

# ÅTGÄRDSUTREDNING

SYRENE 4, LYCKEBY 2:27, VEDEBY 17:1  
SAMT SKOLAN 2, LYCKEBY, KARLSKRONA

2018-11-19



wsp

# ÅTGÄRDSUTREDNING

Syrenen 4, Lyckeby 2:27, Vedeby 17:1 samt Skolan 2,  
Lyckeby, Karlskrona kommun

## KUND

**Karlskrona Kommun**

## KONSULT

**WSP Sverige AB**

Box 503

391 25 Kalmar

Besök: Södra Malmgatan 10

Tel: +46 10 7225000

**wsp.com**

## KONTAKTPERSONER

WSP Sverige AB

Mikael Nilsson, Uppdragsansvarig

010-722 91 08, mikael.b.nilsson@wsp.com

UPPDRAGSNAMN

Lyckeby skola

UPPDRAGSNUMMER

10247127

FÖRFATTARE

Mikael Nilsson

DATUM

2018-11-19

Granskad av

Per Sander

# INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>5</b>
1.1	UPPDRAG OCH SYFTE	5
1.2	FÖRUTSÄTTNINGAR OCH BEGRÄNSNINGAR	5
1.3	PLATSSPECIFIKA FÖRUTSÄTTNINGAR	6
1.3.1	Övergripande åtgärds mål	6
<b>2</b>	<b>TÄNKBARA ÅTGÄRDSMETODER</b>	<b>6</b>
2.1	ADMINISTRATIVA ÅTGÄRDER	8
2.2	FYTOSANERING	8
2.3	KEMISK OXIDATION	8
2.4	JORDTVÄTT IN-SITU	8
2.5	TERMISK BEHANDLING EX-SITU	8
2.6	BIOLOGISK BEHANDLING	8
<b>3</b>	<b>INLEDANDE ALTERNATIVANALYS</b>	<b>8</b>
3.1	SCHAKT	9
3.2	ÖVERTÄCKNING	9
3.3	JORDTVÄTT EX-SITU	10
<b>4</b>	<b>ÅTGÄRDSALTERNATIV</b>	<b>10</b>
4.1	ANTAGANDEN –FÖRORENINGSSITUATION	10
4.2	ANTAGANDEN –KRINGAKTIVITETER, MILJÖ	11
4.2.1	Förklassificering	11
4.2.2	Miljökontroll	11
4.2.3	Anmälan om avhjälpandeåtgärd	11
4.3	ANTAGANDEN -KOSTNADER	12
4.4	NOLLALTERNATIVET	12
4.4.1	Genomförande	12
4.4.2	Måluppfyllelse	12
4.4.3	Kostnader	12
4.4.4	Risker och störningar under åtgärdstiden	12
4.5	ALTERNATIV 1 – BORTGRÄVNING AV FYLLNADSMASSOR OCH ÖVRIG JORD MED FÖRORENINGSHALTER ÖVERSTIGANDE PSRV INOM ÅTGÄRDSOMRÅDET, KLASSIFICERING MED RUTNÄT	13
4.5.1	Genomförande	13
4.5.2	Måluppfyllelse	13
4.5.3	Kostnader	13
4.5.4	Risker och omgivningspåverkan under åtgärdstiden	13
4.6	ALTERNATIV 2 –"MAXALTERNATIVET" – BORTGRÄVNING AV FYLLNADSMASSOR INOM ÅTGÄRDSOMRÅDET, SYRENE 4 SAMT VEDEBY 17:1 (DEL AV), UTAN FÖREGÅENDE KLASSIFICERING	14
4.6.1	Genomförande	14
4.6.2	Måluppfyllelse	14
4.6.3	Kostnader	14

4.6.4	Risker och omgivningspåverkan under åtgärdstiden	14
4.7	ALTERNATIV 3 – BORTGRÄVNING AV FYLLNADSMASSOR MED HALTER ÖVER PSRV INOM ÅTGÄRDSOMRÅDET, SYRENE 4 SAMT VEDEBY 17:1 (DEL AV), KLASSIFICERING MED RUTNÄT	14
4.7.1	Genomförande	14
4.7.2	Måluppfyllelse	15
4.7.3	Kostnader	15
4.7.4	Risker och störningar under åtgärdstiden	15
4.8	ALTERNATIV 4 – BORTGRÄVNING AV FYLLNADSMASSOR MED FÖRORENING ÖVERSTIGANDE PSRV PÅ DEN YTA INOM ÅTGÄRDSOMRÅDET SOM INTE SKA BEBYGGAS, KLASSIFICERING MED RUTNÄT	15
4.8.1	Genomförande	15
4.8.2	Måluppfyllelse	16
4.8.3	Kostnader	16
4.8.4	Risker och störningar under åtgärdstiden	16
<b>5</b>	<b>RISKVÄRDERING</b>	<b>16</b>
5.1	DISKUSSION	18
<b>6</b>	<b>MÄTBARA ÅTGÄRDSMÅL</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>19</b>

## BILAGOR

Bilaga 1	Åtgärdsområde
----------	---------------

# 1 INLEDNING

## 1.1 UPPDRAG OCH SYFTE

Karlskrona kommun håller på att ta fram en detaljplan för fastigheterna vid Lyckeby skola, fastigheterna Skolan 2, 3, 4, Syrenen 4, Lyckeby 2:27 samt del av Vedeby 17:1. Fastigheterna används idag för olika ändamål, bl.a. bostäder och undervisning. Den nya användningen är tänkt att bli bostäder, undervisning mm. I samband med planprocessen har mark, porluft och grundvatten undersökts med avseende på föroreningar.

En riskbedömning på fastigheterna Skolan 2 samt Lyckeby 2:27 och 4:8 har visat att det inte går att utesluta att det finns hälsorisker på grund av förhöjda halter av polycykliska aromatiska kolväten, PAH, i marken. Representativa halter över området överskrider det framräknade platsspecifika riktvärdet (PSRV) för PAH-M och PAH-H. Enskilda blyhalter överskrider PSRV men däremot inte den representativa halten.

Under planärendets gång har mindre fastigheter och delområden lagts till och dragits ifrån det område som bedömts och undersökts ur miljösynpunkt. Föreliggande åtgärdsutredning avser fastigheterna Skolan 2, Syrenen 4, Lyckeby 2:27, samt del av Vedeby 17:1.

Syftet med föreliggande åtgärdsutredning är att utvärdera tänkbara åtgärdsalternativ för planområdet baserat på de risker som identifierats i riskbedömningen.

## 1.2 FÖRUTSÄTTNINGAR OCH BEGRÄNSNINGAR

Åtgärdsutredningen baseras på 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, 2009).

### 1.3 PLATSSPECIFIKA FÖRUTSÄTTNINGAR

Åtgärdsutredningen gäller fastigheterna Skolan 2, Syrenen 4, Lyckeby 2:27, samt del av Vedeby 17:1, se bilaga 1, och de föroreningar som finns inom detta område.

PSRV har tagits fram av WSP (WSP 2018) och även om dessa inte är framtagna med exakt samma fastigheter/område bedöms antaganden och rekommendationer avseende haltrekommendationer gälla även för denna åtgärdsutredning. Området som betraktades i WSP 2018 avseende riskbedömning och PSRV avviker på det sätt att Lyckeby 4:8 var inkluderad medan Syrenen 4 samt del av Vedeby 17:1 inte omfattades.

Den risk som har identifierats är:

- Långsiktiga hälsorisker på grund av förhöjda halter av PAH-H och PAH-M.

Åtgärder som ska genomföras bör alltså främst fokuseras på att minska halten av PAH-H och PAH-M. Föroreningarna bedöms komma till platsen med fyllnadsmassor.

Generellt sett består marken av som mest ca 1,5 m fyllning bestående av sand och grus underlagrat av framförallt siltig jordart. Enstaka undersökningspunkter har bedömts bestå av naturlig mark i hela profilen.

Övriga platsspecifika förutsättningar så som geologi, fylldjup etc. har redovisats i rapporterna översiktlig miljöteknisk markundersökning (WSP 2017) och utökad undersökning med riskbedömning (WSP 2018).

#### 1.3.1 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 bebyggas med flerbostadshus 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 på grund av föroreningar.
- Föroreningarna på området ska inte innebära någon oacceptabel risk för miljön på platsen eller i den omgivning de riskerar att spridas till.

## 2 TÄNKBARA ÅTGÄRDSMETODER

Styrande exponeringsvägar för riskbedömningen är för PAH-H odling av ätliga växter som konsumeras av boende (grönsaker) och för PAH-M inandning av ånga. För bly är intag av jord via munnen styrande. Halterna är

generellt sett dock inte särskilt höga vilket gör att vissa åtgärdsalternativ faller bort.

En viktig faktor för möjligheten att genomföra åtgärder är tidsfaktorn. Eftersom området ska bebyggas med hus kan inte åtgärdstiden vara alltför utdragen. I Tabell 1 listas ett antal potentiella åtgärdsmetoder. 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
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. Täta massor (t.ex. lera) minskar ångtransporten.	Ja
Fytosanering	Växter planteras på området i syfte att extrahera eller stabilisera föroreningarna.	Nej
Kemisk oxidation	En metod som bryter ner organiska föroreningar genom oxidation.	Nej
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
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.	Ja
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
Biologisk behandling	Destruktion av föroreningarna med hjälp av mikroorganismer.	Nej

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. grönsaker och givetvis inte hur inandning eller intag av jord sker. Metoden anses därför inte lämplig för det här området.

## 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.

## 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 låga-måttliga halter och metoden bedöms därför mindre 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 framför allt de medeltunga och tunga PAH:erna som är problemet och halterna är inte i den nivån att det bedöms effektivt att reducera dem ytterligare med termisk behandling. Metoden har ingen effekt på metaller.

## 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. Metoden har ingen effekt på metaller.

# 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 av fyllningsjord 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 deponi med relevanta tillstånd 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 förklassificera 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. Dessutom påverkas närområdet av buller och förhöjd olycksrisk. Kostnaderna kan bli relativt höga beroende på åtgärdens omfattning.

### 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. Viss effekt kan erhållas mot uppträngning av ångfas (PAH-M) in i byggnader men då krävs tämligen mycket samt täta massor.

Beroende på vilket material en övertäckning görs med kan åtgärden anses vara mer eller mindre långsiktigt hållbar. En enkel övertäckning med t.ex. asfalt eller betong åldras och blir mindre effektiv på lång sikt. En mer omfattande (mäktig) övertäckning med t.ex. rena massor i kombination med en tät duk kan ses som en mer långsiktig lösning.

För att en övertäckning ska vara effektiv i förhållande till riskerna behöver omkring en (1) meter rena massor täcka de ytor där odling kan förekomma.

#### **Fördelar**

Beroende på vilken typ av övertäckning som görs och på tillgången till rena massor kan åtgärden i vissa fall bli relativt billig.

#### **Nackdelar**

En övertäckning med t.ex. stora mängder rena massor kan innebära geotekniska problem med risk för ras och skred som följd. Ytan på området är tämligen stor vilket förmodligen innebär en stor kostnad för ren jord av acceptabel teknisk kvalitet om hela ytan ska täckas. Marken kan svårligen höjas mer än några decimeter på grund av anslutande vägar etc. En övertäckning med exempelvis 0,3 meter bedöms inte vara tillräcklig som enskild åtgärd och utreds därför inte vidare.

### 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 många 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 transportarbete och kostnader för deponering.

#### Nackdelar

En nackdel med jordtvätt ex-situ är att metoden tar längre tid än t.ex. schakt med deponering. En annan nackdel är att det är en bullrande verksamhet som kan störa omgivningen. 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 men en förnyad bedömning kan övervägas om förutsättningarna ändras.

## 4 ÅTGÄRDSALTERNATIV

Utifrån den inledande alternativanalysen har fem åtgärdsalternativ formulerats. Dessa utvärderas med avseende på måluppfyllelse, kostnader, riskreduktion, risker och störningar under åtgärdstiden. Samtliga alternativ omfattar schaktsanering i någon form. Nollalternativet används för jämförelser.

### 4.1 ANTAGANDEN –FÖRORENINGSSITUATION

De ingångsvärden som används för att avgöra omfattningen på åtgärden utifrån ett föroreningsperspektiv är:

- Representativa halter av förorening samt PSRV utgår från "Utökad undersökning samt riskbedömning" (WSP 2018).
- Fastigheterna Syrenen 4 samt Vedeby 17:1 bedöms i utgångsläget inte ha något åtgärdsbehov. Det område som bedömts ha åtgärdsbehov kallas i fortsättningen "Åtgärdsområdet" och framgår

av bilaga 1. Bedömningen för Syrenen 4 och Vedeby 17:1 är baserat på ett tämligen litet provtagnings- och analysunderlag men kan anses rimligt utifrån att dessa fastigheter ligger väster respektive öster om "skolområdet", avskilda från detta av större vägar. Åtgärdsalternativ 4 nedan innefattar dock, för jämförelse, att även dessa två fastigheter åtgärdas, se bilaga 1 för omfattning på detta större område.

- Vägområdet mellan Skolområdet och Syrenen 4 resp. Vedeby 17:1 ingår inte i åtgärdsområdet. Det bedöms inte omfattas av planerade förändringar.
- Ytor som idag är bebyggda (ca 1970 m<sup>2</sup>) ingår i åtgärdsområdet.
- Förorening bedöms föreligga i fyllmaterialet med en genomsnittlig mäktighet om 0,5 m över åtgärdsområdet.
- Inom åtgärdsområdet antas 75 % av fyllningsjorden innehålla föroreningshalter som underskrider PSRV medan resterande 25 % tangerar eller överskrider PSRV. I alternativet som innefattar även Syrenen 4 och del av Vedeby 17:1 bedöms förhållandet vara marginellt förändrat till det "renare" men för totalsummorna ligger den förändringen inom felmarginalen för övriga beräkningar och antaganden. Samma förhållande (75/25) antas därför.
- 95 % av massorna som schaktas bort, alltså bedöms överskrida eller tangera PSRV, antas innehålla föroreningsnivå KM-MKM, resterande 5 % antas vara MKM-FA. I alternativ 2 bedöms dock all bortschaktad jord klassificeras utifrån "worst case" dvs i nivå med påträffade maxhalter (MKM-FA).
- Bortschaktade massor som körs till deponi ersätts fullt ut med jungfruligt material vilket placeras ut och packas.
- Planerade byggnader inom åtgärdsområdet upptar en yta om ca 4 000 m<sup>2</sup>.

## 4.2 ANTAGANDEN –KRINGAKTIVITETER, MILJÖ

### 4.2.1 Förklassificering

I de alternativ där förklassificering ingår har detta beräknats ske med provgropsgrävning inom rutnät. Klassificeringen antas ske med rutor 15x15 m med en provgrop och analys per ruta ner till underkant fyllning samt en analys omfattande metaller/arsenik (M10+Hg), alifater/aromater/BTEX samt PAH (OrgNV). Detta baseras på SGI:s rapport om klassning av jord in situ (SGI 2018)

### 4.2.2 Miljökontroll

I posten miljökontroll ingår inmätningar i plan och djup, viss provtagning/miljökontroll påkallade av oförutsedda händelser, kortare löpande avstämningar med beställare och tillsynsmyndighet samt saneringsrapport.

### 4.2.3 Anmälan om avhjälpandeåtgärd

Kostnad för anmälan enligt § 28 (SFS 1998:899) ingår ej i kostnadsberäkningarna.

## 4.3 ANTAGANDEN -KOSTNADER

De ingångsvärden som används för kostnadsberäkningar är följande:

- Deponering av massor MKM-FA: 350 kr/ ton
- Deponering av massor KM-MKM: 200 kr/ ton
- Inköp av "rena" nya massor: 150 kr/ ton
- Transport: 2,9 kr per ton och km.
- Transporterna är endast fyllda i en riktning (tomma returtransporter).
- Arbetskostnad schakt: 100 kr/m<sup>3</sup>
- Arbetskostnad återfyllnad med externa massor 100 kr/m<sup>3</sup>
- Packning: 15 kr/m<sup>3</sup>
- Avstånd till deponi för icke-farligt avfall: 10 km (Mältan/Bubbetorp)
- Avstånd till hämtningsplats för rena massor: 18 km (Vambåsa bergtäkt)
- Inga kostnader för eventuell rivning av byggnader eller hårdgjorda ytor ingår

Beräknade kostnader är ungefärliga och baseras på kostnader för liknande projekt.

Viss schaktning kan komma att behövas för anläggningstekniska skäl. Eftersom det i dagsläget inte är känt i detalj hur husen kommer att uppföras och vilka markarbeten som behöver utföras har dock ingen hänsyn tagits till detta. Den verkliga saneringskostnaden kan därför komma att bli lägre om massor ändå måste tas bort för t.ex. källare. Deponeringskostnader för dessa massor blir emellertid samma.

## 4.4 NOLLALTERNATIVET

Nollalternativet redovisas som jämförelse.

### 4.4.1 Genomförande

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

### 4.4.2 Måluppfyllelse

Om ingenting görs på området uppfylls inte de övergripande åtgärds målen.

### 4.4.3 Kostnader

Nollalternativet innebär inga kostnader.

### 4.4.4 Risker och störningar under åtgärds tiden

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

## 4.5 ALTERNATIV 1 – BORTGRÄVNING AV Fyllnadsmassor och ÖVRIG JORD MED FÖRORENINGSHALTER ÖVERSTIGANDE PSRV INOM ÅTGÄRDSOMRÅDET, KLASSIFICERING MED RUTNÄT

### 4.5.1 Genomförande

Alternativ 1 innebär att samtliga fyllnadsmassor med föroreningshalter överstigande PSRV inom åtgärdsområdet grävs ut och körs till deponi. Jorden provtas i förväg genom rutnätsprovtagning för att kategoriseras och klassas för slutligt omhändertagande.

Medeldjupet för schakten bedöms bli ca 0,5 m. Detta innebär att med en yta om ca 14 900 m<sup>2</sup> behöver ca 7 450 m<sup>3</sup> massor hanteras. Baserat på andelen prover inom åtgärdsområdet som överstiger PSRV, uppskattas att omkring 25 % av massorna behöver köras till deponi för förorenade massor, och att resterande 75 % bedöms kunna återanvändas på platsen.

### 4.5.2 Måluppfyllelse

Alternativet innebär att åtgärds målet för samtliga aspekter uppfylls. Det är osannolikt att någon nämnvärd förorening lämnas kvar.

### 4.5.3 Kostnader

Åtgärden bedöms kosta ca 2,5 miljoner kr enligt nedanstående tabell.

Kostnadslag	Kostnad, kr
Arbetskostnader för schaktning och återfyllning inkl. packning av nya massor	620 000 kr
Transportkostnader	510 000 kr
Deponeringskostnader inkl. ersättningsmassor	1 130 000 kr
Övrigt: Förklassning, miljökontroll etc.	225 000 kr
<b>Totalt, ca</b>	<b>2 490 000 kr</b>

### 4.5.4 Risker och omgivningspåverkan under åtgärdstiden

Åtgärden innebär att ca 1 900 m<sup>3</sup> massor ska deponeras. För att göra detta samt återfylla med motsvarande volym krävs ca 210 lastbilstransporter (bil + släp) tur och retur till området.

## 4.6 ALTERNATIV 2 –"MAXALTERNATIVET" – BORTGRÄVNING AV FYLLNADSMASSOR INOM ÅTGÄRDSOMRÅDET, SYRENE 4 SAMT VEDEBY 17:1 (DEL AV), UTAN FÖREGÅENDE KLASSIFICERING

### 4.6.1 Genomförande

Alternativ 2 innebär att samtliga fyllnadsmassor inom åtgärdsområdet samt syrene 4 och del av Vedeby 17:1, se bilaga 1, grävs ut och körs till deponi. Ingen föregående klassificering sker utan all jord grävs bort och transporteras till slutligt omhändertagande på deponi. Alternativet är att betrakta som ett maxalternativ som samtidigt ger ett yttre referensvärde.

Medeldjupet för schakten bedöms bli ca 0,5 m. Detta innebär att med en yta om ca 14 910 m<sup>2</sup> behöver ca 7 450 m<sup>3</sup> massor hanteras.

### 4.6.2 Måluppfyllelse

Alternativet innebär att åtgärds målet för samtliga aspekter uppfylls. Det är osannolikt att någon nämnvärd förorening lämnas kvar.

### 4.6.3 Kostnader

Åtgärden bedöms kosta drygt 10 miljoner kr enligt nedanstående tabell.

Kostnadsslag	Kostnad, kr
Arbetskostnader för schaktning och återfyllning inkl. packning av nya massor	1 600 000 kr
Transportkostnader	2 060 000 kr
Deponeringskostnader inkl. ersättningsmassor	6 330 000 kr
Övrigt: Miljökontroll etc	75 000 kr
<b>Totalt, ca</b>	<b>10 070 000 kr</b>

### 4.6.4 Risker och omgivningspåverkan under åtgärds tiden

Åtgärden innebär att ca 7 450 m<sup>3</sup> massor deponeras. För att göra detta samt återfylla med motsvarande volym krävs ca 830 lastbilstransporter (bil + släp) tur och retur till området.

## 4.7 ALTERNATIV 3 – BORTGRÄVNING AV FYLLNADSMASSOR MED HALTER ÖVER PSRV INOM ÅTGÄRDSOMRÅDET, SYRENE 4 SAMT VEDEBY 17:1 (DEL AV), KLASSIFICERING MED RUTNÄT

### 4.7.1 Genomförande

Alternativ 4 innebär att all jord med föroreningshalter överstigande PSRV inom fastigheterna Skolan 2, Syrene 4, Lyckeby 2:27, del av Vedeby 17:1

grävs ut och körs till deponi. Jorden provtas i förväg genom rutnätsprovtagning för att kategoriseras och klassas för slutligt omhändertagande. Vägen mellan Skolan 2 och Vedeby 17:1 respektive Syrenen 4 ingår ej som åtgärdsyta, se bilaga 1.

Medeldjupet för schakten bedöms bli ca 0,5 m. Detta innebär att med en yta om ca 18 400 m<sup>2</sup> behöver ca 9 200 m<sup>3</sup> massor hanteras. Baserat på andelen prover inom de fyra fastigheterna som överstiger PSRV, uppskattas att omkring 25 % av massorna behöver köras till deponi för förorenade massor, och att resterande 75 % bedöms kunna återanvändas på platsen.

#### 4.7.2 Måluppfyllelse

Alternativet innebär att åtgärdsålet för samtliga aspekter uppfylls. Det är osannolikt att någon nämnvärd förorening lämnas kvar.

#### 4.7.3 Kostnader

Åtgärden bedöms kosta ca 3,1 miljoner kr enligt nedanstående tabell.

Kostnadslag	Kostnad, kr
Arbetskostnader för schaktning och återfyllning inkl. packning av nya massor	770 000 kr
Transportkostnader	630 000 kr
Deponeringskostnader inkl. ersättningsmassor	1 400 000 kr
Övrigt: Förklassning, miljökontroll etc.	265 000 kr
<b>Totalt,ca</b>	<b>3 070 000 kr</b>

#### 4.7.4 Risker och störningar under åtgärdstiden

Åtgärden innebär att ca 2 300 m<sup>3</sup> massor ska deponeras. För att göra detta samt återfylla med motsvarande volym krävs ca 260 lastbilstransporter (bil + släp) tur och retur till området.

## 4.8 ALTERNATIV 4 – BORTGRÄVNING AV Fyllnadsmassor med förorening överstigande PSRV på den yta inom åtgärdsområdet som inte ska bebyggas, klassificering med rutnät

#### 4.8.1 Genomförande

Alternativet innebär att samtliga fyllnadsmassor inom åtgärdsområdet med halter över platsspecifika riktvärden grävs bort, men endast på de ytor som inte ska bebyggas. På de ytor som ska bebyggas görs ingen sanering alls även om en viss del av jorden sannolikt ändå behöver tas bort av anläggningstekniska skäl (t.ex. för källare eller grundläggning). Enligt utkast från kommunen kommer nya byggnader att uppföras på Skolan 2 inom

åtgärdsområdet. Detta innebär att omkring 3 400 m<sup>2</sup> bebyggs eller kvarstår som bebyggd inom åtgärdsområdet och inte saneras enligt alternativet.

Jorden provtas i förväg genom rutnätsprovtagning för att kategoriseras och klassas för slutligt omhändertagande.

Medeldjupet för schakten bedöms bli ca 0,5 m. Detta innebär att med en yta om ca 11 500 m<sup>2</sup> behöver ca 5 750 m<sup>3</sup> massor hanteras. Baserat på andelen prover inom åtgärdsområdet som överstiger PSRV, uppskattas att omkring 25 % av massorna behöver köras till deponi för förorenade massor, och att resterande 75 % bedöms kunna återanvändas på platsen.

#### **4.8.2 Måluppfyllelse**

Alternativet innebär att åtgärds målet för hälsoskydd uppfylls under förutsättning att byggnaderna uppförs radonsäkert dvs med lågt intag av markporluft. Med en sådan konstruktion bedöms risken för exponering av PAH-M vara i princip obefintlig. Under byggnader förekommer mycket lite biologisk aktivitet. Markarbeten förekommer inte och inga växters rötter växer normalt in under byggnader i någon större utsträckning. Där husen ska stå finns heller ingen risk för exponering eller möjlighet till odling.

#### **4.8.3 Kostnader**

Åtgärden beräknas kosta ca 1,95 miljoner kr fördelat enligt nedanstående tabell:

Kostnadsslag	Kostnad, kr
Arbetskostnader för schaktning och återfyllning inkl. packning av nya massor	480 000 kr
Transportkostnader	400 000 kr
Deponeringskostnader inkl. ersättningsmassor	870 000 kr
Övrigt: Förklassning, miljökontroll etc.	185 000 kr
<b>Totalt, ca</b>	<b>1 940 000 kr</b>

#### **4.8.4 Risker och störningar under åtgärdstiden**

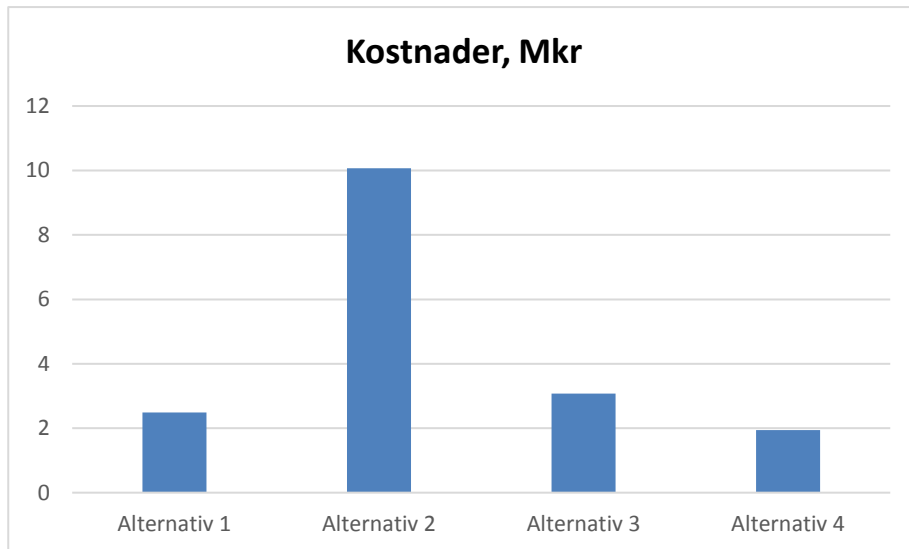
Åtgärden innebär att ca 1 440 m<sup>3</sup> massor ska deponeras. För att göra detta samt återfylla med motsvarande volym krävs ca 160 lastbilstransporter (bil + släp) tur och retur till området.

## **5 RISKVÄRDERING**

I en riskvärdering jämförs normalt alternativen avseende hur väl de uppfyller åtgärds målen, 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 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 alternativen lämplighet förs sedan i kap. 5.1.

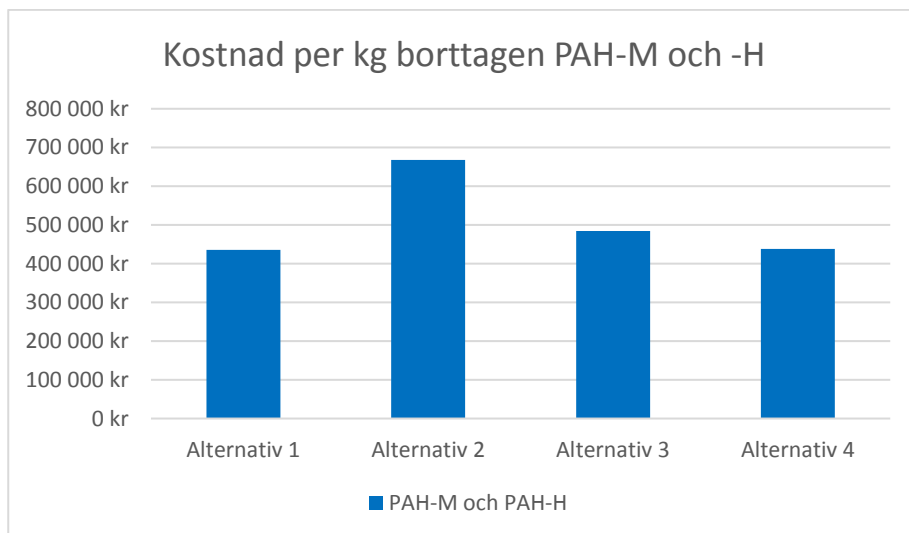
I Figur 1 jämförs totalkostnader för de olika alternativen.



Figur 1. Beräknade totalkostnader för de olika alternativen, miljoner kronor.

Av figur 1 framgår framförallt att kostnaderna för alternativ 2 är betydligt högre än de övriga alternativen. Kostnaden i alternativ 2 härleds till största del till att stor mängd jord deponeras. Eftersom ingen jord förklassificeras antas halterna ligga mellan MKM-FA vilket medför en högre deponikostnad.

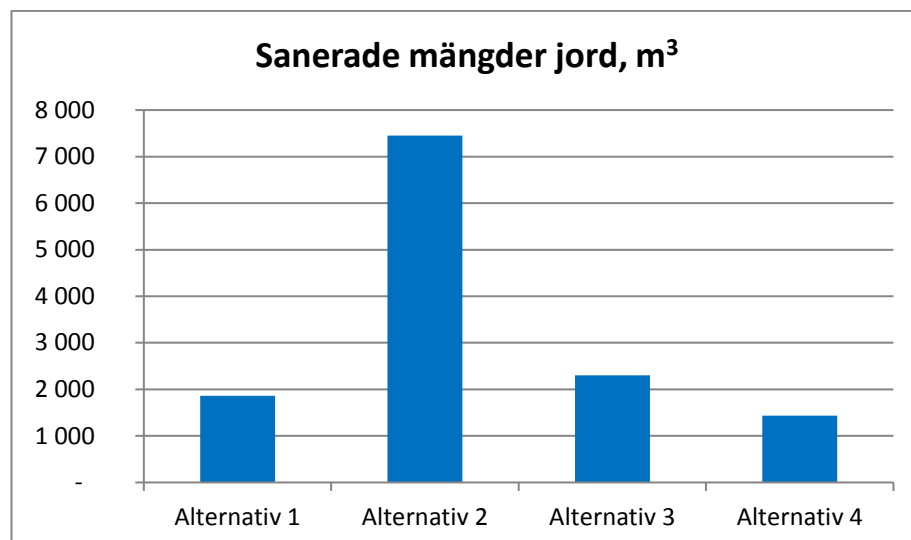
I figur 2 redovisas kostnaden per kg borttagen förorening.



Figur 2. Beräknad kostnad per kg borttagen förorening i form av PAH (sammanlagda medelhalter av PAH-M och PAH-H). I alternativ 1 och 4 antas halten vara 75-percentil av uppmätta halter för hela åtgärdsområdet. I alternativ 3 antas medelhalten vara något lägre med tanke på att den ytterligare yta som ingår i alternativet har visat låga värden (mindre än-värden) på PAH-M och PAH-H om än med litet dataunderlag. I alternativ 2 antas medelhalten vara ännu lägre eftersom ingen förklassificering utförs.

Av Figur 2 framgår att kostnader per kg borttagen PAH är relativt likvärdig för alternativ 1 och 4. Anledningen till att kostnaderna är högst för alternativ 2 är att halterna är förhållandevis låga samtidigt som mycket jord transporteras bort (och ersätts).

I Figur 3 visas hur stora mängder jord som saneras för de olika alternativen. Med sanering inkluderas i detta sammanhang även bortgrävning av jord.



Figur 3. "Sanerade" mängder i m<sup>3</sup> med de olika åtgärdsalternativen.

Antalet lastbiltransporter som förväntas med de olika alternativen följer samma storleksordning som sanerade mängder jord.

## 5.1 DISKUSSION

Alternativ 2 avviker tydligt från övriga alternativ som alla är tämligen likvärdiga. Enligt WSP:s bedömning är alternativ 3 eller 4 de mest lämpliga alternativen.

Alternativ 3: Det är inte alternativet med lägst totalkostnad eller där kostnaden per avskild förorening är lägst. Inte heller är mängden massor som transporteras bort och deponeras det lägsta. Fördelen med alternativ 3 är att all yttlig jord inom fyra fastigheter (bilaga 1) blir klassificerad och hanterad därefter. Osäkerheten kring föroreningsituationen på Vedeby 17:1 (del av) och Syrenen 4 är tämligen hög eftersom endast en analys per fastighet/område föreligger. Denna osäkerhet minimeras om förklassificering även sker på dessa två fastigheter. Ett annat alternativ är att komplettera utförd undersökning med omkring fem punkter per fastighet för att bättre fastställa om saneringsbehov (och därmed förklassificering) föreligger eller ej.

Alternativ 4: Alternativet med lägst totalkostnader och minst mängd hanterade massor är naturligtvis ett attraktivt alternativ att överväga. Så länge det kan accepteras att vissa mängder förorenad, ej åtgärdad, jord kan komma att lämnas kvar inom åtgärdsområdet och att föroreningsituationen på Vedeby 17:1 (del av) och Syrenen 4 anses tillräckligt utredd är detta ett

naturligt förstahandsalternativ. Risker och konsekvenser med att viss mängd förorenad jord lämnas kvar har diskuterats under avsnitt 4.8.2.

Genom förklassificering inför åtgärd undviks att jord med halter som inte bedöms medföra miljö- eller hälsomässiga problem körs till deponi. Det medför på så sätt både minskad kostnad och omgivningspåverkan jämfört med att utgå från att all jord inom ett större område innehåller uppmätta maxhalter i stickprov.

PAH-H och PAH-M är de föroreningar som styr saneringens omfattning. Om provtagningen i samband med förklassificeringen inskränks till att endast analysera PAH, dvs exkludera metaller och alifater/aromater/BTEX, sker en kostnadsminskning om ca 35 000 kr i alternativ med rutnätsklassning.

Alternativ 1 innebär en liten osäkerhet avseende exponering på fastigheterna Syrenen 4 och Vedeby 17:1.

I alternativ 1 - 3 ingår befintliga byggnader i yta som klassificeras och ytorna ingår också i fortsatt beräkning med antagande om likvärdig föroreningssituation och åtgärdsbehov som övrig, obebyggd, mark. Om befintliga byggnader inte rivs, alternativt rivs men är grundlagda på naturligt material, faller den ytan bort från klassificering och åtgärdsbehov. Det handlar i så fall om en reduktion på 10 - 15 % för hela kalkylen. Alternativ 4 baseras på det utkast till ny bebyggelse som erhållits av kommunen. Planerad ny bebyggelse omfattar främst redan bebyggda ytor samt mindre andel mark som i nuläget är obebyggd, se bilaga 1. Effekten som beskrivits för alternativ 1 - 3 om minskade åtgärdsytor tack vare befintlig byggnation skulle alltså kunna erhållas även för alternativ 4, dock i betydligt mindre skala.

## 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 (WSP 2018) används.

## 7 REFERENSER

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

SGI 2018, Klassning av förorenade jordmassor in situ, Publikation 40

WSP 2018, LYCKEBY SKOLA, SKOLAN 2 M.FL KARLSKRONA KOMMUN  
Utökad undersökning av markförorening samt riskbedömning, 2018-01-24

WSP 2017, LYCKEBY SKOLA, SKOLAN 2 M.FL KARLSKRONA KOMMUN  
Översiktlig miljöteknisk markundersökning, 2017-06-19

## 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](http://wsp.com)

**WSP Sverige AB**  
Box 503  
391 25 Kalmar  
Besök: Södra Malmgatan 10

T: +46 10 7225000  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[wsp.com](http://wsp.com)



**Bilaga 1.** Det sammanhängande centrala området inom blå linje utvisar "Åtgärdsområdet". Öster resp. väster om detta återfinns Syrenen 4 och del av Vedeby 17:1 inom blå linjer. Skrafferad yta markerar planerade byggnader inom åtgärdsområdet.

