

Brinova Karlskrona Lindblad AB

## ÅTGÄRDSUTREDNING

Lindblad 24, Karlskrona kommun



2024-12-19 rev 2025-03-13



# ÅTGÄRDSUTREDNING

Lindblad 24, Karlskrona kommun

Uppdragsnamn	Lindblad 24 Åtgärdsutredning
Uppdragsnummer	10375682
Författare	Safaa Gad Olausson
Datum	2024-12-19
Ändringsdatum	2025-03-13
Granskad av	Johan Hörnsten
Godkänd av	Frida Lindquist

## Kund

**Brinova Fastigheter AB**

## KONSULT

### **WSP**

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

**wsp.com**

## KONTAKTPERSONER

Frida Lindquist, uppdragsansvarig

010-722 94 63, frida.lindquist@wsp.com



## INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
1.1	Uppdrag och syfte	1
1.2	Begränsningar	2
<b>2</b>	<b>Områdesbeskrivning</b>	<b>3</b>
2.1	Lokalisering	3
2.2	Geologiska förhållanden	3
2.3	Hydrogeologi och recipienter	3
2.4	Skyddsvärda områden	3
<b>3</b>	<b>Verksamhetsbeskrivning</b>	<b>5</b>
3.1	Historik och tidigare markanvändning	5
3.2	Nuvarande markanvändning	5
3.3	Planerad markanvändning	5
<b>4</b>	<b>Tidigare utredningar och undersökningar</b>	<b>6</b>
4.1	Jämförvärden	7
4.2	Föroreningssituation	8
4.3	Osäkerheter och identifierade kunskapsluckor	10
<b>5</b>	<b>Övergripande åtgärds mål</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Förutsättningar och begränsningar</b>	<b>11</b>
6.1	Generella förutsättningar	11
6.2	Platsspecifika förutsättningar	11
<b>7</b>	<b>Åtgärdsutredning</b>	<b>12</b>
7.1	Åtgärdsbehov	12
7.2	Tänkbara åtgärds metoder	12
7.3	Inledande alternativanalys	13
7.4	Fördjupad alternativanalys	14
<b>8</b>	<b>Slutsatser och rekommendationer</b>	<b>19</b>
<b>9</b>	<b>Referenser</b>	<b>20</b>



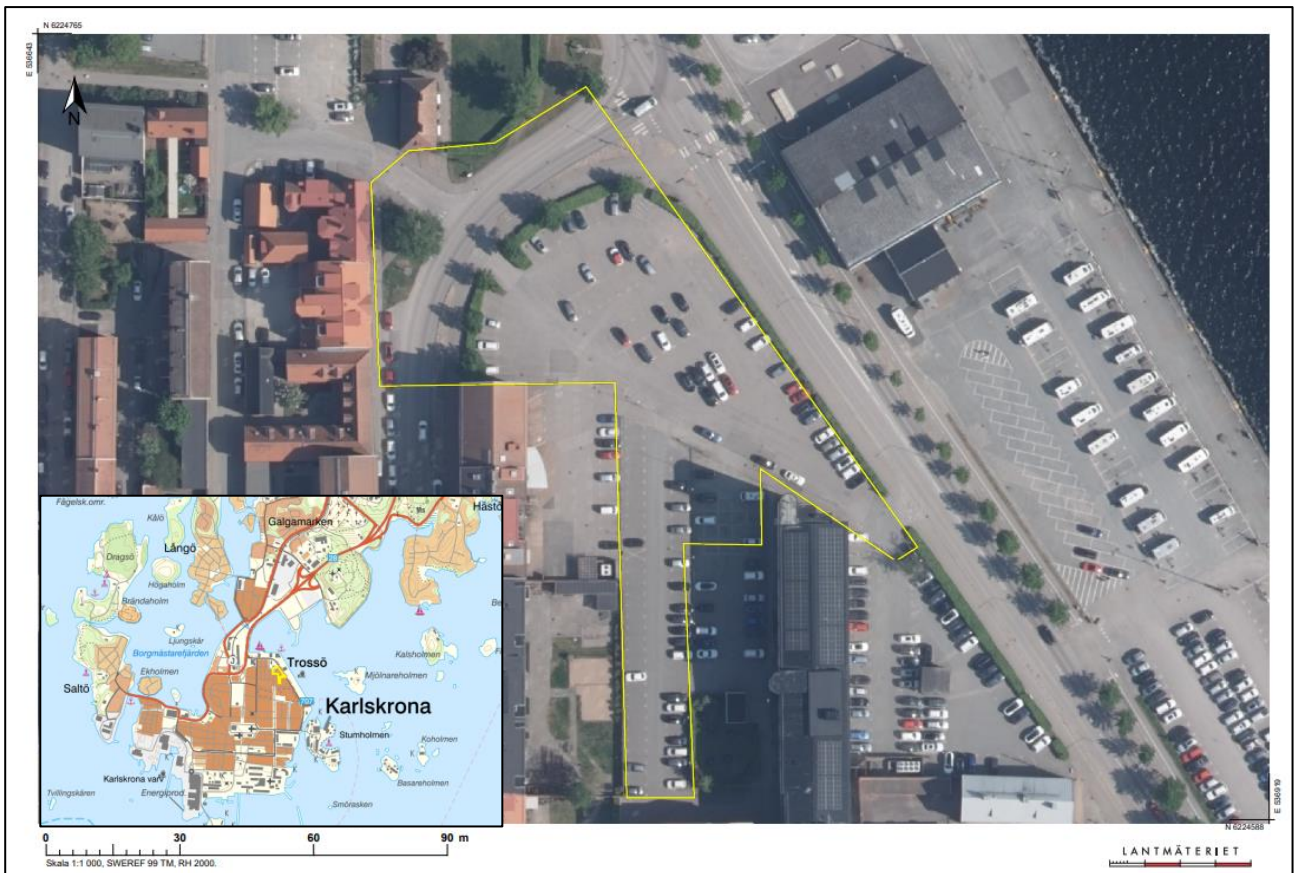
## **BILAGOR**

Bilaga 1 Kostnadsberäkningar, 20250307

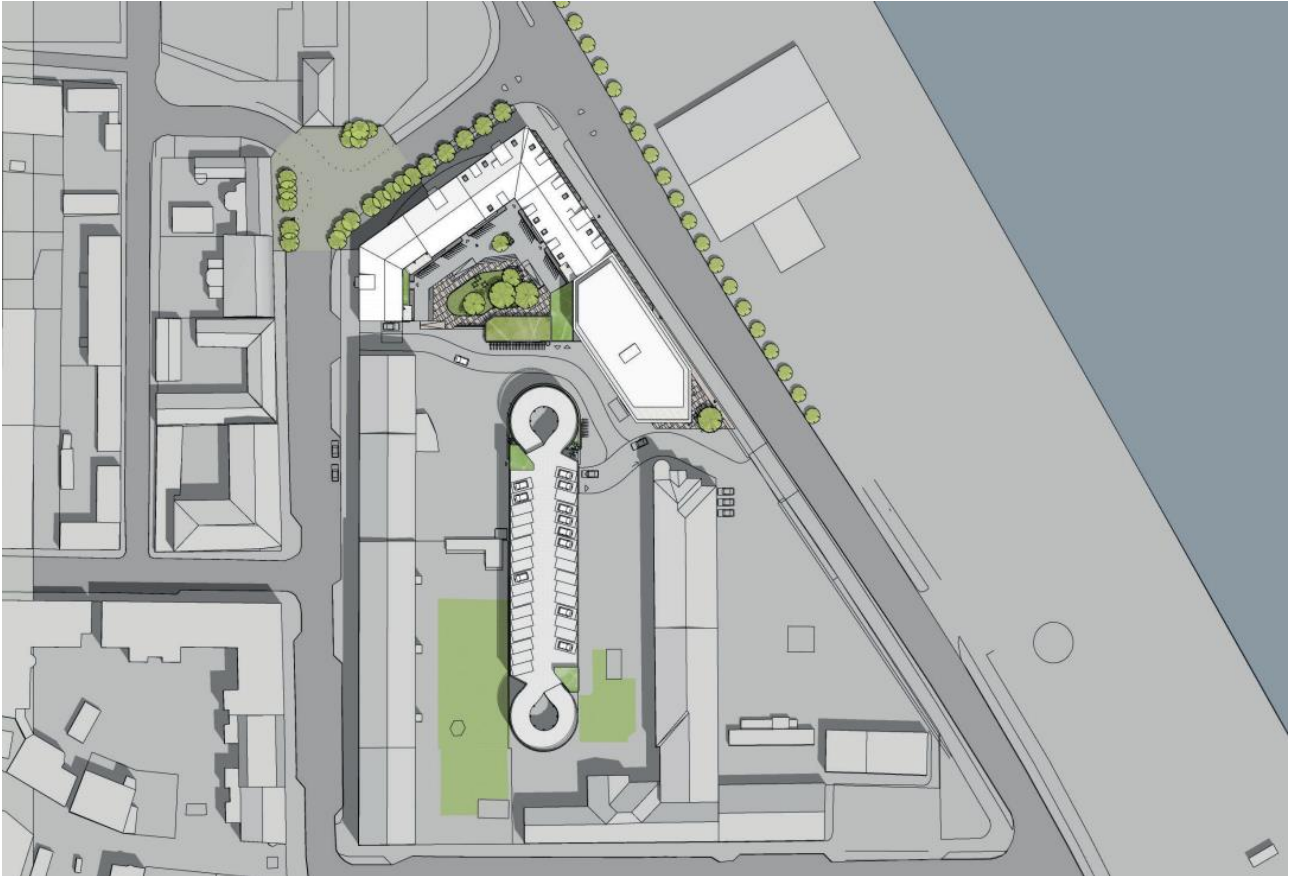
# 1 INLEDNING

## 1.1 UPPDRAG OCH SYFTE

WSP Sverige AB (WSP) har fått i uppdrag av Brinova Fastigheter AB (Brinova) att ta fram en åtgärdsutredning för en del av fastigheten Lindblad 24 m.fl. (nedan utredningsområdet). Utredningsområdet ligger inom den norra delen av fastigheten Lindblad 24 samt en liten del av Karlskrona 4:10 och omfattas av ett förslag på ny detaljplan. Den nya detaljplanen ska möjliggöra uppförande av bostäder och kontor/kulturskola/gymnasieskola samt ett parkeringshus. Utbredning av utredningsområdet framgår av figur 1. En karta som visar de nya förslagna byggnaderna återfinns i figur 2.



Figur 1 Flygfotot visar utbredning på det aktuella utredningsområdet vilket markerats med en gul linje. Källa kartmaterial: Lantmäteriet.



Figur 2 Ny föreslagen bebyggelse inom utredningsområdet. Källa kartmaterial: Karlskrona kommun, planbeskrivning daterad 2024-02-05 (Samrådshandling, dnr: MSN 2020.1727).

Syftet med uppdraget är att ta fram en åtgärdsutredning med kostnadsbedömning baserad på de tidigare utförda undersökningarna som listas nedan:

- Provtagningsplan Översiktlig Miljöteknisk Markundersökning Lindblad 24, Karlskrona kommun. Daterad 2021-03-03 (WSP, 2021a).
- Översiktlig Miljöteknisk Markundersökning Lindblad 24, Karlskrona Kommun. Daterad 2021-06-15 (WSP, 2021b).
- Kompletterande Miljöteknisk Undersökning Lindblad 24, Karlskrona kommun. Daterad 2023-06-07 (WSP, 2023a).
- Översiktlig Miljöteknisk Markundersökning Lindblad 24, Karlskrona kommun. Daterad 2023-09-28 (WSP, 2023b).

## 1.2 BEGRÄNSNINGAR

WSP har sammanställt denna rapport enbart för Brinova.

Bedömningarna i rapporten baseras på det underlag som fanns tillgängligt under uppdragstiden. WSP tar inte på sig ansvar för konsekvenser om rapporten används för andra ändamål än den ursprungligen var avsedd för.

## 2 OMRÅDESBESKRIVNING

### 2.1 LOKALISERING

Undersökningsområdet är beläget inom den nordöstra delen av Trossö inom de centrala delarna av Karlskrona, se Figur 1. Aktuellt utredningsområdet består av en parkeringsyta och gatumark.

Utredningsområdet, vilket omfattar del av fastigheterna Lindblad 24 och mindre del av Karlskrona 4:10, utgör en yta av ca 7500 m<sup>2</sup>. Området omges av bostäder och centrumverksamhet.

Området avgränsas i väster och norr av Drottninggatan, i öster av Östra Hamngatan samt Handelshamnen och i söder av befintliga byggnader inom kvarteret Lindblad.

### 2.2 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Enligt jordartskartan från Sveriges geologiska undersökning (SGU) finns det fyllnadsmassor inom området och förväntat totalt jorddjup är 3–5 m.

Utförda undersökningar 2021 och 2023 visade på förekomst av fyllnadsmassor inom hela området ner till maximalt 3,8 m u my (meter under markytan). Fyllnadsmassorna bestod främst av grusig sand med inslag av keramik och tegel. Under fyllnadsmassorna förekommer gyttja eller lerig sand.

### 2.3 HYDROGEOLOGI OCH RECIPIENTER

Enligt SGU:s brunnarkiv finns det inga brunnar inom utredningsområdet. Närmaste brunn ligger ca 150 m väster om det aktuella området inom fastigheten Wittus 1. Brunnen är en energibrunn och har ett djup på 175 meter.

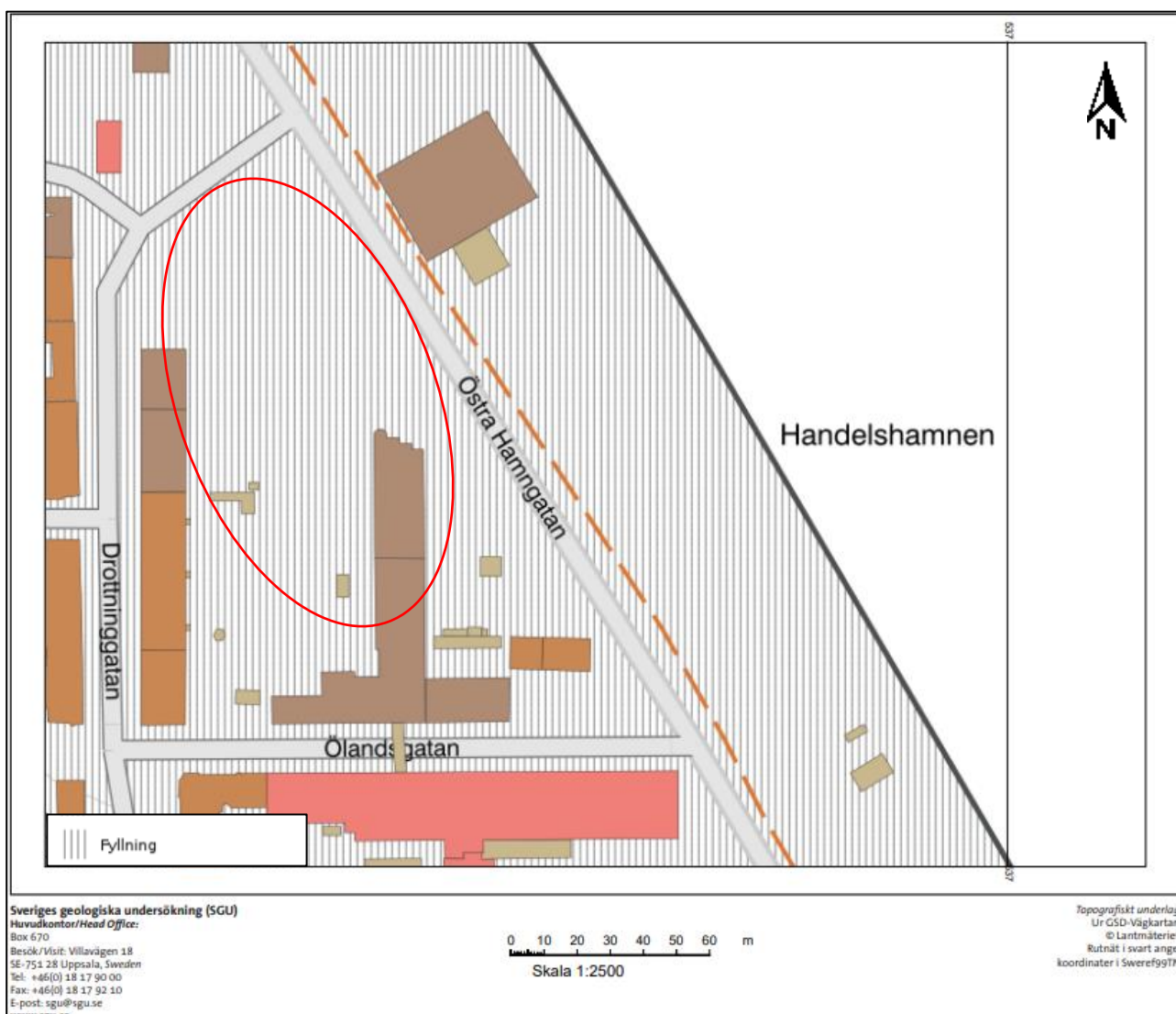
Närmaste recipient utgörs av Östersjön, som ligger ca 70 m öster om området. På grund av närheten till Östersjön antas grundvattnet vara direkt förbundet med Östersjöns vatten.

Utförda undersökningar har visat på förekomst av grundvattenyta mellan 1,58 m u my (+0,3 möh) och 1,94 m u my (-0,19 möh).

### 2.4 SKYDDSVÄRDA OMRÅDEN

Utredningsområdet ligger inte inom något skyddat område. Det närmaste skyddsområdet är Naturreservat, Rollsö som ligger ca 2,5 km väster om området.

Utredningsområdet ligger inom en fornlämning, stadslagret i Karlskrona (RAÄ Karlskrona 77:1).



**Figur 3.** Utdrag från SGU:s Jordartskarta 1:25 000–1:100 000. Utredningsområdet är markerat med röd oval och består av fyllning (SGU, 2024).

## 3 VERKSAMHETSBESKRIVNING

### 3.1 HISTORIK OCH TIDIGARE MARKANVÄNDNING

Området liksom stora delar av Trossö är historiskt utfyllda havsområden. Enligt historiska kartor låg delar av utredningsområdet utanför strandlinjen 1804 och fylldes sannolikt upp någon gång under första halvan av 1800 talet. Enligt häradsekonomiska kartan från 1915-1919 gick ett järnvägsspår inom områdets norra delen (WSP, 2023b). Historiska kartor från 1960 och -70 talen visar på att området har använts som parkeringsyta.

På fastigheten Lindblad 24 finns två registrerade MIFO-objekt, det finns dock begränsad information om dessa i Länsstyrelsen EBH-databas. Det ena objektet är ett ej namngivet varv, tilldelat branschris klass 3 (BKL 3, måttlig risk, baserat på typ av bransch) och registrerat som att ej ha använt halogenerade lösningsmedel eller giftiga båtbottnfärger. Det andra objektet är Elektronikvärlden förlag AB, en grafisk industri som även den tilldelats BKL 3 baserat på typ av verksamhet. I informationen för båda dessa objekt anges andra fastighetsbeteckningar, vilket indikerar att verksamheterna kan ha legat på flera fastigheter alternativt historiska fastigheter som idag styckats av på olika sätt (WSP, 2023b).

#### 3.1.1 Omgivande fastigheter

Idag omges undersökningsområdet av bostäder, centrumverksamheter och parkeringar, med Östersjön ca 70 m österut.

Varvsverksamheten och den grafiska industrin som är registrerade i EBH-stödet har täckt in ett större område än själva undersökningsområdet, och kan därför räknas också som omgivande historiska verksamheter. Alla byggnader tillhörande dessa verksamheter har legat på annan plats än inom undersökningsområdet.

Exempel på andra historiska verksamheter i närområdet är färgindustri, kemtvätt, verkstadsindustri, bilvård och textilindustri. Samtliga dessa verksamheter kan teoretiskt sett ha påverkat fastigheten (WSP, 2021).

### 3.2 NUVARANDE MARKANVÄNDNING

Planområdet består idag till största del av hårdgjord mark som utgörs av en markparkering. Inom den norra delen och östra delen finns mindre gröna ytor, häck och något träd, se figur 1.

### 3.3 PLANERAD MARKANVÄNDNING

Det aktuella området föreslås planläggas för bostäder, kontor, centrum, parkering och kulturskola/gymnasieskola.

## 4 TIDIGARE UTREDNINGAR OCH UNDERSÖKNINGAR

2021 utfördes en miljöteknisk markundersökning inom den norra delen av utredningsområdet. Undersökningen omfattade provtagning av jord i åtta (8) provpunkter och installation av grundvattenrör i två (2) provpunkter. 2023 utfördes kompletterande provtagning i den södra delen av utredningsområdet i samband med en geoteknisk markundersökning. Undersökningen omfattade provtagning av jord i fem (5) provpunkter. Ett asfaltprov togs ut i en provpunkt. Inga grundvattenrör installerades i samband med undersökning 2023. Provpunkternas placering redovisas i figur 4.



Figur 4 Flygfotot visar placering av provpunkterna som utfördes vid undersökning 2021 och 2023. Källa kartmaterial: Lantmäteriet.

## 4.1 JÄMFÖRVÄRDEN

I detta kapitel anges de bakgrundshalter och generella jämförvärden som används för att beskriva påvisade halter. Området ska planläggas för bl.a. bostadsändamål. Av Naturvårdsverkets generella scenarier motsvaras detta bäst av scenariot för känslig markanvändning (KM). Därför används KM som effektnivå vid en förenklad bedömning av långsiktiga effekter.

### 4.1.1 Jord

Resultaten från laboratorieanalyser av jord jämförs med Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark, känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM) (Naturvårdsverket, 2009; 2016; 2022). Halter över riktvärdena KM och MKM kan innebära en oacceptabel risk för människor och miljö, men behöver inte göra det. Se Faktaruta nedan för beskrivning av Naturvårdsverkets markanvändningstyper.

**Faktaruta** Naturvårdsverkets generella riktvärdesscenarier, KM och MKM

Naturvårdsverkets riktvärden är uppdelade i två typer av markanvändning:

**Känslig Markanvändning (KM):** Markkvaliteten begränsar inte val av markanvändning. Marken ska t.ex. kunna användas till bostäder, daghem, odling etc. Grundvatten skyddas som naturresurs inom området och ska kunna användas till dricksvatten. De exponerade grupperna antas vara barn, vuxna och äldre som lever inom området under en livstid. De flesta typer av markekosystem skyddas. Ekosystem i närbeläget ytvatten skyddas.

**Mindre Känslig Markanvändning (MKM):** Markkvaliteten begränsar val av markanvändning. Marken kan t.ex. användas för kontor, industrier eller vägar. Grundvattnet skyddas som naturresurs 200 m nedströms området. De exponerade grupperna antas vara personer som vistas inom området under sin yrkesverksamma tid samt barn och äldre som tillfälligt vistas inom området. Vissa typer av markekosystem skyddas. Ekosystemet i närbeläget ytvatten skyddas.

Som underlag till eventuell hantering av överskottsmassor jämförs halterna i jord utöver de generella riktvärdena för KM och MKM också med nivån för mindre än ringa risk (MRR) (Naturvårdsverket, 2010) och Avfall Sveriges förslag till gränser för farligt avfall, FA, senaste utgåvan (Avfall Sverige, 2019).

### 4.1.2 Grundvatten

Uppmätta halter i grundvattnet jämförs med olika jämförvärden beroende på ämne:

- Metaller jämförs med Sveriges geologiska undersöknings bakgrundshalter och bedömningsgrund klass 1-5 för grundvatten (SGU, 2013). Sveriges geologiska undersöknings bedömningsgrunder för grundvatten (SGU, 2013) är ett verktyg för att tolka och värdera insamlade data om grundvatten. De ska användas som ett verktyg för att kunna göra enhetliga klassningar av grundvattnets tillstånd avseende olika parametrar. Bedömningsgrunderna innehåller en skala för bedömning av vattnets tillstånd, där olika parametrar är indelade i fem klasser: 1 – mycket låg halt till 5 (motsvarande dicksvattennormen) – mycket hög halt. Tillståndsklassningen har så långt som möjligt relaterats till effekter på hälsa, miljö och tekniska installationer.
- Oljeföroreningar och PAH jämförs med Svenska Petroleum Institutets förslag till riktvärden för bensinstationer och dieselanläggningar (SPI, 2011) som är framtagna för drivmedelsanläggningar, såväl avetablerade som i drift, men omfattar olika uppsättningar av riktvärden beroende på vilka exponeringsvägar och skyddsobjekt som är aktuella i det enskilda fallet.

## 4.2 FÖRORENINGSSITUATION

### 4.2.1 Mark

Av totalt 59 uttagna jordprover har 27 prover analyserats på ackrediterat laboratorium. Av dessa har 25 analyserats med avseende på metaller (As, Ba, Pb, Cd, Co, Cu, Cr, Ni, V, Zn, Hg), 27 med avseende på BTEX, PAH, fraktionerade alifater och aromater, och åtta (8) med avseende på PCB7 och tennorganiska föreningar. Fem (5) prover har även valts ut för analys med ett brett screeningpaket. Proverna som analyserats med screeningpaket har generellt representerat en större jordvolym än övriga analyserade prover, på grund av de krav som laboratoriet har på provmängd. Fyra (4) prover har analyserats avseende glödningsrest och TOC. Oljeindex analyserades i ett (1) prov.

Utifrån resultaten av laboratorieanalyserna kan följande noteras för jord:

- Metaller; bly och kvicksilver påträffas i halter över riktvärden för känslig markanvändning (KM) i punkt 21W03 (0,85-1,5 m u my) samt i punkt 21W04 (0,5-1,0 m u my). I båda punkterna har även ovanliggande jordlager provtagits och analyserats. Inga halter över KM påträffas i jordproverna från de ovanliggande jordlagren. Bly påträffas även i en halt tangerande MKM i punkt 23W08 (0,45-1,0 m u my), samt över KM i underliggande jordlager i samma punkt (1-1,5 m u my). Koppar påträffas i halt över MKM i punkt 23W06 (1-1,5 m u my). Av övriga metaller påträffas inga halter över KM.
- Organiska ämnen; halter av PAH-H över MKM påträffas i proverna 23W03 (2-2,5 m u my) och 23W03 (3-3,3 m u my). Oljeindex i provet 23W03 (3-3,3 m u my) uppvisade ett kolvätemönster i intervallet C19-C40 som inte kan härledas till en känd petroleumprodukt. Halt av aromater >C10-C16 påträffas över KM i provet 23W03 (2,0-2,5 m u my) och 23W03 (3,0-3,3 m u my). Av övriga organiska ämnen påträffas inga halter över KM.
- TOC varierade mellan 0,74 % i provet 23W06 (1,0-1,5 m u my) och 13 % i provet 23W03 (3,0-3,3 m u my).

#### 4.2.1.1 Representativa halter i jord

De föroreningar som påvisats över KM inom planområdet är bly, koppar, kvicksilver, PAH-M, PAH-H och aromater i fraktionen >C10-C16. Vad gäller metallföroreningarna bedöms de vara kopplade till förorenade fyllnadsmassor. Metaller har påvisats i fyllnadsmassor med avvikande egenskaper, så som mörka partier och där det även förekommit tegel i massorna.

Påvisad halt av koppar i provet 23W06 1-1,5 m u my, bedöms sannolikt vara en outlier, eftersom inga andra kopparhalter i samma storleksordning har påvisats i något annat prov. På platsen har det tidigare stått en byggnad, och det är möjligt att små kopparbitar från t.ex. rör eller annat byggnadsmaterial kan ha lämnats kvar i marken efter rivning. Enligt fältprotokollet bestod materialet i det aktuella provet av fyllnadsmaterial med stor inblandning av tegel.

Även PAH-M och PAH-H har påvisats i fyllnadsmassor med avvikande egenskaper. PAH-H har dock även påvisats i ett prov på fyllnadsmassor som endast bedömdes bestå av grusig sand (21W03 0,05-0,5 m u my). Föroreningen bedöms dock ändå i huvudsak vara kopplad till förorenade fyllnadsmassor.

I en provpunkt bedöms påträffade föroreningar bero på en punktförorening av någon typ av oljeutsläpp, 23W03. I denna provpunkt noterades doft av olja vid den geotekniska undersökningen i uttagna prover ner till 3 m u my. Här har också de högsta halterna av PAH påvisats, både PAH-M och PAH-H över riktvärdet för MKM. I samma provpunkt har det också påvisats aromater >C10-C16, vilket inte påvisats i något annat prov. I övriga provpunkter har PAH-halterna varit under riktvärdet för MKM.

Ursprung av kolväten i det djupare provet 23W03 (3–3,3 m u my) är med stor sannolikhet naturligt. Enligt noteringar från det analyserade laboratoriet påminner provet snarare om naturligt ursprung, såsom biologiskt avfall (WSP, 2023b).

Representativa föroreningshalter är de halter som bäst representerar föroreningssituationen utan att risken underskattas. Enligt Naturvårdsverkets vägledning (Naturvårdsverket, 2009b) bör representativa halter för området användas vid jämförelse med riktvärden. För akuttoxiska ämnen används ofta maxhalten som representativ halt. För ämnen som medför risk för negativa hälsoeffekter på lång sikt eller vid bedömning av risken för markmiljön och risken för spridning till recipienten är medelhalten mer representativ. För att inte medelhalten ska underskattas har medelvärdeets övre konfidensintervall vid 95:e percentilen (UCLM95) beräknats. Den verkliga medelhalten i området är med 95 % sannolikhet lägre än UCLM95-värdet. Detta är ett konservativt sätt att bedöma föroreningssituationen, och tar således höjd för osäkerheter i dataunderlaget. Beräkningarna har gjorts med programvaran Pro UCL version 5.1. Programmets rekommenderade metod för beräkning av UCLM95, baserat på dataunderlagets fördelning, har använts.

Beräkning av UCLM95 har gjorts för de ämnen som påvisats i halter över KM. De aktuella ämnena är bly, koppar, kvicksilver, PAH-M och PAH-H. För koppar har två beräkningar gjorts, eftersom kopparhalten i ett av proverna (23W06 1-1,5) bedöms vara en outlier.

Baserat på utförd undersökning utfördes beräkningen av UCLM95 på samtliga halter inom undersökningsområdet utom de från punkten 23W03 eftersom punkten bedöms utgöra en punktkälla.

Tabell 1 Redovisning av representativa halter för utredningsområdet i jämförelse med riktvärden. Styrande delriktvärden är markerat med grå

Ämne	UCLM95*	Ämne	Justerat hälsorisk-baserat riktvärde	Skydd av markmiljö	Spridning			Riktvärde KM
					Skydd mot fri fas	Skydd av grundvatten	Skydd av ytvatten	
Bly	58	Bly	11*	200	-	65	3 600	50*
Koppar	139	Koppar	2 200	80	-	430	2 400	80
Koppar exkl. outlier	22							
Kvicksilver	0,52	Kvicksilver	0,25	5	-	2,2	2,4	0,25
PAH-M	0,88	PAH-M	3,3	10	250	16	110	3,5
PAH-H	1,3	PAH-H	1,1	2,5	50	5,3	150	1,0

Tabell 2 Redovisning av representativa halter (maxhalt, mg/kg TS) för punktförorening i 23W03. Styrande delriktvärden är markerat med grå

Ämne	Representativ halt – maxhalt	Ämne	Justerat hälsorisk-baserat riktvärde	Skydd av markmiljö	Spridning			Riktvärde KM
					Skydd mot fri fas	Skydd av grundvatten	Skydd av ytvatten	
Aromater >C10-C16	5,1	Aromater >C10-C16	120	3	500	16	530	3
PAH-M	32	PAH-M	3,3	10	250	16	110	3,5
PAH-H	29	PAH-H	1,1	2,5	50	5,3	150	1,0

Beräknade representativa halter för det aktuella området visar på att föroreningar av bly, kvicksilver, koppar och PAH-H kan innebära en långsiktig risk med hänsyn till riktvärden för KM (känslig markanvändning). Maxhalter som påträffades i provpunkt 23W03 tyder på en punktkälla som kan innebära långsiktiga hälsorisker samt risk för grundvatten med avseende på PAH-M och PAH-H.

#### 4.2.2 Grundvatten

Totalt två (2) grundvattenprover har analyserats med avseende på metaller (As, Ba, Pb, Cd, Co, Cu, Cr, Ni, V, Zn, Hg), BTEX, PAH, fraktionerade alifater och aromater, PCB, tennorganiska föreningar samt klorerade lösningsmedel. Metallanalyserna har utförts på filtrerade prover. Filtrering utfördes på laboratoriet.

Utifrån resultaten av laboratorieanalyserna kan följande noteras för grundvatten:

- Metaller; i jämförelse med SGU:s haltklasser för naturliga grundvatten påvisas en stark påverkan med avseende på bly, samt en påtaglig påverkan avseende arsenik, krom, nickel och zink.
- Organiska ämnen; inga halter över rapporteringsgränser har påträffats.

#### 4.2.3 Asfalt

I asfaltsprovet påvisas inga halter av PAH över laboratoriets rapporteringsgränser.

### 4.3 OSÄKERHETER OCH IDENTIFIERADE KUNSKAPSLUCKOR

Beskrivning av föroreningsituationen utförs i jämförelse med de generella riktvärdena för KM. Bebyggelser inom området kommer dock att ha blandad användning med känslig markanvändning såsom bostäder och möjligen skola till mindre känslig såsom kontor, centrum och parkering. De effektnivåer/riktvärden som används för bedömning av riskerna är inte anpassade utifrån platsspecifika förhållanden, vilket kan leda till både en underskattning och överskattning av risker. Beräkning av platsspecifika riktvärden innan åtgärdsalternativ väljs skulle kunna ge ett säkrare underlag för vilka massor som behöver schaktas bort. Dessa massor klassificeras sedan utifrån respektive föroreningsgrad.

En punktförorening har identifierats vid 23W03. Föroreningar är inte avgränsade och dataunderlaget är begränsat. Bedömning av risker vid denna punkt har utförts med avseende på maximal halt och kompletterande provtagningar bör utföras med syfte att verifiera samt avgränsa föroreningsituationen inom denna del av utredningsområdet.

Föroreningarna är inte avgränsad i plan eller djupled, vilket ger osäkerheter i uppskattade föroreningsmängder och därmed omfattning av eventuella åtgärdsbehov. Vidare har ingen undersökning utförts med avseende på ånginträngning av de påträffade föroreningarna, framförallt av kvicksilver men även PAH. Utredning av utbredning och omfattning av dessa föroreningar bör utföras i samband med förklassificering inför exploatering av området.

Omfattningen av eventuell spridning samt belastningen på recipienten är inte utredd.

Omfattning av schakt kan ändras efter kompletterande geotekniska undersökningar, se avsnitt 6.2 om platsspecifika förutsättningar.

## 5 ÖVERGRIPANDE ÅTGÄRDSMÅL

Utredningsområdet nyttjas i dagsläget som parkering och planeras att bebyggas med bostäder, centrumverksamheter och skola samt parkeringshus.

De övergripande åtgärdsmålen ska i första hand ange vilken användning området kommer att vara avsett för samt vilken påverkan som kan accepteras inom området eller i omgivningen efter eventuell avhjälpandeåtgärd (Naturvårdsverket, 2009b). Åtgärdsmålen bör uppmuntra till hushållning genom återanvändning och återvinning av material.

Följande övergripande åtgärds mål föreslås för området:

- Människor ska kunna vistas på området och i omgivningen utan risk för att utsättas för oacceptabla hälsorisker.

- Föroreningarna på området ska inte ge upphov till oacceptabel påverkan för närliggande ytvattenrecipient.
- Schakt och borttransport av förorenade massor ska begränsas om hälso- och miljörisker bedöms som acceptabla. Detta för att gynna en hållbar resurshushållning.

## 6 FÖRUTSÄTTNINGAR OCH BEGRÄNSNINGAR

### 6.1 GENERELLA FÖRUTSÄTTNINGAR

Åtgärdsutredningen baseras på Naturvårdsverkets utgångspunkter för efterbehandling (Naturvårdsverket, 2009b). Syftet med dessa är att efterbehandlingsåtgärder långsiktigt ska minska risken för skada eller olägenhet för människors hälsa och miljön samt minska mängden och halten av metaller och naturfrämmande ämnen i miljön. Naturvårdsverkets utgångspunkter för efterbehandling 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.
- Exponeringen från ett förorenat område bör inte ensam stå för hela den exponering som är tolerabel för en människa.

### 6.2 PLATSSPECIFIKA FÖRUTSÄTTNINGAR

Åtgärdsutredning gäller det aktuella området som planeras att bebyggas med flerbostadshus, kontor och centrumverksamhet, skola och parkering. Vid val av åtgärdsmetod behöver hänsyn tas till de lokala förutsättningar som råder på det aktuella området. Området är utfyllt och ligger ca 70 meter från hamnbassängen. Fyllnadsmassor förekommer ner till ca 3-4 m u my och består mest av grusig sand men med inslag av tegel och keramik. De geotekniska undersökningarna visar att den planerade bebyggelsen inom planområdet behöver pålas. Det planerade parkeringshuset kan plattgrundläggas efter att befintlig fyllning packats och lösa jordar har schaktats ur och ny fyllning packats. I samband med utveckling av området måste hänsyn tas till att grundläggningsförhållandena i området är dåliga. Vidare måste hänsyn tas till förväntat stigande havsnivå och risk för översvämning.

De risker som har identifierats med hänsyn tagit till de generella riktvärdena för känslig markanvändning är:

- Långsiktiga hälsorisker med avseende på bly, kvicksilver och PAH-H.
- Risk för att föroreningar (koppar) sprids till recipienten men i begränsad omfattning.

Enligt utförd riskbedömning bedömdes det inte finnas några oacceptabla risker för markmiljön i planområdet som helhet. Det finns dock en lokal begränsning på markmiljön avseende koppar inom området samt avseende PAH-M och aromater > C10-C16 vid hotspot-området.

Inget åtgärdsbehov bedöms föreligga för grundvatten inom området. Utredningsområdet har en yta av ca 7500 m<sup>2</sup> varav ca 5000 m<sup>2</sup> omfattas av ny bebyggelse. Den norra och västra delen av området utgörs av en

gata som ska behållas som den är idag men med delvis annan utformning. På planområdet planeras också ytor med träd och vegetation, se Figur 2.

## 7 ÅTGÄRDSUTREDNING

### 7.1 ÅTGÄRDSBEHOV

Utförda undersökningar har visat att oacceptabla långsiktiga risker för människors hälsa med avseende på föroreningar i jord inte kan uteslutas. Det kan därför finnas ett behov av riskreducerande åtgärder för att skydda människors hälsa vid planerad markanvändning.

### 7.2 TÄNKBARA ÅTGÄRDSMETODER

Åtgärdsbehov bedöms föreligga inom utredningsområdet med avseende på jord. Styrande exponeringsvägar för de långsiktiga hälsoriskeffekterna för bly är intag av jord. För kvicksilver är inandning av ånga styrande och för PAH-H är intag av växter styrande. I tabell 3 nedan listas ett antal tänkbara åtgärdsmetoder som eventuellt skulle kunna vara tillämpbara.

Tabell 3 Tänkbara åtgärdsmetoder

Metod	Lämpligt att utreda vidare	Kommentar
Administrativa åtgärder	Ja	Kan utformas som förbud att gräva på området eller reglering av öppenhet för allmänhet etc. Denna kan användas i kombination med en annan metod.
Schaktsanering	Ja	Den vanligaste metoden och kan utföras med olika omfattning och på olika sätt. Metoden innebär masshantering, transporter och deponering.
Jordtvätt in-situ	Nej	Vatten, lösningsmedel eller ytaktiva ämnen injekteras i den förorenade jorden. Vattnet pumpas sedan upp nedströms och tas om hand och behandlas. Tillämpas bäst på områdena där frifas förekommer och även på jord under grundvattenytan.
Jordtvätt ex-situ	Nej	Massorna grävs upp och tvättas antingen på plats eller på annan plats. Massorna kan sedan återanvändas på samma område eller någon annanstans. Metoden kan dock ta lång tid och bedöms mindre lämpligt vid byggnation.
Övertäckning	Ja	Övertäckning med täta massor för att förhindra exponering.
Kemisk oxidation	Nej	Bryter ner organiska föroreningar genom oxidation och tillämpas på föroreningar som finns i den mättade zonen. Föroreningar förekommer främst i fyllnadsmassor och över grundvattenytan.

Fytosanering	Nej	Föroreningen extraheras eller stabiliseras med hjälp av växter. Vid fytosanering tillämpas vanligtvis fitoextraktion och metoden tar lång tid
Termisk behandling ex-situ	Nej	Massorna grävs först upp och flyktiga föroreningar drivs ut ur jorden med hjälp av värme. Behandlingen kan utföras i stationära eller mobila anläggningar. Metoden används enbart för flyktiga föroreningar och bedöms inte lämpliga för metaller.
Biologisk behandling	Nej	Destruktion av föroreningarna med hjälp av mikroorganismer. Ej lämplig för metaller samt kräver lång tid och utreds därför inte vidare.
Solidifiering/stabilisering (S/S)	Nej	Metoden utförs in-situ eller ex-situ och innebär minskning av föroreningarnas rörlighet genom bindning av föroreningar fysikaliskt i en stabiliserat massa eller omvandling via kemiska reaktioner. Metoden bedöms mindre lämplig främst eftersom området består av fyllnadsmassor (ohomogena jordar) samt att den kan begränsa områdets användning.

## 7.3 INLEDANDE ALTERNATIVANALYS

Nedan beskrivs de åtgärdsmetoder som bedömts vara lämpliga att utreda vidare (se tabell 3).

### 7.3.1 Administrativa åtgärder

Detta alternativ betraktas enligt Naturvårdsverket som skyddsåtgärder om det inte kan kombineras med mer konkreta åtgärder (Naturvårdsverket, 2009b). Administrativa åtgärder innebär någon form av restriktion för markanvändningen och framtida schaktarbeten inom området till exempel förbud mot grävning under grundvattenytan eller till ett visst djup i kombination med bortschaktning eller schaktsanering. Metoden innebär att begränsa eller förhindra människors exponering till föroreningar. I det här fallet bedöms de administrativa åtgärderna kunna omfatta restriktioner i samband med nybyggnation med tanke på risken för ånginträngning av föroreningar såsom kvicksilver. Vidare kan administrativa åtgärder omfatta restriktioner på vistelse under åtgärdsstiden för att minimera risk för exponering.

### 7.3.2 Schaktsanering

Schaktning och borttransport av förorenade massor är den vanligaste metoden för att åtgärda förorenade områden. Metoden är enkel att kontrollera och är tidseffektiv. Schaktning kan dock begränsas av djup, länshållning av vatten eller risk för ras. I så fall kan schaktning utföras i kombination med en annan metod till exempel administrativa åtgärder.

In-situ klassning kan med fördel utföras inför schaktning för att maximera återanvändning samt för att ge bra underlag för beräkning av kostnaderna för hantering av schaktmassor vilket förenklar upphandling av entreprenad och minskar osäkerhet i kalkylen.

Metoden innebär fler transporter med belastning på miljö. Behov av återfyllning och krav på användning av naturresurser kan uppstå. Om schakt måste göras under grundvattenytan kan det innebära avsänkning av grundvatten och ett utökad påverkansområde samt krav på miljötillstånd för åtgärden.

### 7.3.3 Övertäckning

Denna metod innebär övertäckning med täta jordlager för att minska exponering för människor till föroreningar samt minska föroreningsutbredning genom att förhindra regnvatten från att infiltrera i marken. Beroende på typ av material kan metoden betraktas som en hållbar lösning. Täckning kan ske med asfalt, betong eller mer omfattande med mäktiga lager av rena massor och tät duk. Täckningsmäktighet kan variera beroende på markanvändning och om till exempel odling förväntas förekomma inom området. Denna metod kan därför användas i kombination med de föregående alternativen. En fördel med täckning är möjligheten att minska mängder jord som behöver grävas ur och att beräkning av kostnader är relativt enkel. Metoden innebär dock att föroreningar lämnas kvar på området och kommer troligen behöva kombineras med administrativa åtgärder såsom krav på tillstånd för att gräva i djupt liggande jord. I det här fallet kommer bortgrävning och ersättning med nya massor med stor sannolikhet att ske av tekniska skäl, varför denna metod betraktas som mindre relevant och därför inte diskuteras vidare.

## 7.4 FÖRDJUPAD ALTERNATIVANALYS

Utifrån den inledande alternativanalysen har följande åtgärdsalternativ formulerats som utvärderas med avseende på måluppfyllelse, kostnader, riskreduktion, risker och störningar under åtgärdsperioden. Samtliga alternativ omfattar schaktsanering i någon form. Nollalternativet används för jämförelse.

Utförd undersökning är översiktlig och en mer detaljerad klassificering och eventuellt framtagande av platsspecifika riktvärden rekommenderas innan något schaktarbete påbörjas inom området. Denna utredning har inte inkluderat någon beräkning av klimatpåverkan. Därför rekommenderas det att en sådan beräkning utförs i samband med en eventuell uppdatering av åtgärdsutredningen eller riskvärderingen. Kostnader som är antas nedan för transport och mottagning av förorenad jord är marknadsberoende och kan ändras med tiden.

### 7.4.1 Antagande - kostnader

Tabellen nedan redovisas antagna kostnader. Å priser är baserade på uppgifter erhållna från mottagningsanläggning (oktober, 2024).

Tabell 4 Priserna baseras på antaganden och kan komma att avvika vid en upphandling.

Typ av kostnad	Pris	Enhet
Arbetskostnad schakt	80	kr/m <sup>3</sup>
Densitet – jord	1,8	ton/m <sup>3</sup>
Övertäckning (inklusive transport och packning)*	200	kr/m <sup>2</sup>
Packning av ersättningsmassor	15	kr/m <sup>3</sup>
Pris ersättningsmassor	140	kr/ton
Mottagningsavgift, massor mellan KM och MKM	240	kr/ton
Mottagningsavgift, massor mellan MKM och FA	380	kr/ton
Transportkostnader	1,8	kr/ton/km
Avstånd till deponi (Mältan)	11	km
Avstånd till hämtningsplats för rena massor	40	km
Beräkning av platsspecifika riktvärden	75 000	kr (schablon)
Förklassificering och upprättande av anmälan om avhjälpan åtgärder enligt 28§ SFS 1998:899	250 000	kr (schablon)
Miljökontroll	250 000	kr (schablon)
Projekt- och byggledning	10% på totalkostnad	
Oförväntade / Övriga kostnader	10% på totalkostnad	

\* Övertäckning med bärlager över packade ersättningsmassor är medräknad i alla alternativ.

Följande kostnader ingår ej i beräkningar:

- Kostnader för eventuell röjning, rivning av byggnader eller hårdgjorda ytor.
- Vid antagande av schaktdjup för alternativ 3 har hänsyn tagits till kända geotekniska förutsättning för nybyggnationen, dvs pålning för samtliga byggnader och plattgrundläggning för parkeringshus. Eventuella tillkommande schakt för anläggningskäl utöver schaktdjup och yta som anges nedan kommer att påverka kostanden och de beräknade kostnader kan därför behövas justeras efter att kompletterande undersökningar utförs.
- Mottagningskostnad för massor med halter <KM. Dessa massor bedöms kunna återanvändas inom planområdet, baserat på materialens egenskaper och kvalitet, och behöver därmed inte transporteras bort.
- Kostnader för eventuella gastäta byggmaterial i nya byggnationer.
- Kostnader för spontning och vattenhantering och -rening vid schakt under grundvattenyta. Kostnaden beror på tidsåtgången och om vatten kan släppas ut i hamnbassängen efter reningsanläggning. Kostnad om 20-30kr per vecka kan antas för en reningsanläggning.
- Kostnad för omläggning av eventuella ledningar i marken. Ingen hänsyn tagits till befintliga ledningar i marken.
- Kostnad för asfaltering, dränering, hårdgöring av ytor och plantering av växter.

#### **7.4.2 Antagande - föroreningsituationen**

Det aktuella området för åtgärder omfattar ytan som planeras att bebyggas och uppgår till en uppskattad yta om 5000 m<sup>2</sup> inklusive ytan som planeras att bebyggas med parkeringshus och som uppskattas till 1000 m<sup>2</sup>. Förorening bedöms förekomma främst i fyllnadsmassor över grundvattenytan och inte ha spridit sig till djupare liggande jord förutom vid hotspot. Fyllnadsmassornas mäktighet inom området uppgår till ca 3,5 m. Grundvattenytan antas förekomma strax under 1,5 m u my.

#### **7.4.3 Nollalternativet**

Nollalternativet redovisas som jämförelse.

##### *7.4.3.1 Genomförande*

Nollalternativet innebär att ingen åtgärd vidtas och att föroreningar på området inte åtgärdas.

##### *7.4.3.2 Måluppfyllelse*

De övergripande åtgärdsmålen uppfylls ej.

##### *7.4.3.3 Kostnader*

Nollalternativet innebär inga direkta kostnader.

##### *7.4.3.4 Riskreduktion*

Inga risker reduceras.

##### *7.4.3.5 Risker för störningar under åtgärdstiden*

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

#### **7.4.4 Alternativ 1 – bortgrävning hela ytan ner till 0,5m. Inom ytan för parkeringshus utförs schakt ner till grundvattenytan**

##### *7.4.4.1 Genomförande*

Alternativet innebär att det översta jordlagret (0,5 m) schaktas bort (avbaning) för att reducera eventuella hälsorisker. Ytan för parkeringshus schaktas ner till 1,5 m u my, strax över grundvattenytan. Massorna klassas i förväg i ett rutnätmonster. I beräkningen har det antagits att 45% av jordvolymen på området är förorenat och kommer att hanteras utifrån föroreningsgrad (ca 84% MKM massor (uppvisar föroreningar i halter mellan riktvärden för KM-MKM) och 16% IFA massor (uppvisar föroreningar i halter över riktvärden för MKM). Resten av jordvolymen hanteras som KM massor (uppvisar föroreningar i halter under riktvärden för KM). Kostnad för eventuell borttransport och mottagning av dessa massor ingår således inte i beräkningen. De ytor som schaktas återfylls sedan med rena massor och packas. Baserat på resultaten av de förberedande utredningarna, inklusive framtagning av platsspecifika riktvärden och in-situ klassning av området, kan denna åtgärd behöva kombineras med exempelvis administrativa åtgärder såsom krav i planbestämmelser för att säkerställa gastät byggnad med tanke på risken för ånginträngning.

##### *7.4.4.2 Måluppfyllelse*

Alternativet innebär att åtgärdsålet för samtliga aspekter delvis uppfylls. Föroreningar i begränsad omfattning lämnas kvar i mättad zon.

##### *7.4.4.3 Kostnader*

Åtgärden bedöms kosta ca 3,1 MSEK. För mer detaljer, se Bilaga 1.1

##### *7.4.4.4 Risker för störningar under åtgärdstiden*

Åtgärden innebär att ca 6300 ton jord grävs upp varav 2844 ton (>KM) skickas till mottagningsanläggningen och ett stort antal lastbilstransporter med släp, till och från området. Vidare innebär åtgärden djupa schakt, vilket kan medföra tekniska utmaningar vid genomförandet. Sanering genom schakt innebär ofta även risk för damning, buller och vibrationer som kan vara störande för närboende.

#### **7.4.5 Alternativ 2 – bortgrävning ner till 0,5m samt bortgrävning av alla fyllnadsmassor vid hotspot område. Inom ytan för parkeringshus utförs schakt ner till grundvattenytan.**

##### *7.4.5.1 Genomförande*

Alternativet innebär att området schaktas ner till ett djup av 0,5 m u my. Vid hotspot-området grävs alla fyllnadsmassor bort, även under grundvattenytan. Ytan för hotspot bedöms vara avgränsad till området vid och kring provpunkt 23W03 och antas motsvara 200 m<sup>2</sup>. Denna yta antas schaktas ner till 3,5 m u my. Vidare schaktas ytan för parkeringshus ner till 1,5 m u my som i alternativ 1. Förklassificering och avgränsning bör utföras innan detta alternativ väljs. Massorna klassas i förväg i ett rutnätmonster. I beräkningen har det antagits att 53% av jordvolymen som grävs upp är förorenad och hanteras utifrån föroreningsgrad (70% MKM massor och 30% IFA massor). Resten av jordvolymen hanteras som KM massor. Kostnad för eventuell borttransport och mottagning av dessa massor ingår således inte i beräkningen. De ytor som schaktas återfylls sedan med rena massor och packas. Kostnad för eventuell spontning vid djup schakt eller reningsanläggning för länshållningsvatten inkluderas inte i kalkylen. Baserat på resultaten av de förberedande utredningarna, inklusive framtagning av platsspecifika riktvärden och in-situ klassning av området, kan denna åtgärd behöva kombineras med exempelvis administrativa åtgärder såsom krav i planbestämmelser för att säkerställa gastät byggnad med tanke på risken för ånginträngning.

#### 7.4.5.2 Måluppfyllelse

Alternativet innebär att åtgärds målet för samtliga aspekter med stor sannolikhet uppfylls. Eventuella föroreningar i mättad zon, förutom inom område för hotspot, lämnas kvar.

#### 7.4.5.3 Kostnader

Åtgärden bedöms kosta ca 3,9 MSEK. För mer detaljer, se Bilaga 1.2

#### 7.4.5.4 Risker för störningar under åtgärdstiden

Åtgärden innebär att ca 7400 ton jord grävs upp varav 3925 ton (>KM) skickas till mottagningsanläggning och ett stort antal lastbilstransporter med släp, till och från området. Vidare innebär åtgärden djupa schakt, vilket kan medföra tekniska utmaningar vid genomförandet. Sanering genom schakt innebär ofta även risk för damning, buller och vibrationer som kan vara störande för närboende.

### **7.4.6 Alternativ 3 –bortgrävning av hela området ner till 0,5m samt bortgrävning av alla fyllnadsmassor vid hotspot område samt vid ytan för parkeringshus.**

#### 7.4.6.1 Genomförande

Alternativet innebär att hela området schaktas ner till 0,5 m u my. Jord schaktas ur och transporteras till mottagningsanläggning baserad på föroreningsgrad. Inom ytan för parkeringshuset och området med hotspot grävs alla fyllnadsmassor bort, även under grundvattenytan och massorna hanteras baserad på föroreningsgrad. I beräkningen har det antagits att 65% av jordvolymen som grävs upp är förorenad och hanteras utifrån föroreningsgrad (66% MKM massor och 34% IFA massor). Resten av jordvolymen hanteras som KM massor. Kostnad för eventuell borttransport och mottagning av dessa massor ingår således inte i beräkningen. Massorna bör klassas i förväg i ett rutnät mönster. De ytor som schaktas återfylls sedan med rena massor och packas. Spontning och reningsanläggning av eventuellt länshållningsvatten inkluderas inte i kalkylen. Baserat på resultaten av de förberedande utredningarna, inklusive framtagning av platsspecifika riktvärden och in-situ klassning av området, kan denna åtgärd behöva kombineras med exempelvis administrativa åtgärder såsom krav i planbestämmelser för att säkerställa gastät byggnad med tanke på risken för ånginträngning.

#### 7.4.6.2 Måluppfyllelse

Alternativet innebär att åtgärds målet för samtliga aspekter med stor sannolikhet uppfylls. Schakt behöver dock utföras under grundvattenytan inom större område.

#### 7.4.6.3 Kostnader

Åtgärden bedöms kosta ca 6,1 MSEK. För mer detaljer, se Bilaga 1.3

#### 7.4.6.4 Risker för störningar under åtgärdstiden

Åtgärden innebär att ca 11 000 ton jord grävs upp varav 7114 ton (>KM) skickas till mottagningsanläggning. Vidare innebär åtgärden ett stort antal lastbilstransporter med släp, till och från området. Sanering genom schakt innebär ofta även risk för damning, buller och vibrationer som kan vara störande för närboende.

#### **7.4.7 Alternativ 4 – bortgrävning av hela området ner till 1,5m (grundvattenytan).**

##### *7.4.7.1 Genomförande*

Alternativet innebär att hela området schaktas ner till 1,5 m u my inklusive ytan för parkeringshuset och området med hotspot. Massorna klassas i förväg i ett rutnätmönster. Förorenad jord transporteras till mottagningsanläggning och hanteras utifrån föroreningsgrad. I beräkningen har det antagits att 53% av jordvolymen som grävs upp är förorenad och hanteras utifrån föroreningsgrad (80% MKM massor och 20% IFA massor). Resten av jordvolymen hanteras som KM massor. Kostnad för eventuell borttransport och mottagning av dessa massor ingår således inte i beräkningen. De ytor som schaktas återfylls sedan med rena massor och packas. Spontning och reningsanläggning av eventuellt länshållsvatten inkluderas inte i kalkylen.

##### *7.4.7.2 Måluppfyllelse*

Alternativet innebär att åtgärds målet för samtliga aspekter uppfylls till stor del. Eventuella föroreningar i mättad zon lämnas kvar.

##### *7.4.7.3 Kostnader*

Åtgärden bedöms kosta ca 6,1 MSEK. För mer detaljer, se Bilaga 1.4

##### *7.4.7.4 Risker för störningar under åtgärdstiden*

Åtgärden innebär att ca 13 500 ton jord grävs upp varav 7155 ton (>KM) transporteras till mottagningsanläggning. Vidare innebär åtgärden ett stort antal lastbilstransporter med släp, till och från området. Sanering genom schakt innebär ofta även risk för damning, buller och vibrationer som kan vara störande för närboende.

#### **7.4.8 Alternativ 5 – Maxalternativ, bortgrävning ner till 1,5m samt bortgrävning av alla fyllnadsmassor vid hotspot område**

##### *7.4.8.1 Genomförande*

Alternativet innebär att hela området schaktas till ett djup av 1,5 m u my, inklusive ytan för parkeringshuset. Vid hotspot-området grävs alla fyllnadsmassor bort, även under grundvattenytan. Ytan för hotspot bedöms vara avgränsad till området vid och kring provpunkt 23W03 och antas motsvara 200 m<sup>2</sup>. Denna yta antas schaktas ner till 3,5 m u my. Förklassificering och avgränsning av föroreningen bör utföras innan detta alternativ väljs. Massorna klassas i förväg i ett rutnätmönster. I beräkningen har det antagits att 55% av jordvolymen som grävs upp är förorenad och hanteras utifrån föroreningsgrad (72% MKM massor och 28% IFA massor). Resten av jordvolymen hanteras som KM massor. Kostnad för eventuell borttransport och mottagning av dessa massor ingår således inte i beräkningen. De ytor som schaktas återfylls sedan med rena massor och packas. Spontning och reningsanläggning av länshållsvatten inkluderas inte i kalkylen.

##### *7.4.8.2 Måluppfyllelse*

Alternativet innebär att åtgärds målet för samtliga aspekter uppfylls.

##### *7.4.8.3 Kostnader*

Åtgärden bedöms kosta ca 6,7 MSEK. För mer detaljer, se Bilaga 1.5.

#### 7.4.8.4 Risker för störningar under åtgärdstiden

Åtgärden innebär att ca 14 000 ton grävs upp varav 7875 ton (>KM) skickas till mottagningsanläggning. Vidare innebär åtgärden ett stort antal lastbilstransporter med släp, till och från området.

## 8 Slutsatser och rekommendationer

Flera åtgärdsalternativ bedöms helt eller delvis uppfylla åtgärdsmålen. Schakt kommer att utföras inom området, inte enbart i syfte att sanera påträffade föroreningar, utan även av anläggnings-skäl. WSP rekommenderar att lämpliga åtgärdsalternativ för det aktuella området utreds i en riskvärdering inför avhjälpandeåtgärder utförs. Riskvärdering utförs i syfte att utifrån olika aspekter/urvalskriterier (miljörelaterade, praktiska, ekonomiska, sociala, estetiska etc.) värdera framtagna åtgärdsalternativ mot varandra för att komma fram till beslut om efterbehandlingsåtgärdernas omfattning. Riskvärderingen utgår från de övergripande åtgärdsmålen och baseras huvudsakligen på uppgifter från riskbedömningen och åtgärdsutredningen. En sammanställning över de olika åtgärdsalternativen redovisas i tabellen nedan:

Tabell 5 Sammanställning över de olika åtgärdsalternativen avseende mängd uppgrävda schaktmassor\*, måluppfyllelse och kostnader.

Åtgärdsalternativ	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5
<b>Mängder-schaktmassor, ton</b>	<b>6 300</b>	<b>7 380</b>	<b>10 980</b>	<b>13 500</b>	<b>14 220</b>
> MKM (IFA massor)	450	1 174	2 419	1 485	2 205
> KM (MKM massor)	2 394	2 750	4 694	5 670	5 670
< KM (KM massor)	3 456	3 456	3 866	6 345	6 345
<b>Måluppfyllelse</b>					
Hälsa*	delvis	delvis	delvis	ja	ja
Markmiljö	delvis	ja	ja	ja	ja
Spridning	delvis	ja	ja	delvis	ja
<b>Innebär schaktning under grundvattenytan</b>	Nej	delvis	delvis	nej	ja
<b>Kostnader ca, MSEK</b>	3,1	3,9	6,1	6,1	6,7

\* Hänsyn tas till risk för inträngning av ånga med avseende på kvicksilver och PAH-M. Kan ändras beroende på resultaten av förberedande utredningar.

Inför åtgärd behöver in-situ klassning utföras för att, om möjligt, optimera återanvändningen av massor. Vidare ska ett kontrollprogram upprättas för att säkerställa att åtgärderna inte orsakar skador på människors hälsa eller på miljön. Vid schakt under grundvattenytan bör kontrollprogrammet inkludera även provtagningar och analyser av grundvatten.

Innan schaktsanering utförs ska en anmälan om avhjälpande åtgärder enligt 28§ SFS 1998:899 upprättas och skickas till tillsynsmyndigheten för godkännande. Vid schakt under grundvattenytan eller vid länsvattenpumpning som medför avsänkning av grundvatten kan miljötillstånd avseende vattenverksamhet komma att krävas.

## 9 REFERENSER

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

Lantmäteriet, 2024: Lantmäteriets kartinformation

<https://www.lantmateriet.se/sv/kartor-och-geografisk-information/kartor/> (2024-11-15)

Naturvårdsverket, 2007: Oavsiktligt bildade ämnens hälso- och miljörisker - en kunskapsöversikt, Rapport 5736

Naturvårdsverket, 2009a: Riktvärden för förorenad mark, Modellbeskrivning och vägledning, Rapport 5976, september 2009

Naturvårdsverket, 2009b: Att välja efterbehandlingsåtgärd, En vägledning från övergripande till mätbara åtgärds mål, Rapport 5978, september 2009

Naturvårdsverket, 2010: Föreskrift om ändring i Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2004:10) om deponering, kriterier och förfaranden för mottagning av avfall vid anläggningar för deponering av avfall; beslutade den 18 februari 2010, NFS 2010:4

Naturvårdsverket, 2022: Uppdatering av Naturvårdsverkets generella riktvärden, Vad är nytt med riktvärdena för bly

Naturvårdsverket, 2024: Skyddad natur

<http://skyddadnatur.naturvardsverket.se/> (2024-11-15)

SGU, 2013: Bedömningsgrunder för grundvatten, SGU-rapport 2013:01

SGU, 2024: SGU:s kartvisare, Brunnar; Jordarter 1:25 000 – 1:100 000; Jorddjup

<https://apps.sgu.se/kartvisare/> (2024-11-15)

SPI, 2011: SPI Rekommendation, Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar. Svenska Petroleum och Biodrivmedel Institutet, 2011

Livsmedelsverket, 2022: Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten; LIVSFS 2022:12

VISS, 2024: Vatteninformationssystem Sverige. <https://viss.lansstyrelsen.se/Maps.aspx> (2024-11-15)

WSP, 2021a. Provtagningsplan Översiktlig Miljöteknisk Markundersökning Lindblad 24, Karlskrona kommun. Daterad 2021-03-03

WSP, 2021b. Översiktlig Miljöteknisk Markundersökning Lindblad 24, Karlskrona Kommun. Daterad 2021-06-15.

WSP, 2023 a. Kompletterande Miljöteknisk Undersökning Lindblad 24, Karlskrona kommun. Daterad 2023-06-07.

WSP, 2023 b. Översiktlig Miljöteknisk Markundersökning Lindblad 24, Karlskrona kommun. Daterad 2023-09-28.



## VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

**wsp.com**

**WSP**  
WSP Sverige AB  
Org. nr:556057-4880  
**wsp.com**



Bilaga 1.1: Alternativ 1 – bortgrävning ner till 0,5m, återfyllning och packning. Inom ytan för parkeringshus utförs schakt ner till grundvattenytan

		Områdets yta	Parkeringshus (0.5-1.5 mummy)	SUM
Yta	m <sup>2</sup>	5000	1000	
Schaktdjup	m	0.5	1	
Jordvolym	m <sup>3</sup>	2500	1000	3500
	ton	4500	1800	6300
MKM massor	ton	1710	684	2394
IFA massor	ton	0	450	450
KM massor	ton	2790	666	3456
Andel förorenad jord			45%	
Varav >KM			84%	
Varav >MKM			16%	

Typ av kostnad	Pris	Enhet	Kostander
Arbetskostnad schakt	80	kr/m <sup>3</sup>	280000
Övertäckning	200	kr/m <sup>3</sup>	300000
Packning av ersättningsmassor	15	kr/m <sup>3</sup>	23700
Pris ersättningsmassor	140	kr/ton	398160
Deponering av massor mellan KM och MKM	240	kr/ton	574560
Deponering av massor mellan MKM och FA	380	kr/ton	171000
Transportkostnader	1.8	kr/ton/km	
Till förbränningsanläggning (Mältan)	11	km	
Till deponi (Mältan)	11	km	56331
Till hämtningsplats för rena massor	40	km	204840
Beräkning av platsspecifika riktvärden	75000	kr (schablon)	75000
Förklassificering och upprättande av anmälan om avhjälpande åtgärder enligt 28§ SFS 1998:899	250000	kr (schablon)	250000
Miljökontroll	250000	kr (schablon)	250000
Projekt- och byggledning	10% på totalkostnad		258359
Oförväntade / Övriga kostnader	10% på totalkostnad		258359
Summa exkl. arbetskostnader			2583591
<b>Summa</b>			<b>3100309</b>

Bilaga 1.2: Alternativ 2 – bortgrävning ner till 0,5m, återfyllning och packning samt bortgrävning av alla fyllnadsmassor vid hotspot område. Inom ytan för parkeringshus utförs schakt ner till grundvattenytan

		Områdets yta	Parkeringshus (0.5-1.5 m u my)	Hotspot (0.5-3.5 m u my)	SUM
Yta	m <sup>2</sup>	5000	1000	200	
Schaktdjup	m	0.5	1	3	
Jordvolym	m <sup>3</sup>	2500	1000	600	4100
	ton	4500	1800	1080	7380
MKM massor	ton	1710	684	356	2750
IFA massor	ton	0	450	724	1174
KM massor	ton	2790	666	0	3456
Andel förorenad jord			53%		
Varav MKM massor (>KM)			70%		
Varav IFA massor (>MKM)			30%		

Typ av kostnad	Pris	Enhet	Kostander
Arbetskostnad schakt	80	kr/m <sup>3</sup>	328000
Övertäckning	200	kr/m <sup>3</sup>	300000
Packning av ersättningsmassor	15	kr/m <sup>3</sup>	32700
Pris ersättningsmassor	140	kr/ton	549360
Deponering av massor mellan KM och MKM	240	kr/ton	660096
Deponering av massor mellan MKM och FA	380	kr/ton	445968
Transportkostnader	1.8	kr/ton/km	
Till förbränningsanläggning (Mältan)	11	km	
Till deponi (Mältan)	11	km	77715
Till hämtningsplats för rena massor	40	km	282600
Beräkning av platsspecifika riktvärden	75000	kr (schablon)	75000
Förklassificering och upprättande av anmälan om avhjälpande åtgärder enligt 28§ SFS 1998:899	250000	kr (schablon)	250000
Miljökontroll	250000	kr (schablon)	250000
Projekt- och byggledning	10% på totalkostnad		325144
Oförväntade / Övriga kostnader	10% på totalkostnad		325144
Summa exkl. arbetskostnader			3251439
<b>Summa</b>			<b>3901727</b>

Bilaga 1.3 Alternativ 3 –bortgrävning av hela området ner till 0,5m, återfyllning och packning samt bortgrävning av alla fyllnadsmassor vid hotspot område samt vid ytan för parkeringshus

		Yta exkl. P-hus	Parkeringshus (0-3.5 m u my)	Hotspot (0-3.5 m u my)	SUM
Yta	m <sup>2</sup>	3800	1000	200	
Schaktdjup	m	0.5	3.5	3.5	
Jordvolym	m <sup>3</sup>	1900	3500	700	6100
	ton	3420	6300	1260	10980
MKM massor	ton	1129	3150	416	4694
IFA massor	ton	0	1575	844	2419
KM massor	ton	2291	1575	0	3866
Andel förorenad jord			65%		
Varav MKM massor (>KM)			66%		
Varav IFA massor (>MKM)			34%		

Typ av kostnad	Pris	Enhet	Kostander
Arbetskostnad schakt	80	kr/m <sup>3</sup>	488000
Övertäckning	200	kr/m <sup>3</sup>	300000
Packning av ersättningsmassor	15	kr/m <sup>3</sup>	59280
Pris ersättningsmassor	140	kr/ton	995904
Deponering av massor mellan KM och MKM	240	kr/ton	1126656
Deponering av massor mellan MKM och FA	380	kr/ton	919296
Deponering av massor <KM	0	kr/ton	0
Transportkostnader	1.8	kr/ton/km	
Till förbränningsanläggning (Mältan)	11	km	
Till deponi (Mältan)	11	km	140869.08
Till hämtningsplats för rena massor	40	km	512251.2
Beräkning av platsspecifika riktvärden	75000	kr (schablon)	75000
Förklassificering och upprättande av anmälan om avhjälpande åtgärder enligt 28§ SFS 1998:899	250000	kr (schablon)	250000
Miljökontroll	250000	kr (schablon)	250000
Projekt- och byggledning	10% på totalkostnad		511726
Oförväntade / Övriga kostnader	10% på totalkostnad		511726
Summa exkl. arbetskostnader			5117256
<b>Summa</b>			<b>6140708</b>

Bilaga 1.4 Alternativ 4 – bortgrävning av hela området ner till 1,5m (grundvattenytan).

		Områdets yta	SUM
Yta	m <sup>2</sup>	5000	
Schaktdjup	m	1.5	
Jordvolym	m <sup>3</sup>	7500	7500
MKM massor	ton	13500	13500
IFA massor	ton	5670	5670
KM massor	ton	1485	1485
	ton	6345	6345
Andel förorenad jord		53%	
Varav MKM massor (>KM)		79%	
Varav IFA massor (>MKM)		21%	

Typ av kostnad	Pris	Enhet	Kostander
Arbetskostnad schakt	80	kr/m <sup>3</sup>	600000
Övertäckning	200	kr/m <sup>3</sup>	300000
Packning av ersättningsmassor	15	kr/m <sup>3</sup>	59625
Pris ersättningsmassor	140	kr/ton	1001700
Deponering av massor mellan KM och MKM	240	kr/ton	1360800
Deponering av massor mellan MKM och FA	380	kr/ton	564300
Transportkostnader	1.8	kr/ton/km	
Till förbränningsanläggning (Mältan)	11	km	
Till deponi (Mältan)	11	km	141688.8
Till hämtningsplats för rena massor	40	km	515232
Beräkning av platsspecifika riktvärden	75000	kr (schablon)	75000
Förklassificering och upprättande av anmälan om	250000	kr (schablon)	250000
Miljökontroll	250000	kr (schablon)	250000
Projekt- och byggledning	10% på		
	totalkostnad		511835
Oförväntade / Övriga kostnader	10% på		
	totalkostnad		511835
Summa exkl. arbetskostnader			5118346
<b>Summa</b>			<b>6142015</b>

## Bilaga 1.5: Alternativ 5 – bortgrävning ner till 1,5m samt bortgrävning alla fyllnadsmassor vid hotspot område

		Områdets yta (0-1.5)	Hotspot (1.5-3.5 m u my)	SUM
Yta	m <sup>2</sup>	5000	200	
Schaktdjup	m	1.5	2	
Jordvolym	m <sup>3</sup>	7500	400	7900
	ton	13500	720	14220
MKM massor	ton	5670	0	5670
IFA massor	ton	1485	720	2205
KM massor	ton	6345	0	6345
Andel förorenad jord			55%	
Varav MKM massor (>KM)			72%	
Varav IFA massor (>MKM)			28%	

Typ av kostnad	Pris	Enhet	Kostander
Arbetskostnad schakt	80	kr/m <sup>3</sup>	632000
Övertäckning	200	kr/m <sup>3</sup>	300000
Packning av ersättningsmassor	15	kr/m <sup>3</sup>	65625
Pris ersättningsmassor	140	kr/ton	1102500
Deponering av massor mellan KM och MKM	240	kr/ton	1360800
Deponering av massor mellan MKM och FA	380	kr/ton	837900
Transportkostnader	1.8	kr/ton/km	
Till förbränningsanläggning (Mältan)	11	km	
Till deponi (Mältan)	11	km	155944.8
Till hämtningsplats för rena massor	40	km	567072
Beräkning av platsspecifika riktvärden	75000	kr (schablon)	75000
Förklassificering och upprättande av anmälan om avhjälpande åtgärder enligt 28§ SFS 1998:899	250000	kr (schablon)	250000
Miljökontroll	250000	kr (schablon)	250000
Projekt- och byggledning	10% på totalkostnad		559684
Oförväntade / Övriga kostnader	10% på totalkostnad		559684
Summa exkl. arbetskostnader			5596842
<b>Summa</b>			<b>6716210</b>