och utformning.

WSP har dessutom utfört en förenklad riskbedömning, samt en kompletterande riskbedömning, baserat på resultaten från den utförda undersökningen för att identifiera potentiella miljö- och hälsorisker knutna till föroreningar i jord inom Tullparken. Riskbedömningarna har utförts för tre olika scenarion:

- Scenario 1 - lekplats
- Scenario 2 - övrig parkmark inklusive skatepark och parkering
- Skolgård – gäller norra delen av parken där en mindre yta ska göras om till skolgård (egen riskbedömning)

Slutsatserna av riskbedömningen för hela Tullparken var att en normal vistelse i parken utan större jordintag inte utgör en oacceptabel påverkan av föroreningar. Normal vistelse med upprepade större intag av jord kan dock utgöra en hälsorisk på lång sikt. Bedömningen var dessutom att marken inte är lämplig för användning som park med möjlighet till lekplats, om inte påträffade förhöjda föroreningshalter åtgärdas.

Slutsatsen för den del av parken som ska göras om till skolgård var att det med tillgängligt underlag inte går att utesluta att det finns oacceptabla risker för människors hälsa. Bedömningen är att marken inte är lämplig för användning som skolgård utan att åtgärder vidtas eller att en mer detaljerad undersökning görs. Anledningen till bedömningen var att blyhalterna och halter av PAH-H överskrider platsspecifika riktvärden. För bly styrs riktvärdet av intag av jord och för PAH-H av intag av egenodlade växter på platsen. Det är inte sannolikt med någon omfattande odling på området men mindre odlingar (t.ex. för pedagogiskt syfte) kan inte uteslutas.

Syftet med föreliggande åtgärdsutredning är att utvärdera tänkbara åtgärdsalternativ för den del av Tullparken som ska bli skolgård baserat på de risker som identifierats i riskbedömningen.

1.2 FÖRUTSÄTTNINGAR OCH BEGRÄNSNINGAR

Åtgärdsutredningen utgår från Naturvårdsverkets utgångspunkter för efterbehandling.

Syftet med dessa är att efterbehandlingsåtgärder långsiktigt ska minska risken för människors hälsa och miljön samt minska mängden och halten av metaller och naturfrämmande ämnen i miljön. Dessa utgångspunkter är:

- Bedömning av miljö- och hälsorisker vid förorenade områden bör göras i såväl ett kort som långt tidsperspektiv.
- Grund- och ytvatten är naturresurser som i princip alltid är skyddsvärda.

- Spridning av föroreningar från ett förorenat område bör inte innebära vare sig en höjning av bakgrundshalter eller utsläppsmängder som långsiktigt riskerar att försämra kvaliteten på ytvatten- och grundvattenresurser.
- Sediment- och vattenmiljöer bör skyddas så att inga störningar uppkommer på det akvatiska ekosystemet och så att särskilt skyddsvärda och värdefulla arter värnas.
- Markmiljön bör skyddas så att ekosystemets funktioner kan upprätthållas i den omfattning som behövs för den planerade markanvändningen.
- Lika skyddsnivåer bör eftersträvas inom ett område som totalt sett har samma typ av markanvändning, exempelvis ett bostadsområde.
- Exponering från ett förorenat område bör inte ensam stå för hela den exponering som är tolerabel för en människa.

Vidare utvärderas åtgärdsalternativen mot Naturvårdsverkets vägledande aspekter vid val av efterbehandlingsåtgärder, listade i Naturvårdsverket vägledning (avsnitt 5.2) (Naturvårdsverket, 2009b).

Alla ovanstående punkter är inte aktuella, eller tillämpbara, för det aktuella området. T.ex. har inga risker för spridning till ytvatten bedömts föreligga.

Åtgärdsutredningen baseras på följande tidigare rapporter:

- WSP, 2019. Översiktlig miljöteknisk markundersökning Tullparken, Karlskrona kommun, 2019-05-18
- WSP, 2019. Tullparken, Riskbedömning, 2019-11-08 rev 2019-11-20
- WSP, 2020. Tullparken Riskbedömning för skolgård, 2020-10-26

1.3 PLATSSPECIFIKA FÖRUTSÄTTNINGAR

Åtgärdsutredningen gäller norra delen av Tullparken i Karlskrona kommun och de föroreningar som finns inom detta område. I denna del kommer en ny väg att anläggas. Den risk som har identifierats är

- Långsiktiga hälsorisker på grund av förhöjda halter av bly och PAH (medelhög och hög molekylvikt).

Åtgärder som ska genomföras bör alltså främst fokuseras på att minska halten av dessa ämnen. Föroreningarna har i sannolikt kommit till platsen med fyllnadsmassor.

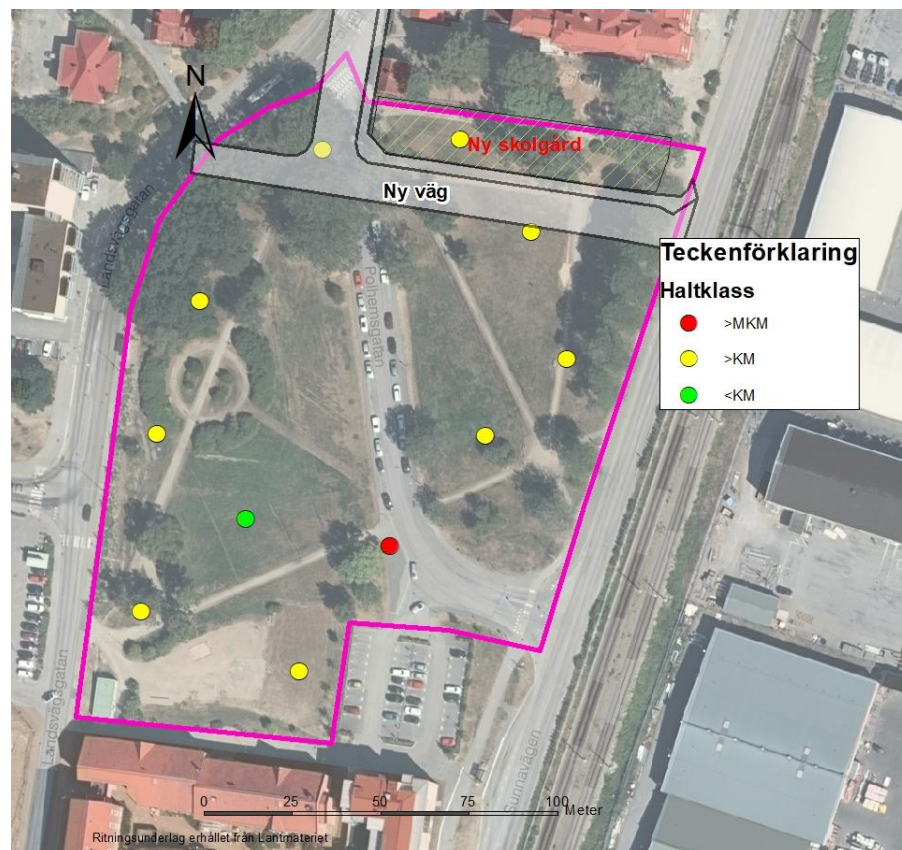
Området var tidigare en grund havsvik som har fyllts igen under början av 1900-talet. Fyllnadsmassornas mäktighet varierar mellan 0,5-2,2 meter.

Det aktuella området sluttar idag från skolområdet ner mot resten av Tullparken. När vägen och det nya skolområdet byggs kommer en uppfyllning att krävas för att minska lutningen, se mer i kap 1.3.4.

1.3.1 Föroreningssituationen - jord

Bedömningen av föroreningssituationen utgår från hur det ser ut i hela Tullparken. Eftersom samma sorts fyllnadsmassor finns i hela parken är detta en rimlig bedömning i avsaknad av mer detaljerade undersökningar i den aktuella delen.

Generellt är området måttligt förorenat. Inga halter som klassas som farligt avfall, FA, har påträffats. I samtliga provpunkter utom en påträffas föroreningar överskridande KM. I en provpunkt (19W10) påträffas föroreningar överskridande MKM. I Figur 1 visas den högst uppmätta föroreningshalten i varje provpunkt jämfört med generella riktvärden (NV 5976).



Figur 1. Haltklass i varje provpunkt jämfört med generella riktvärden för jord. De olika färgerna på punkterna motsvarar högst uppmätta halt i jämförelse med KM och MKM oavsett ämne eller djup.

1.3.2 Föroreningssituationen – grundvatten

Det finns sannolikt grundvatten i hela området, möjligen med undantag av den nordligaste delen som gränsar till nuvarande skolgård. Denna del består inte av en utfylld havsvik utan i stället av det ursprungliga berget. Den exakta gränsen för var den tidigare strandlinjen gick är dock inte helt klarlagd.

Inga grundvattenprov har tagits. Grundvattenytan bedöms ligga på ca en meters djup baserat på interpolerade fyllnadsdjup.

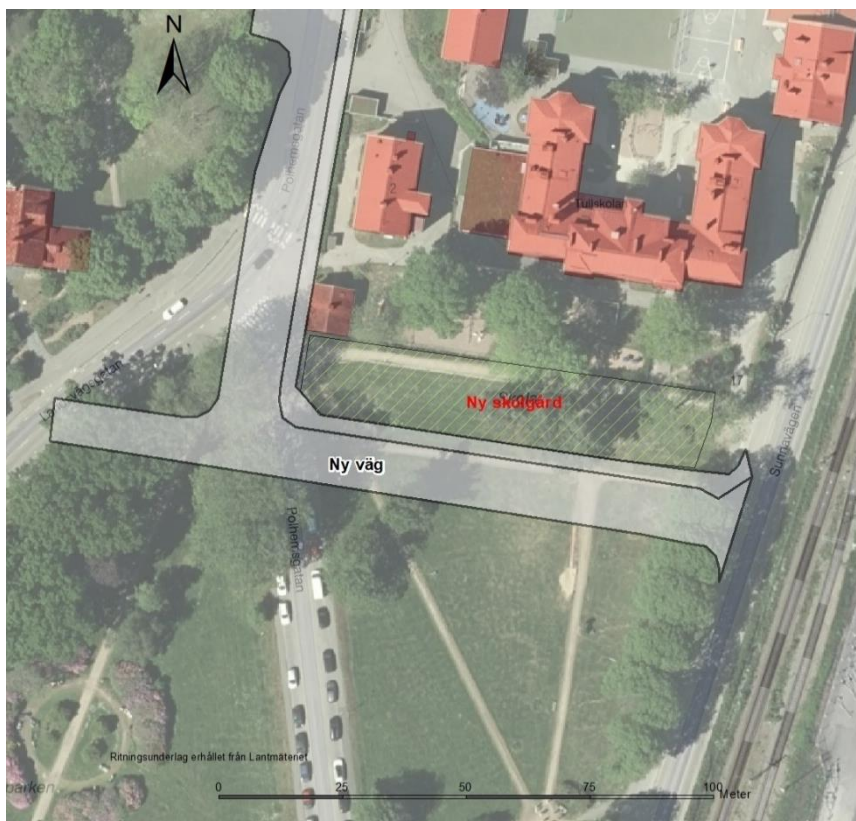
1.3.3 Övergripande åtgärds mål

Övergripande åtgärds mål anger vilken funktion eller användning ett område är tänkt att ha efter en eventuell åtgärd eller vilken påverkan och vilka störningar som är acceptabla i omgivningen. I det här fallet ska området bli väg och skolgård och människor ska kunna vistas där utan risk för exponering av höga föroreningshalter. Som övergripande åtgärds mål föreslås följande:

- Människor ska kunna vistas på området utan risk för att utsättas för oacceptabla hälsorisker.
- Föroreningarna på området ska inte innebära någon oacceptabel risk för miljön på platsen eller i den omgivning de riskerar att spridas till.

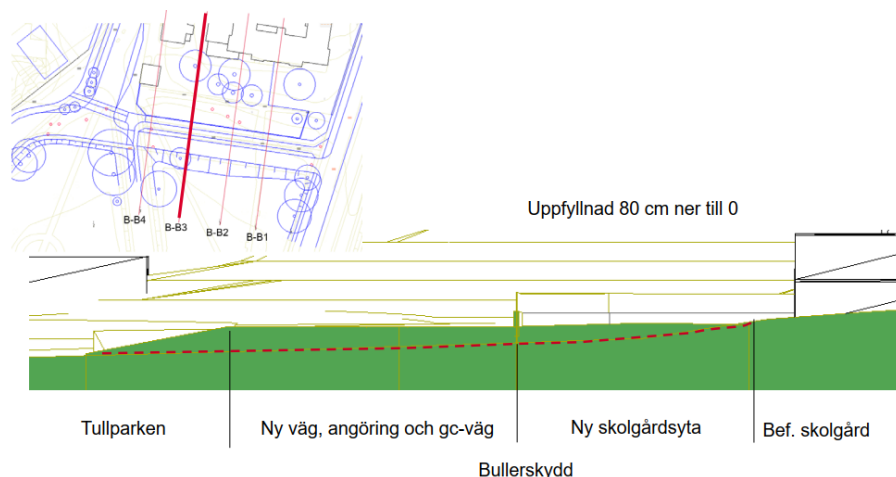
1.3.4 Planerade markarbeten

Den nya väg som ska anläggas kommer att gå från Landsvägsgatan och Polhemsgatan i väster till Sunnavägen i öster, se Figur 2.



Figur 2. Planerad vägsträckning för ny väg mellan Landsvägsgatan och Polhemsgatan till Sunnavägen.

Eftersom marken lutar relativt mycket just där vägen ska anläggas kommer den att behöva fyllas upp. Uppfyllnaden blir som mäktigast i söder och som minst i norr. I Figur 3 visas en profilskiss över planerad uppfyllning.



Figur 3. Profilskiss över planerad uppfyllning i en av sektionerna (över den röda sträckade linjen).

Den planerade vägen kommer att avskiljas från den nya skolgårdsdelen av ett bullerplank.

2 TÄNKBARA ÅTGÄRDSMETODER

Styrande för riskbedömningen är förhöjda halter av bly, PAH-M och PAH-H i jorden som människor riskerar att exponeras för. Inga risker för spridning till recipienter eller skyddsvärt grundvatten har identifierats.

I Tabell 1 listas ett antal åtgärdsmetoder som skulle kunna vara tillämpbara. En första bedömning av metodens lämplighet har gjorts.

Tabell 1. Tänkbara åtgärdsalternativ.

| Metod | Kommentar | Lämpligt att utreda vidare |
|-------------------------|--|---|
| Administrativa åtgärder | Kan utformas som förbud att gräva på området eller reglering av öppenhet för allmänhet etc. | Nej – inte möjligt att t.ex. förbjuda odling |
| Schakt | Vanlig och beprövad metod. Kan göras i olika omfattning och på olika sätt. | Ja |
| Övertäckning | Förhindrar exponering och risken för odling i förorenad jord | Ja |
| Fytosanering | Växter planteras på området i syfte att extrahera eller stabilisera föroreningarna. | Nej – området ska bli väg och skolgård |
| Kemisk oxidation | En metod som bryter ner organiska föroreningar genom oxidation. | Nej – även grundämnen finns |
| Jordtvätt in-situ | Vatten, lösningsmedel eller ytaktiva ämnen injekteras i den förorenade jorden. Vattnet pumpas sedan upp nedströms och tas om hand och behandlas. | Nej – ger inte tillräcklig effekt på så här låga halter |

| | | |
|----------------------------|---|--|
| Jordtvätt ex-situ | Jordtvätt ex-situ innebär att massorna grävs upp och tvättas antingen på plats eller på annan plats. Massorna kan sedan återanvändas på samma område eller någon annanstans. | Tveksamt, ger sannolikt inte tillräcklig effekt på så här låga halter. |
| Termisk behandling in-situ | Metoden innebär att flyktiga föroreningar drivs ut ur jorden med hjälp av värme. Massorna grävs först upp och behandlingen utförs sedan i stationära eller mobila anläggningar. | Nej – även grundämnen finns |
| Biologisk behandling | Destruktion av föroreningarna med hjälp av mikroorganismer. | Nej – även grundämnen finns |

Nedan motiveras varför de förkastade metoderna inte anses lämpliga.

2.1 ADMINISTRATIVA ÅTGÄRDER

Administrativa åtgärder kan vara tillfälliga eller permanenta och innebär oftast någon form av restriktioner för markanvändningen. Vissa förbud kan skrivas in i fastighetsregistret och därmed gälla även om fastigheten byter ägare. I detaljplanen kan vissa markanvändningar regleras. WSP:s bedömning är dock att det inte är möjligt att reglera eller helt förbjuda odling av t.ex. frukt och trädgårdsväxter. Metoden anses därför inte lämplig för det här området annat än möjligen som komplement till andra åtgärder.

2.2 FYTOSANERING

Metoden skulle eventuellt kunna fungera på den ytliga jorden i området då halterna är måttliga. Behandlingen skulle emellertid ta lång tid och resultaten är relativt osäkra. De låga resthalter som krävs skulle vara mycket svåra att uppnå.

2.3 KEMISK OXIDATION

Metoden fungerar bäst på föroreningar som återfinns i den mättade zonen, under grundvattenytan. I det här fallet ligger föroreningarna över grundvattnet och behandlingen bedöms därför inte bli effektiv.

2.4 JORDTVÄTT IN-SITU

Metoden kan användas både i mättad och omättad zon men fungerar bäst under grundvattenytan. Jordtvätt in-situ tillämpas främst för behandling av föroreningar som förekommer i fri fas eller bundna till jordpartiklar på en begränsad yta. I det här fallet finns föroreningarna diffust spridda över hela området i måttliga halter och metoden bedöms därför inte vara lämplig.

2.5 TERMISK BEHANDLING EX-SITU

Metoden fungerar främst på flyktiga föroreningar som finns i relativt höga halter. I det här fallet är det bly och PAH med medelhög och hög molekylvikt vilket gör att denna metod inte skulle fungera.

2.6 BIOLOGISK BEHANDLING

Metoden fungerar genom att naturligt förekommande eller tillförda mikroorganismer bryter ner eller omvandlar föroreningarna. I det här fallet bedöms inte metoden vara möjlig på grund av att det är en lång behandlingstid och osäkert resultat samt att problemet med för höga blyhalter ändå skulle kvarstå.

3 INLEDANDE ALTERNATIVANALYS

Nedan beskrivs de åtgärdsalternativ som i ett första skede bedömts möjliga att genomföra på området.

3.1 SCHAKT

Urgrävning och borttransport är den vanligaste metoden för att åtgärda förorenade områden. En fullständig urgrävning innebär att riskerna upphör och att markområdet kan användas utan begränsningar eller restriktioner. En urgrävning kan emellertid även göras av delar av området eller till ett visst djup och då eventuellt kombineras med någon administrativ åtgärd.

Schaktning innebär att massor transporteras till en närliggande deponi vilket i sin tur innebär ett antal transporter till och från platsen.

Fördelar

Schaktning och borttransport av förorenad jord är en välkänd och vedertagen metod. Den är enkel att kontrollera och riskminskningen är tydlig och direkt. Genom att förklassa all jord kan kostnaderna beräknas i förväg med relativt stor noggrannhet vilket gör upphandling av entreprenader enklare.

Nackdelar

Schaktning innebär oftast ett stort antal transporter som bidrar till bl.a. utsläpp av växthusgaser och partiklar. Kostnaderna kan bli relativt höga beroende på åtgärdens omfattning. Om schaktning måste göras under grundvattenytan kan det innebära att grundvattnet måste avsänkas eller att en tillfällig spont måste installeras.

3.2 ÖVERTÄCKNING

Övertäckning görs ofta i kombination med schakt men kan också genomföras som en separat metod. Syftet är att förhindra att människor kommer i kontakt med det förorenade jordmaterialet samt att minska spridningen genom att förhindra regnvatten från att infiltrera ner genom jorden.

Beroende på vilket material en övertäckning görs med kan åtgärden anses vara mer eller mindre långsiktigt hållbar. En enkel övertäckning med t.ex. asfalt åldras och blir mindre effektiv på lång sikt. En mer omfattande övertäckning med t.ex. rena massor i kombination med en tät duk eller med ett nät som inte kan grävas igenom för hand kan ses som en mer långsiktig lösning.

För att en övertäckning ska vara effektiv i förhållande till riskerna behöver oftast minst en meter rena massor täcka de förorenade massorna på de ytor där t.ex. odling kan förekomma.

Fördelar

Beroende på vilken typ av övertäckning som görs och på tillgången till rena massor kan åtgärden vara relativt billig. I det här fallet ska stora delar av området fyllas upp av anläggningstekniska skäl vilket i sig innebär en övertäckning om inte alla fyllnadsmassor först tas bort.

Nackdelar

En övertäckning med t.ex. stora mängder rena massor kan ibland innebära geotekniska problem med risk för ras och skred som följd. En övertäckning skulle även kunna innebära att olika markhöjder på olika delar av området skapas vilket i så fall skulle kunna begränsa hur marken kan användas.

3.3 JORDTVÄTT EX-SITU

Ett alternativ är att massorna tvättas i en jordtvätt på platsen och sedan återanvänds. Jordtvätt är en mekanisk process där den förorenade jorden siktas samtidigt som den behandlas med en tvättvätska. Processen leder till att föroreningarna koncentreras till en finfraktion och till tvättvätskan. Den vanligaste tvättvätskan är vatten, eventuellt med någon tillsats av ytaktiva ämnen.

Jordtvätt lämpar sig inte för alla typer av jordar och föroreningar. För relativt homogena jordar som är förorenade av metaller och där innehållet av lera och silt är lågt kan resultatet bli bra. Jorden bör inte ha ett alltför högt innehåll av organisk substans. Komplexa föroreningssituationer, där olika organiska ämnen och metaller förekommer tillsammans, anses allmänt mindre lämpade för behandling med jordtvätt.

Fördelar

Jordtvätt ex-situ är i mångt och mycket samma metod som schakt med den skillnaden att massorna inte körs bort utan återanvänds på platsen. Fördelen är alltså att det blir mindre transporter till och från området.

Nackdelar

En nackdel med jordtvätt ex-situ är att metoden tar längre tid än t.ex. schakt och deponering. En annan nackdel är att det är en bullrande verksamhet som kan störa omgivningen en del. Det kan också vara svårt att förutse resultatet i förväg även om pilotstudier görs. Kostnaderna är generellt i samma storleksordning som schakt och deponering men då krävs att det är en någorlunda stor volym jord som ska hanteras. Metoden bedöms inte vara aktuell i nuläget eftersom det är förhållandevis små mängder jord som ska saneras.

4 ÅTGÄRDSALTERNATIV

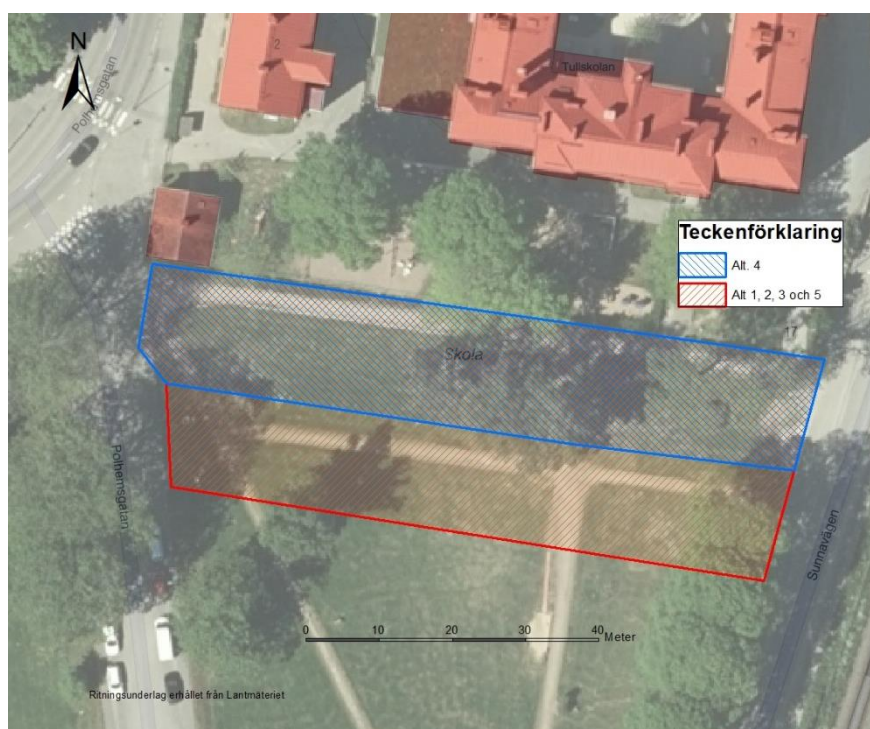
Utifrån den inledande alternativanalysen har 5 åtgärdsalternativ formulerats som utvärderas med avseende på målpuppfyllelse, kostnader, riskreduktion,

risker och störningar under åtgärdstiden. Nollalternativet används för jämförelser.

De ingångsvärden som används för kostnadsberäkningar är följande:

- Deponering av massor MKM-FA: 350 kr/ ton
- Deponering av massor >KM-MKM: 350 kr/ ton
- Inköp av rena nya massor: 150 kr/ ton
- Transportkostnad till deponi: 2,4 kr/ton, km
- Transportkostnad för rena massor: 2,0 kr/ton, km
- Arbetskostnad schakt: 110 kr/m³
- Arbetskostnad återfyllnad med externa massor 110 kr/m³
- Packning: 15 kr/m³
- Avstånd till deponi för icke-farligt avfall: 15 km
- Avstånd till hämtningsplats för rena massor: 30 km
- Framtagande av anmälan och provtagningsplan: 65 000 kr
- Analys- och fältkostnader för klassning av massor: 100 000 kr
- Miljökontroll inkl. saneringsrapport: 50 000 kr

Beräknade kostnader är ungefärliga och baseras på kostnader för liknande projekt. För mer detaljerade kostnadsberäkningar för det här projektet behöver emellertid ytterligare uppgifter hämtas in. Kostnader för asfaltering och övrigt för anläggande av den nya vägen har inte räknats in. För att åtgärdsalternativen ska bli jämförbara används emellertid samma yta (där även den nya vägen ingår) för samtliga alternativ utom för alternativ 4, se Figur 4. Den totala ytan är ca 250 m² stor och ytan utan väg är ca 1500 m².



Figur 4. Åtgärdsytan som används för kostnadsberäkningar för alternativ 1, 2, 3 och 5 har markerats med röd och blå rastning. Åtgärdsyta som används för alternativ 4 har markerats med blå rastning.

För kostnadsberäkningen har antagits att 35 % av jorden kan lämnas kvar och att inga halter överskrider rekommenderade haltgränser för farligt avfall, FA. Detta baseras på tidigare undersökningar av hela Tullparken.

4.1 NOLLALTERNATIVET

Nollalternativet redovisas som jämförelse.

4.1.1 *Genomförande*

Nollalternativet innebär att ingenting görs utan att området lämnas som det är idag.

4.1.2 *Måluppfyllelse*

Om ingenting görs på området uppfylls inte de övergripande åtgärdsmålen.

4.1.3 *Kostnader*

Nollalternativet innebär inga kostnader.

4.1.4 *Risker och störningar under åtgärdstiden*

Alternativet innebär inga åtgärder och det blir därför inte heller några störningar.

4.2 ALTERNATIV 1 – ÖVERTÄCKNING

4.2.1 *Genomförande*

Alternativet innebär att de förorenade massorna täcks över med rena massor. En viss mängd jord kommer att behöva påföras av anläggningstekniska skäl. Som mest kommer 80 cm att fyllas upp och som minst (längst norrut) kommer 0 cm att behövas. För att uppnå en övertäckning över hela området bedöms att rena massor på minst 30 cm behöva täcka även området längst norrut. Utöver rena massor kan ett geonät eller ett miljönät användas för att markera på vilken nivå förorenade massor kan finnas kvar och för att förhindra oavsiktlig genomgrävning. Åtgärden genomförs även där vägen ska byggas.

4.2.2 *Måluppfyllelse*

Åtgärden skulle uppfylla åtgärdsmålen avseende intag av jord eftersom den förorenade jorden inte längre skulle vara tillgänglig för exponering. Dock kan eventuella odlingar fortfarande innebära en risk då rötter kan tränga ned på ett större djup.

4.2.3 *Kostnader*

Åtgärden beräknas kosta ca 0,6 miljoner kronor fördelat enligt nedanstående tabell:

| Kostnadslag | Kostnad, kr |
|--|-------------------|
| Arbetskostnader för schaktning och återfyllning inkl. packning av nya massor | 54 000 kr |
| Transportkostnader | 74 000 kr |
| Inköp nya massor | 332 000 kr |
| Övrig; anmälan, förberedande undersökningar, miljökontroll, geonät etc. | 114 000 kr |
| Totalt | 574 000 kr |

4.2.4 Risker och störningar under åtgärdstiden

Åtgärden innebär att ca 980 m³ massor för övertäckning ska transporteras till platsen. För att göra detta krävs ca 47 lastbilstransporter tur och retur till området.

4.3 ALTERNATIV 2 – BORTGRÄVNING AV JORD MED HALTER ÖVER PLATSSPECIFIKA RIKTVÄRDEN NER TILL EN METER UNDER MARKYTAN

4.3.1 Genomförande

Alternativet innebär att jord med halter över platsspecifika riktvärden (PRV) grävs bort ner till en meter under nuvarande markyta, dock som mest ner till grundvattenytan. En klassningsprovtagning styr vilka massor som ska grävas bort. Efter bortgrävning återfylls området och fylls upp till planerad marknivå med rena massor (massor med halter under haltnivåer för mindre än ringa risk). Det innebär att total mäktighet på "rena" massor (massor som antingen lämnas kvar med halter under platsspecifika riktvärden eller massor med halter under MRR) blir mellan 1,8–1 meter. Åtgärden genomförs även där vägen ska byggas.

4.3.2 Måluppfyllelse

Alternativet innebär att åtgärds målen uppfylls. Det är osannolikt att odling av växter med djupare rötter än en meter odlas i någon större omfattning.

Åtgärden innebär att föroreningar lämnas kvar på ett djup av en meter under markytan på vissa delar. Exponering kan därför teoretiskt ske vid tillfälliga markarbeten men då främst under grundvattenytan.

4.3.3 Kostnader

Åtgärden beräknas kosta ca 2,2 miljoner kronor fördelat enligt nedanstående tabell:

| Kostnadslag | Kostnad, kr |
|--|---------------------|
| Arbetskostnader för schaktning och återfyllning inkl. packning av nya massor | 322 000 kr |
| Transportkostnader | 229 000 kr |
| Deponeringskostnader inkl. ersättningsmassor | 1 408 000 kr |
| Övrig; anmälan, förberedande undersökningar, miljökontroll, geonät etc. | 249 000 kr |
| Totalt | 2 208 000 kr |

4.3.4 Risker och störningar under åtgärdstiden

Åtgärden innebär att ca 1 660 m³ massor ska deponeras och ersättas samt att ytterligare ca 900 m³ massor påförs (av anläggningstekniska skäl). För att göra detta krävs ca 160 lastbilstransporter tur och retur till området.

4.4 ALTERNATIV 3 – BORTGRÄVNING AV JORD MED HALTER ÖVER PLATSSPECIFIKA RIKTVÄRDEN KOMBINERAT MED ÖVERTÄCKNING

4.4.1 Genomförande

Alternativet innebär att jord med halter över platsspecifika riktvärden (PRV) grävs bort olika mycket beroende på hur mycket som ska fyllas upp. Bortgrävning och övertäckning kombineras så att det blir minst en meter rena massor som täcker nuvarande fyllnadsmassor (beroende på djup ner till grundvattenytan). Det innebär att bortgrävningdjupet kommer att variera mellan 0,2 – 1 meter. Återfyllning sker med rena massor (halter under MRR). Åtgärden genomförs även där vägen ska byggas.

4.4.2 Måluppfyllelse

Alternativet innebär att åtgärds målen uppfylls. Under 1 m djup förekommer mycket lite biologisk aktivitet. Markarbeten förekommer sällan under detta djup och växters rötter sträcker sig normalt inte djupare än så.

4.4.3 Kostnader

Åtgärden beräknas kosta ca 1,6 miljoner kronor fördelat enligt nedanstående tabell:

| Kostnadslag | Kostnad, kr |
|--|-------------|
| Arbetskostnader för schaktning och återfyllning inkl. packning av nya massor | 200 000 kr |
| Transportkostnader | 172 000 kr |
| Deponeringskostnader inkl. ersättningsmassor | 978 000 kr |

| | |
|---|---------------------|
| Övrig; anmälan, förberedande undersökningar, miljökontroll, geonät etc. | 249 000 kr |
| Totalt | 1 599 000 kr |

4.4.4 Risker och störningar under åtgärdstiden

Åtgärden innebär att ca 1 000 m³ massor ska deponeras och ersättas samt att ytterligare ca 1000 m³ massor påförs av anläggningstekniska skäl. För att göra detta krävs ca 120 lastbilstransporter tur och retur till området.

4.5 ALTERNATIV 4 – BORTGRÄVNING AV JORD MED HALTER ÖVER PLATSSPECIFIKA RIKTVÄRDEN KOMBINERAT MED ÖVERTÄCKNING MED UNDANTAG AV VÄGEN

4.5.1 Genomförande

Alternativet är samma som alternativ 3 men med undantag av vägområdet. Det innebär att jord med halter över platsspecifika riktvärden (PRV) grävs bort olika mycket beroende på hur mycket som ska fyllas upp dock endast på det område som ska bli skolgård. Bortgrävning görs som mest ner till grundvattenytan. På vägområdet görs ingen annan åtgärd än den som krävs av anläggningstekniska skäl.

Bortgrävning och övertäckning på skolgårdsområdet kombineras så att det blir minst en meter rena massor som täcker nuvarande fyllnadsmassor (beroende på djup ner till grundvattenytan). Det innebär att bortgrävningdjupet kommer att variera mellan ca 0,4 – 1 meter. Återfyllning sker med rena massor (halter under MRR).

4.5.2 Måluppfyllelse

Alternativet innebär att åtgärds målen uppfylls. Under 1 m djup förekommer mycket lite biologisk aktivitet. Markarbeten förekommer sällan under detta djup och växters rötter sträcker sig normalt inte djupare än så.

På vägområdet kan människor inte kunna exponeras för föroreningar. Vägen kommer dessutom att vara avskärmad med ett bullerplank.

4.5.3 Kostnader

Åtgärden beräknas kosta ca 0,8 miljoner kronor fördelat enligt nedanstående tabell:

| Kostnadsslag | Kostnad, kr |
|--|-------------|
| Arbetskostnader för schaktning och återfyllning inkl. packning av nya massor | 118 000 kr |
| Transportkostnader | 62 000 kr |
| Deponeringskostnader inkl. ersättningsmassor | 379 000 kr |

| | |
|---|-------------------|
| Övrig; anmälan, förberedande undersökningar, miljökontroll, geonät etc. | 232 000 kr |
| Totalt | 791 000 kr |

4.5.4 Risker och störningar under åtgärdstiden

Åtgärden innebär att ca 595 m³ massor ska deponeras och ersättas samt att ytterligare ca 320 m³ massor som påförs av anläggningstekniska skäl. För att göra detta krävs ca 45 lastbilstransporter tur och retur till området.

4.6 ALTERNATIV 5 – BORTGRÄVNING AV ALLA FYLLNADSMASSOR NER TILL EN METERS DJUP OAVSETT HALTER.

4.6.1 Genomförande

Alternativet innebär att all jord (fyllnadsmassor) grävs bort ner till en meters djup. Fyllnadsmassornas djup har interpolerats baserat på fältnoteringar till påträffats 0,6–1,8 meter under markytan. Åtgärden genomförs även där vägen ska byggas.

4.6.2 Måluppfyllelse

Alternativet innebär att åtgärdsmålen uppfylls. En viss "översanering" baserat på åtgärdsbehovet i riskbedömningen kommer dock att bli följden.

4.6.3 Kostnader

Åtgärden beräknas kosta ca 2,7 miljoner kronor fördelat enligt nedanstående tabell:

| Kostnadslag | Kostnad, kr |
|--|---------------------|
| Arbetskostnader för schaktning och återfyllning inkl. packning av nya massor | 475 000 kr |
| Transportkostnader | 311 000 kr |
| Deponeringskostnader inkl. ersättningsmassor | 1 777 000 kr |
| Övrig; miljökontroll, geonät etc. | 115 000 kr |
| Totalt | 2 678 000 kr |

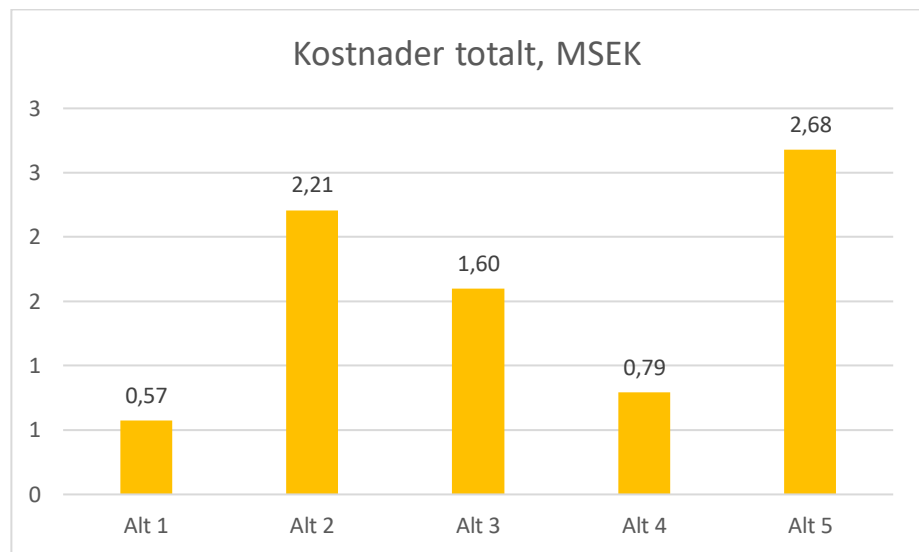
4.6.4 Risker och störningar under åtgärdstiden

Åtgärden innebär att ca 2 550 m³ massor ska deponeras och lika mycket massor ska återfyllas. Därefter ska ytterligare ca 1000 m³ massor tillföras för att höja upp området till planerad höjd. För att göra detta krävs ca 220 lastbilstransporter tur och retur till området.

5 RISKVÄRDERING

I en riskvärdering jämförs alternativen avseende hur väl de uppfyller åtgärdsmålen, kostnader, påverkan under åtgärdstiden etc. En riskvärdering kan göras på olika sätt och med olika omfattning. Ofta används någon form av poängsättning eller multikriterieanalys. I det här fallet är åtgärdsalternativen relativt likvärdiga och enkla att jämföra eftersom samtliga alternativ innebär schaktning eller övertäckning med olika omfattning. Av den anledningen görs ingen riskvärdering med poängsättning utan endast jämförelser avseende kostnader och sanerade mängder. En kvalitativ diskussion om de olika alternativens lämplighet förs sedan i kap. 5.1.

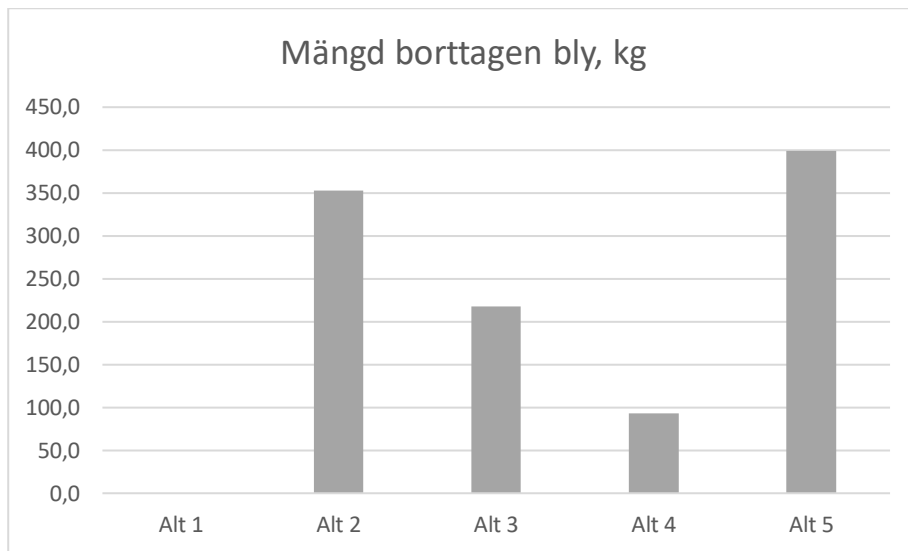
I Figur 5 jämförs totalkostnader för de olika alternativen.



Figur 5. Beräknade totalkostnader för de olika alternativen, miljoner kronor.

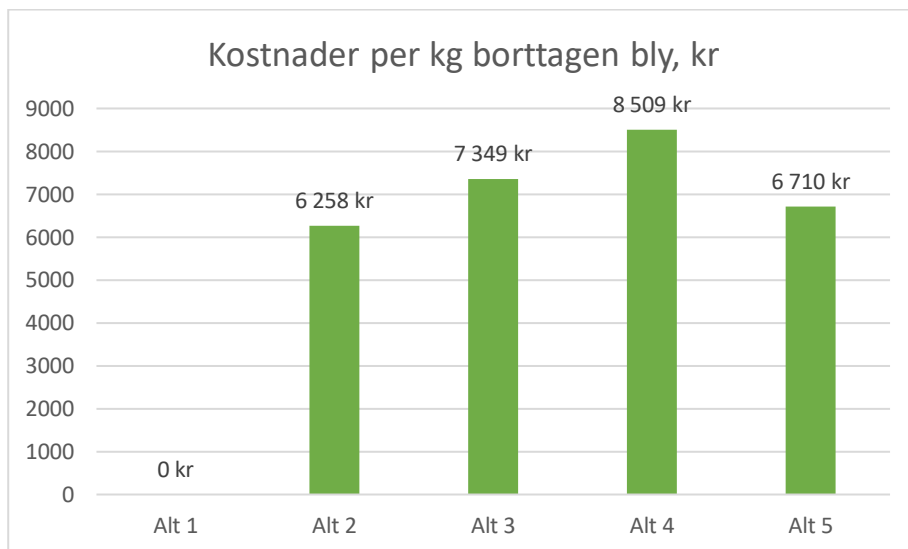
Av Figur 5 framgår att kostnaderna för alternativ 2 och 5 är betydligt högre än för alternativ 1, 3 och 4. Kostnaderna motsvarar i princip hur mycket jord som körs bort från området. För alternativ 1 består kostnaderna till största delen av inköp av täckmassor och arbetskostnader.

I Figur 6 visas hur mycket bly som tas bort med de olika alternativen. Mängderna har beräknats utifrån samtliga analyser i Tullparken.



Figur 6. Mängd borttagen bly för de olika alternativen baserat på medelhalter av de prov som har högre halter än de platsspecifika riktvärdena

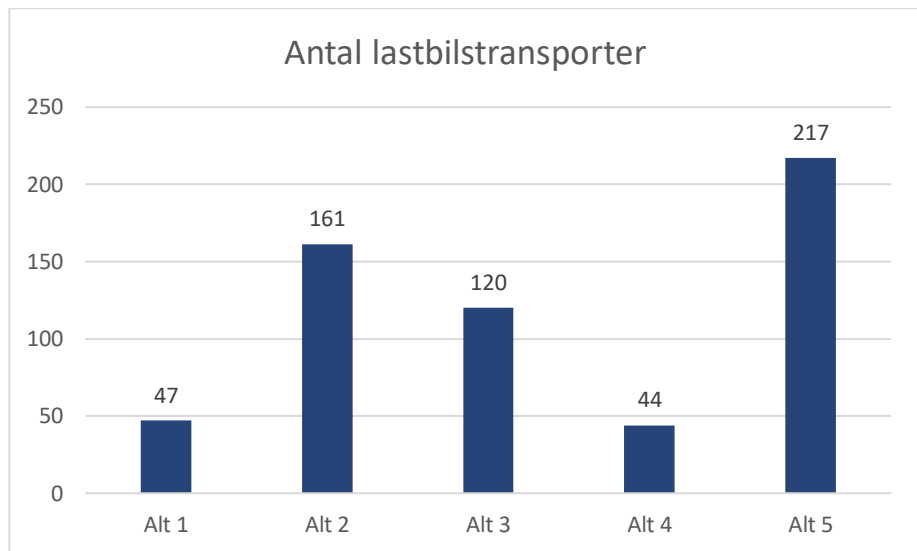
I Figur 7 visas kostnaden per kg borttagen förorening.



Figur 7. Beräknad kostnad per kg borttagen bly.

Av Figur 7 framgår att kostnader per kg borttagen bly är störst för alternativ 4. Kostnaden är relativt likvärdig för alternativ 2, och 5. I alternativ 1 tas inga föroreningar bort.

Antalet lastbilstransporter som förväntas med de olika alternativen följer samma storleksordning som sanerade mängder jord och är därmed minst för alternativ 1 (där det endast krävs transport av overtäckningsmassor) och 4 (som inte omfattar vägområdet), se Figur 8.



Figur 8. Antal lastbilstransporter för de olika alternativen

5.1 DISKUSSION

Enligt WSP:s bedömning är alternativ 4 det mest lämpliga alternativet trots att det är dyrast per kg borttagen bly. Alternativ 1 är billigast men innebär en osäkerhet avseende uppfyllande av åtgärds målen. Alternativ 2 och 3 innebär att åtgärds målen uppnås men resulterar sannolikt i en viss översanering. WSP:s bedömning är att vägområdet inte behöver saneras på samma sätt som övriga ytor. Denna del kommer att täckas med nytt material för uppbyggnad av vägen ändå.

Alternativ 5 innebär också en översanering och att onödigt mycket massor måste transporteras bort och ersättas. Alternativ 4 är därmed det alternativ som innebär minst schaktning och transporter men som ändå uppfyller åtgärds målen på både kort och lång sikt. Ett likvärdigt alternativ skulle kunna vara alternativ 5 med undantag av sanering av vägområdet. Fördelen med alternativ 5 är att massorna inte behöver klassas i förväg och därmed blir det mindre kostnader för analyser och provtagning.

6 MÄTBARA ÅTGÄRDSMÅL

Mätbara åtgärds mål används för att beskriva vad som krävs för att uppnå de övergripande åtgärds målen. Som mätbara åtgärds mål föreslår WSP att de framtagna platsspecifika riktvärdena används.

7 REFERENSER

Naturvårdsverket, 2009, Riktvärden för förorenad mark. Rapport 5976.

Naturvårdsverket, 2009, Att välja efterbehandlingsåtgärd. Rapport 5978.

Avfall Sverige, 2019, Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor, Rapport 2019:01.

WSP, 2019. Översiktlig miljöteknisk markundersökning Tullparken, Karlskrona kommun, 2019-05-18

WSP, 2019. Tullparken, Riskbedömning, 2019-11-08 rev 2019-11-20

WSP, 2020. Tullparken Riskbedömning för skolgård, 2020-10-26

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

