



Karlskrona kommun

ÖVERSIKTLIG ÅTGÄRDSUTREDNING

Pottholmen etapp 2, Karlskrona kommun

2025-04-22, Reviderad 2025-05-21

10381451





ÖVERSIKTLIG ÅTGÄRDSUTREDNING

Pottholmen etapp 2, Karlskrona kommun

Uppdragsnamn	Åtgärdsutredning Infartsleden Pottholmen Etapp 2
Uppdragsnummer	10381451
Författare	Vilhelm Bard
Datum	2025-04-22
Ändringsdatum	2025-05-21
Granskad av	Per Sander
Godkänd av	Emmy Olsson

Kund

Karlskrona kommun

KONSULT

WSP

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

KONTAKTPERSONER

Karlskrona kommun (Beställare)

Eva Ulfsson Karlströmer
0455-32 16 44, Eva.karlstromer@karlskrona.se

WSP Sverige AB

Vilhelm Bard (Handläggare)
010-722 55 33, vilhelm.bard@wsp.com

Emmy Olsson (Uppdragsledare)
010-722 56 54, emmy.olsson@wsp.com



INNEHÅLL

1	Inledning	1
1.1	Uppdrag och syfte	1
2	Övergripande åtgärds mål	2
3	Förslag till mätbara åtgärds mål	2
4	Identifierad förorenings situation och åtgärds behov	3
4.1	Slutsatser från riskbedömning	4
4.2	Tillkommande efter riskbedömningen	4
4.3	Platsspecifika förutsättningar och identifierat åtgärds behov	5
4.3.1	Väg	6
4.3.2	Park	7
4.3.3	Stad	8
4.4	Fördelning av föroreningar i jord	9
4.5	Mängd föroreningar i jord	10
4.6	Sammanfattning behov av riskreduktion och avhjälpande åtgärder	11
5	Inledande alternativanalys	11
5.1	Inledande alternativanalys	12
5.1.1	Administrativa åtgärder	12
5.1.2	Schaktsanering	13
5.1.3	Övertäckning	13
6	Tänkbara åtgärds metoder	13
7	Fördjupad alternativanalys	14
7.1	Omfattning och begränsningar	15
7.1.1	Beaktade kostnadsslag	15
7.2	Nollalternativ	16
7.2.1	Genomförande	16
7.2.2	Måluppfyllelse	16
7.2.3	Kostnader	16
7.2.4	Riskreduktion	16
7.2.5	Risker och störningar under åtgärds tiden	16
7.3	Alternativ 1 – Minst 0,5 meter rena massor inom park och stad	17
7.3.1	Genomförande	17
7.3.2	Måluppfyllelse	17
7.3.3	Kostnader	17

7.3.4	Riskreduktion	17
7.3.5	Risker och störningar under åtgärdstiden	17
7.3.6	Mätbara åtgärds mål	18
7.4	Alternativ 2 – Minst 1 meter rena massor inom Park och 0,7 meter rena massor inom stad	18
7.4.1	Genomförande	18
7.4.2	Måluppfyllelse	18
7.4.3	Kostnader	18
7.4.4	Riskreduktion	18
7.4.5	Risker och störningar under åtgärdstiden	19
7.4.6	Mätbara åtgärds mål	19
7.5	Alternativ 3 – Minst 1 meter rena massor inom Park och 1,5 meter rena massor inom stad	19
7.5.1	Genomförande	19
7.5.2	Måluppfyllelse	19
7.5.3	Kostnader	19
7.5.4	Riskreduktion	20
7.5.5	Risker och störningar under åtgärdstiden	20
7.5.6	Mätbara åtgärds mål	20
7.6	Maxalternativ – Fullständig schakt ned till 0 MÖH	20
7.6.1	Genomförande	20
7.6.2	Måluppfyllelse	20
7.6.3	Kostnader	20
7.6.4	Riskreduktion	21
7.6.5	Risker och störningar under åtgärdstiden	21
7.6.6	Mätbara åtgärds mål	21
8	Jämförelse av alternativens effekt	21
9	Slutsatser och rekommendationer	22
10	Referenser	23

1 INLEDNING

1.1 UPPDRAG OCH SYFTE

WSP Sverige AB (WSP) har av Karlskrona kommun (Beställaren) fått i uppdrag att ta fram och genomföra en miljöteknisk undersökning inom aktuellt undersökningsområde (UO), se figur 1. Undersökningen föränleds av pågående arbete med en ny detaljplan (Pottholmen etapp 2).

Som en del av uppdraget har WSP tidigare tagit fram en riskbedömning baserat på resultaten från den miljötekniska undersökningen (WSP, 2023). Föreliggande åtgärdsutredning utgår från det åtgärdsbehov som bedömdes finnas i riskbedömningen.

Inom delar av planområdet har flertalet undersökningar och utredningar tidigare genomförts. Under 2016 gjordes bl.a. en större undersökning med riskbedömning (WSP, 2016) inom en del av planområdet.

Syftet med föreliggande översiktlig åtgärdsutredning är att utvärdera tänkbara åtgärdsalternativ baserat på de risker och platsspecifika förutsättningar som identifierats utifrån planerad markanvändning.

Pottholmen etapp 2 ligger i den norra delen av Karlskrona centrum. Planområdet sträcker sig från Pantarholmen i norr till gatan Järnvägstorget i söder. I väster avgränsas området av järnvägen, i öster av Hamnfjärden/Stadsmarinan samt kvarteret Fängelset och kvarteret Nauckhoff. Planområdet är ca 5,3 ha stort och drevs initialt som en gemensam detaljplan. På grund av olika utmaningar gällande tid och processer kring olika byggrätter har planområdet nu delats upp i två separata detaljplaner, se detaljerad beskrivning av aktuella detaljplaner på Karlskrona kommuns hemsida.

Utgångspunkten för föreliggande åtgärdsutredning är att denna ska ligga till grund dels för den största delen (som omfattas av nu aktuell detaljplan (Österleden), del av Karlskrona 4:10 (f.d. 4:74) – när denna planprocess blir aktuell.

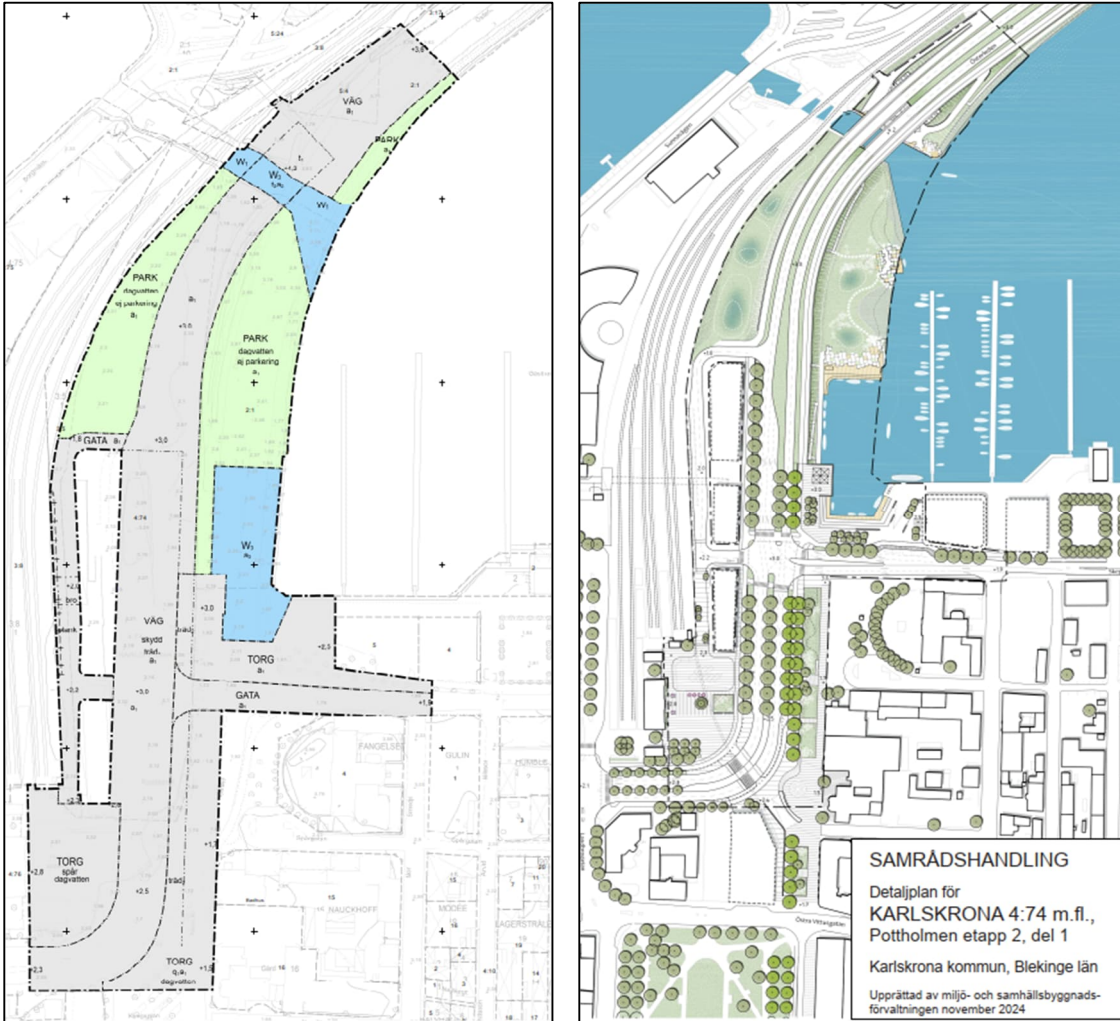
Inom planområdet finns 4 olika typer av markanvändningar och scenarier upptagna i riskbedömningen.

- Park 0-1 meter
- Park > 1 meter
- Väg
- Stad (Gata, torg, kontor)

De norra delarna av Pottholmen etapp 2 föreslås utvecklas till en skärgårdspark och en dagvattenpark. Det öppna parkområdet med låg skärgårdsvegetation tydliggör övergången mellan Pantarholmen och Trossö på ett tydligare sätt samt bevarar viktiga utblickar över vattnet och mot de inre befästningarna, se aktuella områden för Park i Figur 1.

Österleden föreslås omgestaltas till en stadsboulevard som omges av alléer för att minska den starka trafikprägeln och förbättra för gång- och cykeltrafiken samt skapa en bättre entré till världsarvsstaden Karlskrona. Vägen föreslås fortfarande omfatta fyra filer, två i vardera riktningen, men vägens vägrenar tas bort. Se området VÄG i Figur 1.

Stadsboulevarden bibehåller vattenkontakten för att betona Karlskrona som staden i havet. Stadens möte med havet är avgörande för karaktären och upplevelsen av stadens entré. Se området GATA / TORG i Figur 1. I riskbedömningen (WSP 2023) benämns detta område som STAD.



Figur 1 Utdrag från plankartan till detaljplanen till vänster och detaljplan för Karlskrona 4:74 mfl (samrådshandling).

2 ÖVERGRIPANDE ÅTGÄRDSMÅL

Övergripande åtgärds mål anger vad man vill uppnå med en eventuell efterbehandling och visar vilken användning eller funktion ett område önskas ha efter genomförda åtgärder. Åtgärds målen kan tas fram i samråd med tillsynsmyndighet, verksamhetsutövare och andra intressenter. I framtiden miljö- och hälsoriskbedömning har följande övergripande åtgärds mål föreslagits:

- Området ska kunna nyttjas för park, blandad stadsbebyggelse och väg.
- Markföroreningar ska inte utgöra oacceptabla hälsorisker för besökande eller yrkesverksamma.
- Spridning av förorening från området ska inte ge upphov till oacceptabel påverkan på recipienten.

3 FÖRSLAG TILL MÄTBARA ÅTGÄRDSMÅL

Som principiellt mätbara åtgärds mål för planområdet föreslås i detta skede framtagna platsspecifika riktvärden, se (WSP, 2023), med undantag för bly.

Att enbart basera mätbara åtgärds mål på platsspecifika riktvärden kan dock bli missvisande beroende på val av åtgärd, då risk inte enbart beror på halter i jord utan kan också omfatta exempelvis avstånd till förorening eller inkapsling (otillgängliggörande) av föroreningar. Följande utvecklingar och justeringar från platsspecifika riktvärden som mätbara åtgärds mål föreslås dock ske enligt:

- Beräknat riktvärde för bly inom PARK 0-1 meter i riskbedömning anges till 20 mg/kg TS. Det beräknade riktvärdet underskrider det generella riktvärdet för bly vid känslig markanvändning, KM, vilket beror på att det generella riktvärdet för KM är ett s.k. policybaserat riktvärde som tagits fram baserat på praktiska och ekonomiska överväganden och motsvarar således inte de riktvärden som ges av Naturvårdsverkets beräkningsmodell.

Som mätbart åtgärds mål i form av halter för bly föreslås av WSP att uppjusteras till KM, dvs 50 mg/kg, inom Park 0-1 meter. För övriga analysparametrar föreslås tidigare angivna platsspecifika riktvärden för respektive markanvändning.

4 IDENTIFIERAD FÖRORENINGSSITUATION OCH ÅTGÄRDSBEHOV

Aktuellt planområde är ett stort, långsmalt område som fyllts ut i havet vid olika tillfällen. Även om en betydande provtagnings- och analysomfattning utförts får nu tillgängligt underlag för hela området anses vara översiktligt, vilket innebär att det är komplicerat att beräkna representativa halter för varje delområde / markanvändningsområde. Av denna anledning har i detta skede en representativ halt beräknats för hela planområdet. Av resultaten har dock avvikande halter avseende PAH påvisats i norr (beläget utanför nu aktuellt planområde) och i söder, på det nuvarande Stationstorget, där kompletterande undersökningar har utförts, se (WSP, 2023A). Beräknade representativa halter (UCLM95 exkl. outliers för undersökningsområdet redovisas i Tabell 1 tillsammans med de platsspecifika riktvärden för respektive markanvändning som togs fram i riskbedömningen (WSP, 2023). UCLM95 exkl. outliers har valts som representativa halter i detta fall då aktuella outliers i södra delen har undersökts i kompletterande undersökningar, se Tabell 2, där del av resultat från kompletterande undersökning vid stationstorget redovisas.

Tabell 1 Beräknade representativa halter inom undersökningsområdet exklusive outliers samt beräknade platsspecifika riktvärden (WSP, 2023). Samtliga halter anges i mg/kg TS.

Parameter	UCLM 95 exkl. outliers				Platsspecifika riktvärden, PSRV			
	Samtliga	0,0-0,5m	0,5-1,0m	1,0-1,5m	Park 0-1m	Park >1m	Stad	Väg
Arsenik	4,7*	3,5*	5,9*	8,5*	10**	60	25	100
Barium	100	70	125	162	300	20 000	10 000	18 000
Bly	179	79	74	292	20 (50***)	350	180	500
Kobolt	6,1	5,5	7,8	10	35	250	80	100
Koppar	68	36	96	179	200	2 500	800	1 000
Krom	34	15	11	15	150	1 800	600	700
Nickel	18	9,3	15	23	120	1 200	400	500
Vanadin	25	25	33	32	200	2 000	600	800
Zink	211	87	91	203	500	10 000	3 000	3 500
Kvicksilver	0,51	0,23	0,26	0,88	1	2,5	0,8	1
Bensen	0,006	0,01	0,007	0,005	1	3,5	1,2	12
Alifater >C16-C35	66	164	99	99	1 000	2 500	2 500	2 500
Aromater >C10-C16	3,4	4,6	3,3	7,7	15	500	180	200
Aromater >C16-C35	3	10	6,7	38	40	60	20	25
PAH-L	1,9*	1,0*	0,9*	0,2*	15	150	50	60
PAH-M	5,9*	23*	9,4*	5,6*	20	60	20	40
PAH-H	3,7*	18*	13*	5,4*	1,8	40	18	50

* Identifierade outliers i 22W02, 22W03 och 22W31 har exkluderats

** Riktvärdet begränsas av naturlig bakgrundshalt som ej är riskbaserad

*** Generellt riktvärde för KM (policybaserat riktvärde)

Tabell 2 Resultat av analyserade samlingsprover, Stationstorget. Halter anges i mg/kg TS.

Parameter	NV	NV	NO	NO	SV	SV	SO	SO	PSRV
	saml	saml	Saml	Saml	Saml	Saml	Saml	Saml B	
	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 1	Nivå 2	Stad
Arsenik	5,8	<2,5	11	3,1	41	10	<2,5	2,8	25
Barium	51	39	42	57	45	42	37	59	10 000
Bly	15	17	12	52	26	34	8,2	37	180
Kobolt	6,2	3,5	5,1	4,8	4	3,5	6	4,7	80
Koppar	25	15	16	27	19	26	15	29	800
Krom	22	7,6	13	11	11	6,7	11	11	600
Nickel	9	5,3	6,2	7,7	6,7	5,2	6,2	6,9	400
Vanadin	29	14	22	22	16	12	27	22	600
Zink	46	32	45	52	63	44	37	38	3 000
Kvikksilver	0,015	0,036	0,024	0,18	0,067	0,079	0,011	0,13	0,8
Bensen	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	1,2
Alifater >C16-C35	92	<10	33	12	43	<10	20	11	2 500
Aromater >C10-C16	87	<1	<1	<1	16	<1	<1	<1	180
Aromater >C16-C35	33	1,5	2,3	<1	36	2	<1	<1	20
PAH-L	30	0,1	0,41	0,046	4,8	0,22	0,037	<0,03	50
PAH-M	360	3,4	6	0,67	92	4,6	0,45	0,31	20
PAH-H	140	5	6,7	1,1	97	7,3	0,76	0,62	18

4.1 SLUTSATSER FRÅN RISKBEDÖMNING

Riskbedömningen visar att det inte går att utesluta att det finns ett åtgärdsbehov på området då följande risker inte kan uteslutas:

- Förekomsten av bly över korttidsriktvärdet kan inte uteslutas inom planområdet. Sannolikheten att påträffa halter över korttidsriktvärdet är dock låg om man ser till halter i hela jordvolymen och mycket låg i yttlig jord.
- Förhöjda hälsorisker på grund av halter av PAH-M och PAH-H i områden med planerad markanvändning STAD kan inte uteslutas vid jämförelse med halter i yttlig jord. Styrande exponeringsväg för PAH-M är Inandning av ånga i inomhusluft och för PAH-H styrs riktvärdet av hudkontakt med jord/damm. De förhöjda hälsoriskerna kan inte uteslutas även om outliers exkluderas.
- Förhöjda hälsorisker på grund av halter PAH-M och PAH-H i områden med planerad markanvändning STAD kan inte uteslutas vid jämförelse av samtliga analyser. Om bedömningen i stället görs utan outliers underskrider halterna aktuella riktvärden.
- Vid anläggandet av PARK kommer det att krävas att matjord tillförs mellan ca 0–1 meter. Detta för att kunna bereda för de förutsättningar som krävs för att anlägga parkmark. Denna typ av massor saknas idag inom planområdet.
- Belastningen från planområdet är större än normalbelastningen enligt NV 5540 avseende arsenik, nickel och kvikksilver när beräkningen görs med halter i jord.
- När beräkningen görs med uppmätta maxhalter i grundvatten blir belastningen avsevärt mycket mindre. Detta tyder på att belastningen överskattas vid beräkning med halter i jord. Spridning från planområdet bedöms därför inte utgöra någon reell risk.

4.2 TILLKOMMANDE EFTER RISKBEDÖMNINGEN

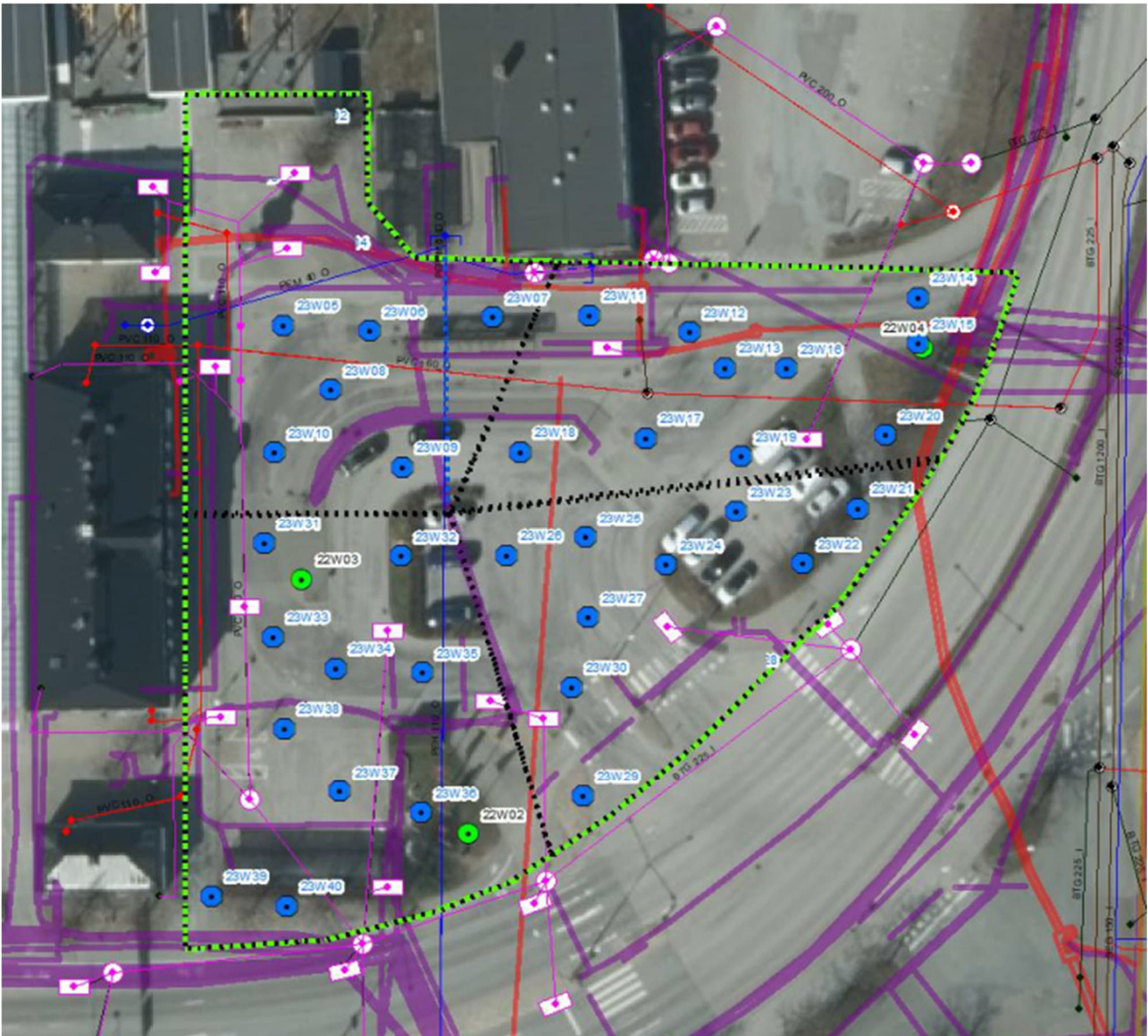
Sedan riskbedömningen tagits fram har flera olika miljötekniska undersökningar utförts inom eller i direkt anslutning till området, se (WSP, 2023A), (WSP, 2024), (WSP, 2025).

I detta skede har endast resultat från (WSP, 2023A) beaktats i denna åtgärdsutredning. Resultaten kan sammanfattas enligt nedan;

I riskbedömningen påvisades halter av PAH som var avvikande från övriga delar av undersökningsområdet. Detta föranledde till att en separat miljöteknisk markundersökning utfördes inom Stationstorget.

Stationstorget delades in i 4 olika beslutsenheter, se Figur 2. Inom respektive beslutsenhet uttogs flertalet skruvborrspunkter som slogs ihop till samlingsprov. Ett mindre antal stickprover analyserades också. I två av beslutsenheterna påvisades PAH-föreningar i nivå med de outliers som tidigare noterats. De aktuella beslutsenheterna är belägna på stationstorgets västra delar, närmast stationsbyggnaden. I de övriga två rutorna var massorna annorlunda och påvisade inga avvikande föroreningshalter. Se även kap 4.3.3.3.

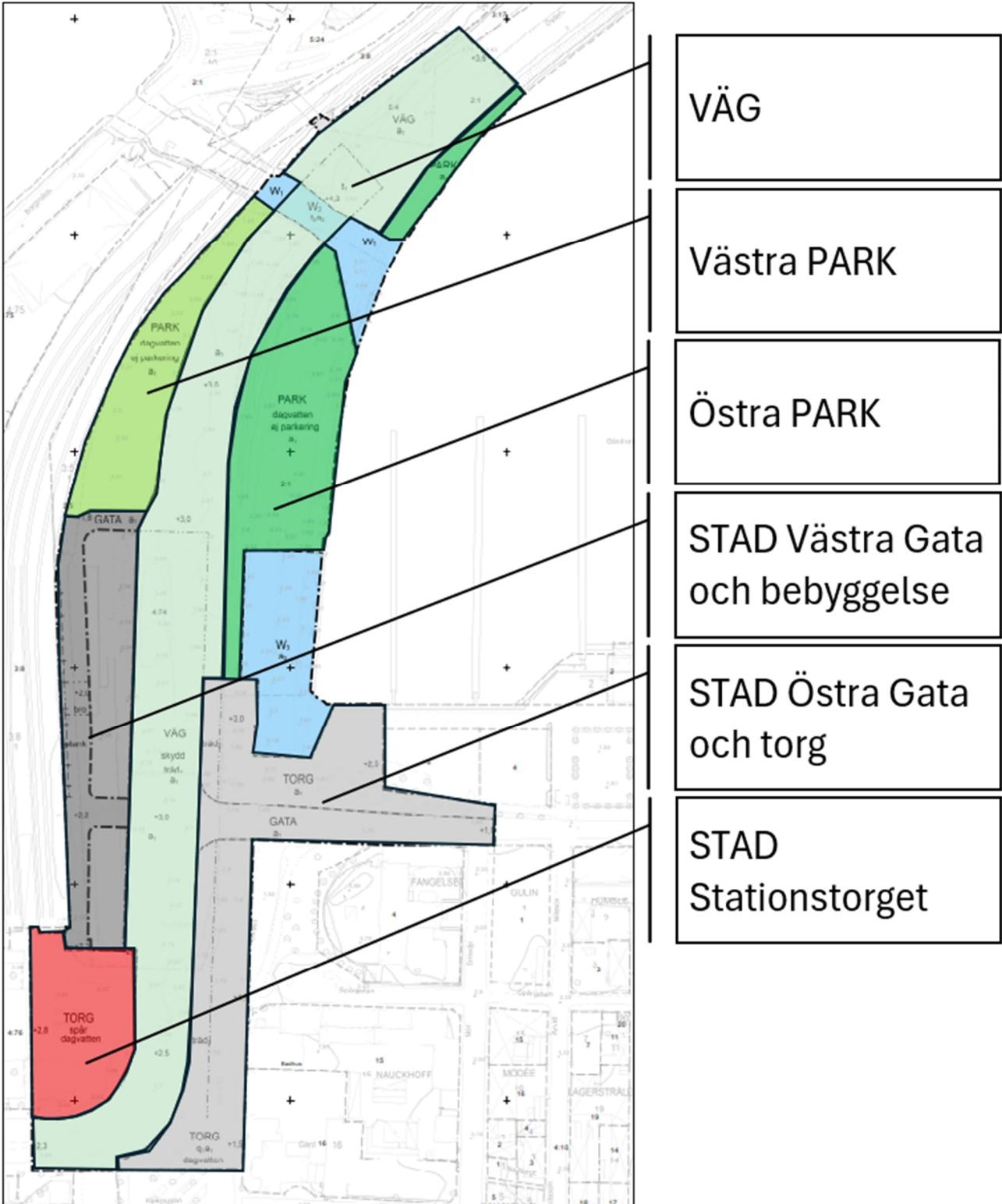
De avvikande halterna av PAH inom delar av området kunde således bekräftas.



Figur 2 Utförd kompletterande undersökning inom Stationstorget, Karlskrona. WSP 2023A.

4.3 PLATSSPECIFIKA FÖRUTSÄTTNINGAR OCH IDENTIFIERAT ÅTGÄRDSBEHOV

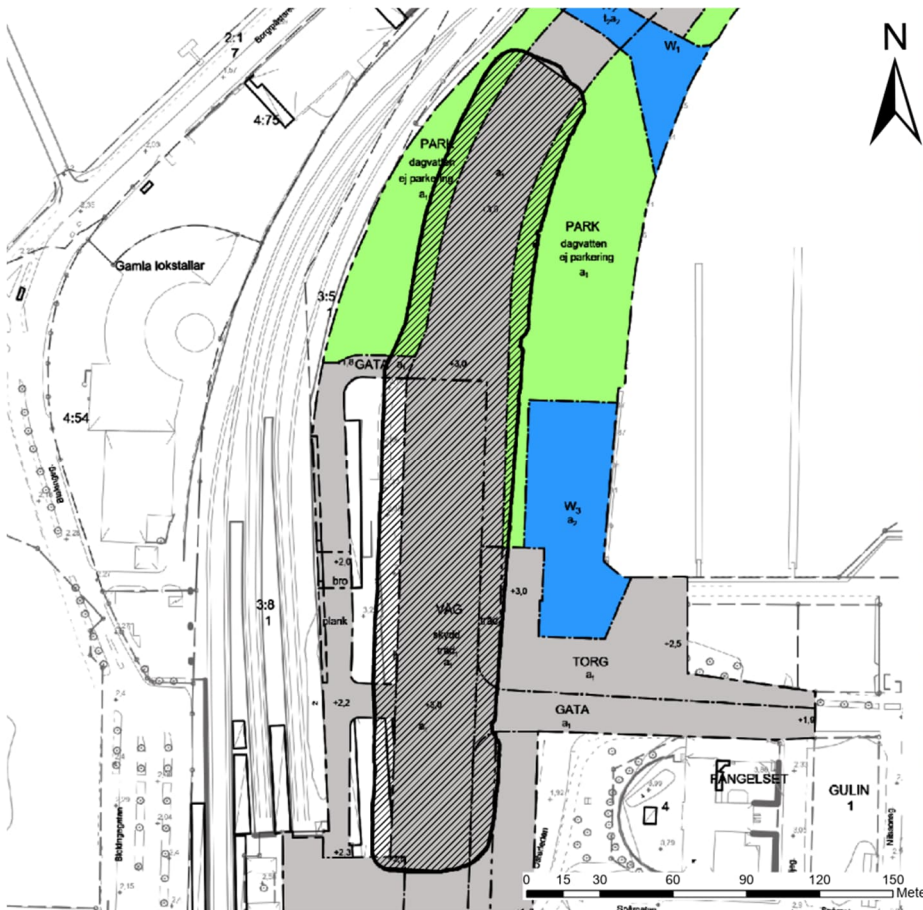
Förutsättningarna inom de olika delarna av park, stad är olika för delar av områdena. Dels inom park där befintliga och planerade markhöjder är olika och inom Stationstorget (Stad) där kompletterande provtagningar utförts. Den uppdelning av planområdet som används i föreliggande åtgärdsutredning redovisas i Figur 3.



Figur 3 Indelning av delområden i föreliggande åtgärdsutredning.

4.3.1 Väg

Inom Väg föreligger inget åtgärdsbehov. Detta baseras dels på påvisade halter i jord, dels att det planerade området för väg kommer att höjas med en överlast, se figur 4.



Figur 4 Ungefärlig utbredning av överlast på väg (grå rasterad yta).

4.3.2 Park

4.3.2.1 Västra parken

Denna del av området planeras att brukas som PARK med dagvattenhantering genom att grönytor och dammanläggningar anläggs. Befintlig markhöjd är ca 2,2 möh. Detta innebär således att överskottsmassor i viss utsträckning kommer behöva hanteras. Planerad markhöjd är ca 2,0 meter men med en marklutning åt norr där lägsta marknivån är ca 1,6 möh.

Det går i dagsläget, med befintlig datamängd, inte utesluta att förhöjda hälsorisker avseende bly och PAH-H förekommer inom området, vid planerad markanvändning på djupet 0,0-1,0 meter under planerad markyta.

Huruvida ett åtgärdsbehov föreligger kan således inte uteslutas i detta skede. Det bedöms däremot som troligt att massor inom området ändå kommer behöva hanteras pga. den effektiva sänkningen av marknivån inom delar av området och anläggning av planerade dammar. Av den anledningen bör området klassificeras innan hantering / åtgärd.

Massorna inom området består idag av fyllnadsmassor av grusig sand med inslag av lera. Sporadiskt förekommer inslag av tegel och trä i massorna. Antalet miljöanalyser inom del av området är begränsat (7 analyser fördelade på 6 provpunkter) på djupet 0,0-1,5 meter.

I djupare massor >1,5 meter under markytan finns 5 analyser.

I ytliga massor går det inte att utesluta att halten av bly överskrider platsspecifikt riktvärde oavsett om riktvärdet sätts till bakgrundshalt på 20 mg/kg (se NV uppdaterade beräkningsprogram) eller om det justeras till att motsvara generellt riktvärde för KM 50 mg/kg. Riktvärdet begränsas av bakgrundshalt / oralt intag av jord. Enstaka halter av PAH-H som överskrider platsspecifikt riktvärde kan förekomma. Det aktuella riktvärdet för PAH-H styrs av intag av växter.

Det går inte att utesluta att representativa halter avseende bly och PAH-H överskrider platsspecifika riktvärden i den ytliga jorden. Åtgärdsbehovet är dock beroende på avståndet till förorenade massor efter planerad marknivå varför den planerade markhöjden i området (och vilka massor som behöver ersättas för att uppnå den tänka miljön) kan innebära att åtgärdsbehovet minskar.

Det ska också noteras att det är allmänt känt att de ingångsvärden avseende lösligheten för PAH-H i Naturvårdsverkets beräkningsmodell i flera fall är mycket konservativ. Behovet av åtgärder skulle troligtvis kunna minskas i det fall en fördjupad undersökning avseende löslighet (POM-test) genomförs. I djupare belägna massor ses likvärdiga halter – men då det platsspecifika riktvärdet är högre i djupare belägna massor bedöms åtgärdsbehovet lägre.

4.3.2.2 Östra parken

Detta område planeras att brukas som PARK med dagvattenhantering genom att grönytor anläggs.

Befintlig markhöjd är ca 3,3 möh och utgörs av väg. Den befintliga vägen kommer tas bort och ersättas med ett parkområde. Planerad markhöjd är ca 1,8 möh.

Översta lagret utgörs av ca 0,4 meter asfalt följt av stenig, grusig sand.

Detta innebär således att massor i viss utsträckning kommer behöva hanteras för att verkställa planerad marknivå. Miljöanalyser i jord saknas för området och gör det i nuläget svårt att bedöma föroreningsituationen och åtgärdsbehovet.

4.3.3 Stad

4.3.3.1 Östra gatan och torg

Området planeras att brukas som STAD utan byggnader, dvs gata och torg. Ytan kommer till största del vara hårdgjord bortsett från planteringar och trädalléer.

Befintlig markhöjd är ca 1,8 möh och utgörs i dagsläget av väg. Den befintliga vägen kommer tas bort och ersättas med ny hårdgjord stadsmark. Planerad markhöjd är ca 2,5 möh. Detta innebär således att massor kommer behöva påföras för att verkställa planerad mark. Miljöanalyser i jord saknas för området och gör det i nuläget svårt att bedöma föroreningsituationen och åtgärdsbehovet.

4.3.3.2 Västra gatan och bebyggelse

Denna del planeras att brukas som STAD med bebyggelse i form av hotell / kontor samt omgivande gator. Ytan kommer till största del vara hårdgjord.

Befintlig markhöjd är ca 2,2 möh och utgörs i dagsläget av väg. Den befintliga vägen kommer tas bort och ersättas med ny hårdgjord stadsmark. Planerad markhöjd är ca 2,0 möh. Detta innebär således att massor i viss utsträckning kan komma behöva hanteras för att verkställa planerad mark.

Antalet miljöanalyser inom del av området är begränsat (5 analyser). Generellt är halterna underskridande platsspecifikt riktvärde inom området.

Påvisad maxhalt av bly överskrider riktvärdet för bly (avseende hälsa – oralt intag av jord). Det går inte att utesluta att de representativa halterna av bly och PAH-H överskrider platsspecifika riktvärden inom området.

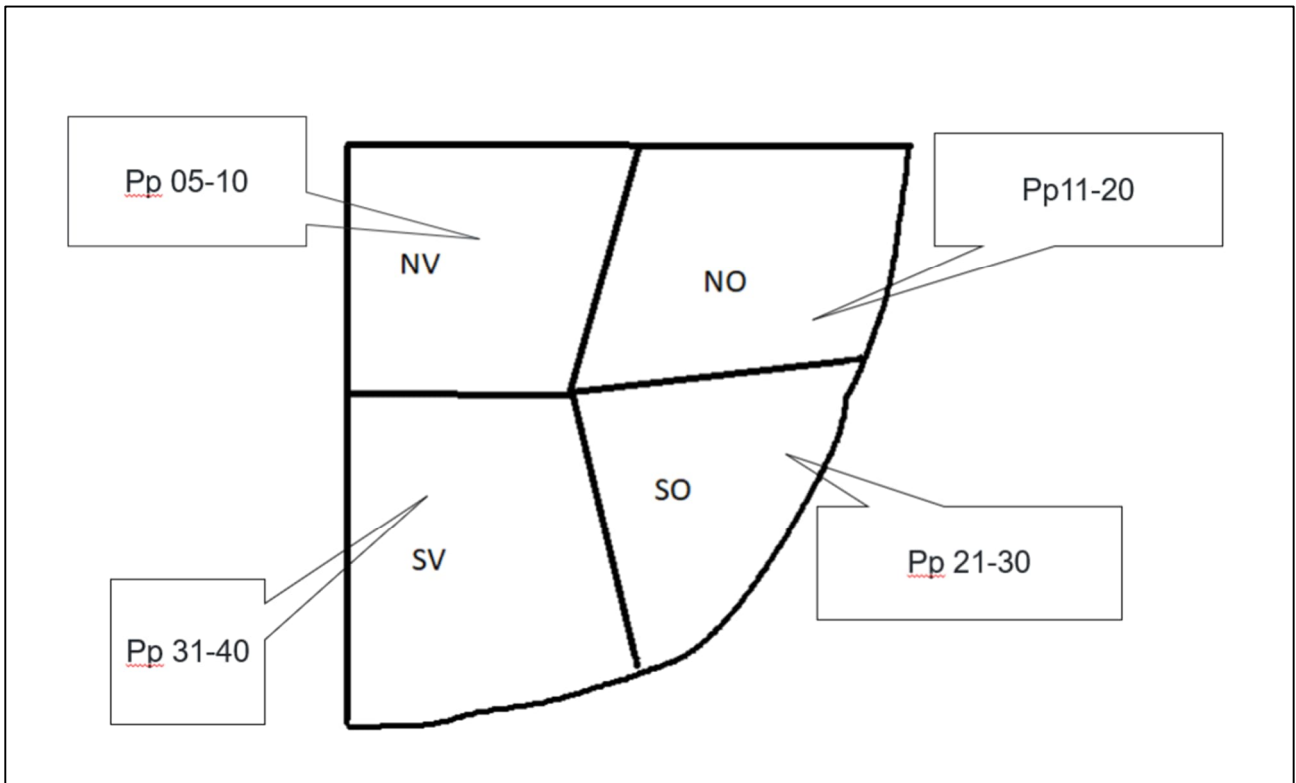
Det ska dock noteras att det är allmänt känt att de ingångsvärden avseende lösligheten för PAH-H i Naturvårdsverkets beräkningsmodell i flera fall är mycket konservativ.

4.3.3.3 Stationstorget

Stationstorget planeras att brukas som STAD utan byggnader, dvs torg. Ytan kommer till största del vara hårdgjord.

Inom stationstorget påvisades inledningsvis två avvikande höga halter av PAH, primärt PAH-H. Efter detta, och efter riskbedömningen, genomfördes en kompletterande provtagning inom stationstorget.

Utbredningen av PAH-föreningar avgränsades till den västra delen av torget. PAH-H halter överskridande platsspecifika riktvärden påvisades vid analys av samlingsprover samt i stickprover. PAH-H över riktvärdet för fri fas påvisas både i samlingsprov och i stickprover. Representativa halter inom rutorna NV och SV överskrider avseende PAH-M och PAH-H samt av aromater och arsenik i ruta SV.



Figur 5 Beslutsenheter som provtagits inom Stationstorget i kompletterande provtagning.

4.4 FÖRDELNING AV FÖRORENINGAR I JORD

Baserat på den ingående datamängden har en haltklassfördelning tagits fram, se Tabell 3.

Tabell 3 Haltklassfördelning för de olika delområdena.

Fördelning	<PSRV	>PSRV	Andel av >PSRV >KM	Andel av >PSRV >MKM
Park Östra	50%	50%	50%	50%
Park Västra	50%	50%	50%	50%
Östra gatan och torg	80%	20%	-	100%
Västra gatan och bebyggelse	80%	20%	-	100%
Stationstorget	50%	50%	-	100%

I Tabell 3 visas att mellan 50-80% av massorna inom respektive delområde beräknas innehålla föroreningshalter som underskrider framtagna platsspecifika riktvärden. Detta innebär samtidigt att mellan 50-20% av massorna beräknas innehålla föroreningshalter som överskrider platsspecifika riktvärden.

Av de massor som överskrider platsspecifika riktvärden inom park innehar ca hälften av dessa (dvs 25%) halter som överskrider KM och resterande del överskrider MKM.

Av de massor som inom stadsdelarna överskrider platsspecifika riktvärden har samtliga halter överskridande MKM. I detta skede bedömer WSP att inga halter överskridande farligt avfall (FA) förekommer.

4.5 MÄNGD FÖRORENINGAR I JORD

För att kvantifiera och mängda identifierade föroreningar har mängden förorenade massor beräknats för respektive markanvändning. Som tidigare nämnts är underlaget för dessa beräkningar inom vissa delar begränsade och bygger ibland på rena antaganden. Beräknade mängder av förorenade massor redovisas i Tabell 4. Massornas densitet antas i detta fall till 1,8 kg/m³.

Tabell 4 Mängdberäkningar

Markanvändning	Delområde	m ²	Djup	m ³	Ton (avrundat)
PARK	Västra parken	3 200	1,5	4 800	8 650
PARK	Östra parken	5 500	2,5	13 750	24 750
STAD	Östra gatan och Torg	11 350	1,5	17 030	30 650
STAD	Västra gatan och Bebyggelse	6 450	1,5	9 675	17 420
STAD	Stationstorget	3 500	1,5	5 250	9 450

Av de beräknade representativa halterna i jord på olika djup, fördelningen massor som överskrider platsspecifika riktvärden och ovan mängdberäkningar har mängden förorening (i kg) beräknats. I de fall analysresultat saknas på djupet har föroreningshalterna antagits vara samma som sista kända nivå, i detta fall primärt nivån 1,0-1,5 meter under markytan.

Mängd förorening har också beräknats utifrån ett scenario där aktuella massor är i nivå med platsspecifika riktvärden. Se Tabell 5.

Tabell 5 Beräknade föroreningsmängder i kilogram (kg) inom PARK, STAD och Stationstorget i relation till beräknade mängder vid tangering av mätbara åtgärdsområden.

Mängd förorening (kg), baserat på representativa halter						
Ämne	PARK (Västra)	PARK (Östra)	STAD (Östra)	STAD (västra)	Stationstorget	Summa (avrundad)
Bly	640	1 100	4 550	2 580	400	9 270
PAH-M	55	95	390	220	375	1 135
PAH-H	52	90	370	210	210	932
Mängd förorening (kg), Baserat på platsspecifika riktvärden						
Bly	215	370	5 210	2 960	1 600	10 355
PAH-M	90	150	645	365	200	1 450
PAH-H	7	13	520	295	160	995

Av Tabell 5 ses att mängden (tillika halten) bly är för stor inom parkområdena vilket resulterar i att mängderna behöver minskas med ca 65%. För PAH ses att mängden PAH-H fortsatt är för stor inom park samt inom Stationstorget. Inom stationsområdet behöver mängden PAH-M minskas med ca 50% respektive 25% för PAH-H.

4.6 SAMMANFATTNING BEHOV AV RISKREDUKTION OCH AVHJÄLPANDEÅTGÄRDER

I detta skede sammanfattas behovet av avhjälpandeåtgärder enligt nedan.

VÄG – ej åtgärdsbehov

PARK – WSP bedömer i detta skede att ca 50 % av massorna överskrider platsspecifika riktvärden för parkmark, främst avseende bly och PAH-H.

I dessa massor Inom park är mängden, tillika halten, bly och PAH-H för hög. För bly med ca 1700 kg (70 %) och PAH-H med 140 kg (90 %) och behöver således minskas alternativt avskärmas.

STAD – WSP bedömer i detta skede att ca 20 % av massorna överskrider mätbara åtgärdsgränser för STAD, främst avseende bly och PAH-H och behöver således minskas alternativt avskärmas.

Mängden bly är sammantaget inte för högt inom området. Förhöjda halter av bly påvisas dock i djupa marklager (1,0-1,5 meter) vilket resulterar i att WSP bedömer att bly ej utgör någon risk vid planerad markanvändning varken inom Östra gatan eller västra gatan. Liknande situation ses för PAH-H, men i yttlig jord.

Majoriteten av PAH-föreningarna kan således komma att hanteras i samband med sänkningen av marknivån inom området. Vilket resulterar i att en yttlig schakt (0,0-0,5 meter) bedöms hantera eventuella risker avseende PAH. Eventuella risker med PAH inom området är utöver detta med stor sannolikhet överskattade då PAH-föreningen är åldrad och lösligheten överskattad.

Avseende stationstorget WSP bedömer i detta skede att ca 50% av massorna överskrider platsspecifika riktvärden för stad med avseende på PAH-M och PAH-H.

Mängden PAH-M och PAH-H är för hög inom området. Generellt tycks föreningarna vara avgränsad till områdets västra delar (vilket grovt motsvarar 50% av området och massorna. Föreningarna påträffas primärt 0,0-0,5 meter under markytan. Mängden PAH behöver minskas med ca 80% alternativt avskärmas.

5 INLEDANDE ALTERNATIVANALYS

Åtgärdsbehov går i detta skede inte att utesluta inom planområdet med avseende på jord. Styrande föreningar är bly, PAH-M och PAH-H avseende hälsorisker vid oralt intag av jord respektive ånginträngning. I Tabell 6 nedan listas ett antal tänkbara åtgärdsmetoder som eventuellt skulle kunna vara tillämpbara.

Tabell 6 Lista avseende vanligt förekommande metoder för avhjälpandeåtgärder.

Metod	Lämpligt att utreda vidare	Kommentar
Administrativa åtgärder	Tveksamt	Bedöms inte vara genomförbart med planerad detaljplan.
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 massor för att förhindra exponering.
Kemisk oxidation	Nej	Bryter ner organiska föroreningar genom oxidation och tillämpas på föreningar som finns i den mättade zonen. Fungerar inte på metaller.
Fytosanering	Nej	Föroreningen extraheras eller stabiliseras med hjälp av växter. Metoden tar lång tid
Termisk behandling ex-situ	Nej	Massorna grävs först upp och flyktiga föroreningar drivs ut ur jorden med hjälp av värme. Metoden används enbart för flyktiga föroreningar och fungerar inte för metaller.
Biologisk behandling	Nej	Destruktion av föroreningarna med hjälp av mikroorganismer. Fungerar inte för metaller samt kräver lång tid och utreds därför inte vidare.
Solidifiering/stabilisering (S/S)	Nej	Metoden utförs in-situ eller ex-situ och minskar föroreningarnas rörlighet genom bindning i en stabiliserad massa eller omvandling via kemiska reaktioner. Metoden är mindre lämplig i det här fallet eftersom fyllnadsmassorna är heterogena jordar samt att den kan begränsa områdets användning.

5.1 INLEDANDE ALTERNATIVANALYS

Nedan beskrivs de åtgärdsmetoder som bedömts vara lämpliga att utreda vidare

5.1.1 Administrativa åtgärder

Detta alternativ betraktas enligt Naturvårdsverket som skyddsåtgärder om det inte kan kombineras med mer konkreta åtgärder (Naturvårdsverket, 2009b). Administrativa åtgärder kan innebära 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 i så fall en begränsning eller ett hinder för människors exponering av föroreningar.

I det här fallet bedöms de administrativa åtgärderna kunna omfatta reglering i samband med nybyggnation med tanke på risken för ånginträngning av föroreningar såsom PAH. Vidare kan administrativa åtgärder omfatta restriktioner reglering på vistelse under åtgärdstiden för att minimera risk för exponering.

Renodlade administrativa åtgärder bedöms ej vara förenliga förena med planerad detaljplan på fullgott sätt och metoden beaktas ej vidare i nästa steg.

5.1.2 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 och utsläpp av växthusgaser. Behov av återfyllning och krav på användning av naturresurser kan uppstå.

Schaktsanering är högst genomförbar åtgärds metodik för området med priset av att massorna som schaktas ur körs i väg och placeras på en annan, mer kontrollerad plats (till exempel en deponi).

Metoden anses aktuell att utreda i fördjupad alternativanalys.

5.1.3 Övertäckning

Denna metod innebär övertäckning med externa massor för att minska exponering för människor av föroreningar. 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 exempelvis schakt. 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.

I praktiken kommer en övertäckning att ske oavsett, på de områden där planerad markhöjd är högre än den befintliga. Eftersom inget område med åtgärdsbehov planeras för någon direkt höjning av marken är inte alternativet tillämpbart, bortsett från Stationstorget. Inom stationstorget bedöms dock halterna av PAH vara för höga för att övertäckning ensamt ska vara en försvarbar åtgärd.

Metoden anses aktuell att utreda i fördjupad alternativanalys.

6 TÄNKBARA ÅTGÄRDSMETODER

Relevanta åtgärds metoder för de olika delområden inom nu aktuellt planområde omfattar primärt schakt i olika omfattningar i kombination med övertäckning.

Orsaken till att schakt i det förekommande fallet är den typ av åtgärd som bedöms som lämplig är att massorna, i det fall de anses vara förorenade, är i en typ av blandförorening av metaller och / eller PAH-föreningar, vilket drastiskt minskar urvalet av alternativa åtgärder.

Däremot är det möjligt att minska behovet av schakt genom att utföra kompletterande och fördjupade undersökningar avseende föroreningarnas form och tillstånd, exempelvis genom att undersöka lösligheten av PAH.

För det aktuella planområdet sammanfattas tänkbara åtgärder övergripande.

Väg: Inget behov av avhjälpandeåtgärder bedöms föreligga. Området kommer att fyllas upp (överlast) inför anläggandet av nya infartsleden.

Västra parken. Olika omfattningar av schakt tänkas som avhjälpandeåtgärd inom området. Baserat på de höjder som i nuläget finns tillgängliga är det troligt att ett maximalt schaktdjup om 1,5 meter under markytan är tillämpbar då marknivån bedöms behöva sänkas med ca 0,4 meter.

Innan en schakt av området sker bör området klassificeras, exempelvis i ett rutnät eller liknande beslutsenheter och PAH:ernas löslighet undersökas.

Östra parken. I nuläget saknas data avseende eventuell föroreningssituation inom området. WSP utgår i detta skede från att markens förutsättningar är likställda de som påvisats inom Västra parken. Således kan det inte uteslutas att olika omfattningar av schakt behövs som avhjälpandeåtgärd inom området. En större andel av massorna kommer dock behöva schaktas ur i samband med exploatering av det planerade planområdet då marken ska avsänkas med ca 1,5 meter.

Innan en schakt av området sker bör området klassificeras, exempelvis i ett rutnät eller liknande beslutsenheter och PAH:ernas löslighet undersökas.

Stad - Västra gatan och bebyggelse. Olika omfattningar av schakt i kombination med övertäckning kan tänkas som avhjälpandeåtgärd inom området. Baserat på halter i jord är det troligt med ett maximalt schaktdjup om ca 1,0-1,5 meter. Markytan kommer att sänkas med ca 0,2 meter vid planerad markhöjd.

Innan en schakt av området sker bör området klassificeras, exempelvis i ett rutnät eller liknande beslutsenheter och PAH:ernas löslighet undersökas.

Stad - Östra gatan och torg. I nuläget saknas data avseende eventuell föroreningssituation inom området. WSP utgår i detta skede från att markens förutsättningar är likställda de som påvisats inom Västra gatan.

Då den aktuella delen enbart omfattar hårdgjorda ytor utan bebyggelse, med undantag för mindre planteringar, bedömer WSP att det i nuläget inte är troligt att utgå från att det föreligger något åtgärdsbehov inom området.

Området kommer att höjas upp ca 0,5 meter i relation till dagens markhöjd. Området kan således vara mottagare för överskottsmassor för anläggningsändamål.

Stad - Stationtorget. Förorening av primärt PAH-H har påvisats i den västra delen av stationstorget. I resultatrapporten för den aktuella undersökningen i området rekommenderas schakt i nivån 0,0-0,5 meter under befintlig markyta utifrån riskreducering. En del av området kommer att höjas upp ca 0,5 meter över befintlig markyta vilket kan påverka omfattningen av schakt. Då halterna av PAH-H överskrider riskvärdet för fri fas är det WSPs nuvarande bedömning att föroreningen inte enbart kan övertäckas men att riskerna med denna förorening behöver utredas vidare med löslighetstester för PAH innan någon specifik omfattning av åtgärder kan fastställas.

7 FÖRDJUPAD ALTERNATIVSANALYS

I föreliggande åtgärdsutredning utgår WSP med att ett åtgärdsbehov föreligger inom samtliga delområden med undantag för Väg och stadsdelen - östra gatan och torg.

I detta avsnitt redovisas förslag på tre olika riskbaserade åtgärdsalternativ, avseende schakt och övertäckning i olika omfattningar. Utöver de tre åtgärdsalternativen redovisas även ett nollalternativ och ett maxalternativ. Dessa alternativ bör alltid vara med i en åtgärdsutredning men presenteras främst för att sätta resterande alternativ i ett perspektiv och en omfattning. Nollalternativet utgår i detta fall av att området lämnas som det är idag och maxalternativet innefattar en schaktsanering ner till bakgrundshalter, vilket i princip innebär en fullständig urschaktning av massor.

7.1 OMFATTNING OCH BEGRÄNSNINGAR

Föreliggande åtgärdsutredning är översiktlig och är i detta skede förenklad. Innan slutgiltigt val av åtgärd för Infartsleden i Karlskrona är åtgärdsförberedande arbeten nödvändiga och genomförandet. Åtgärdsalternativ och kostnadsberäkningar som i detta skede tas fram är således konceptuella.

Exempel för förenklningar som utförts är:

- Tillförlitligt underlag för föreningssituation saknas inom delar av området, exempelvis Östra parken och östra gata/torg. Detta föranleder att föreningssituationen inom vissa delar har fått antagits.
- Bedömda föreningssmängder är uppskattade utifrån nu tillgängliga data, vilka i flera fall är mycket begränsad och ibland obefintlig. Mängderna baseras på en enkel beräkning som baseras på medelvärden (se Tabell 1 och 2), angivna djup och ytor i upprättade fältprotokoll och inmätningar.
- Ingen ingående analys avseende tillgång / leverantörer på återfyllnadsmassor / externa massor har utförts.
- Samtliga åtgärder för jord utgår från områdets planerade markhöjd och att återställning sker till den planerade markhöjden enligt plankarta. Arbeten som innebär reglering från befintlig markhöjd till planerad markhöjd beaktas inte.
- Samtliga åtgärder beräknas ha samma gräv- och transportkapacitet. I detta fall beaktas alla åtgärder utföras med en (1) grävare och ett transportfordon.

Vägledande aspekter vid vad av efterbehandlingsåtgärd bör enligt (Naturvårdsverket, 2018) vara:

- Efterbehandlingsåtgärden bör reducera miljö- och hälsoriskerna så långt det är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt.
- Åtgärderna bör vara av engångskaraktär
- Skador som kan uppstå under genomförandet bör vara mindre än de skador som totalt kan komma att orsakas av det förorenade området.
- Åtgärderna bör inte annat än under en viss övergångsperiod kräva underhåll eller skötsel efter avslutad åtgärd. Viss långsiktig övervakning av skyddsåtgärder vid deponier, inneslutningar, barriärer och åtgärder med obeprövad teknik kan dock behövas.
- Bästa tillgängliga teknik (Best available technology, BAT) bör användas, om det inte medför orimliga kostnader.
- Energisnål teknik bör väljas så långt det är möjligt.
- Efterbehandlingsåtgärder bör utformas så att den planerade markanvändningen begränsas så lite som möjligt.

7.1.1 Beaktade kostnadsslag

De ingångsvärden som används för kostnadsberäkningar redovisas i Tabell 7. Beräknade kostnader är ungefärliga och baseras på kostnader för liknande projekt. För mer detaljerade kostnadsberäkningar för det här projektet behöver emellertid ytterligare uppgifter hämtas in.

Tabell 7 Indata samt beaktade kostnadsslag i kostnadsberäkningar.

Typ av kostnad	Pris	Enhet
Arbetskostnad schakt	80	kr/m ³
Återfyllnad eller övertäckning (inklusive transport, massor och packning)	410	kr/m ³
Mottagningsavgift, massor mellan KM och MKM	250	kr/ton
Mottagningsavgift, massor mellan MKM och FA	400	kr/ton
Mottagningsavgift, farligt avfall massor (FA)	600	kr/ton
Transportkostnader	1500	kr/h
Kapacitet per lastbil	36	ton
Avstånd till deponi (Mältan)	12	km
Avstånd till deponi (Moskogen)	90	km
Avstånd till hämtningsplats för rena massor	40	km
Förklassificering och upprättande av anmälan	1 000 000	kr (schablon)
Miljökontroll	500 000	kr (schablon)
Oförväntade / Övriga kostnader samt indexuppräknig	11 % på totalkostnad	

7.2 NOLLALTERNATIV

Nollalternativet används enbart i jämförelsesynpunkt då detta alternativ är det enda alternativ som ej är förenligt med planerad detaljplan för området.

7.2.1 Genomförande

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

7.2.2 Måluppfyllelse

Om ingenting görs på området uppfylls inte de övergripande åtgärdsmålen.

7.2.3 Kostnader

Nollalternativet innebär inga direkta kostnader men kan innebära indirekta kostnader.

7.2.4 Riskreduktion

Alternativet innebär ingen riskreduktion.

7.2.5 Risker och störningar under åtgärdstiden

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

7.3 ALTERNATIV 1 – MINST 0,5 METER RENA MASSOR INOM PARK OCH STAD

Alternativet går ut på att förorenade massor inom parkområdena schaktas ur till 0,5 meter under planerad marknivå. Detta möjliggör för att tillföra 0,5 meter tillförd matjord under planerad marknivå. Inom park är valet av återfyllnadsmassor särskilt viktigt för att möjliggöra tillräckliga förutsättningar för att upprätthålla en god markmiljö.

Inom stadsdelarna schaktas förorenade massor ur så att det minst kan uppmätas 0,5 meter externt tillförda massor under planerad marknivå. Områden aktuella för schakt återfylls till samma nivå som tidigare.

De tillförda externa jordmassorna minimerar människors exponering för kvarlämnade föroreningar. Baserat på vad resultat från fördjupade undersökningar avseende PAH:ernas löslighet inom stadsområde för bebyggelse kan byggnader behöva byggas med gastät platta.

7.3.1 Genomförande

Alternativet omfattar schakt inom:

- Västra parken med ett effektivt schaktdjup på 0,5 meter.
- Östra parken med ett effektivt schaktdjup på 0,5 meter.
- Västra gatan med ett effektivt schaktdjup på 0,5 meter.
- Stationstorget med ett effektivt schaktdjup om 0,5 meter.

Totalt schaktas 6 650 ton förorenade massor ur följt av 6 650 ton externt tillförda återfyllnadsmassor.

7.3.2 Måluppfyllelse

De övergripande åtgärdsmålen uppfylls i och med att kvarvarande förorenade massor avskiljs under normala förhållanden med 0,5 meter externa massor vilket minskar exponeringsriskerna markant. Inom områden där bebyggelse planeras kan även som en extra åtgärd utgöras av att man bygger gastäta betongplattor.

7.3.3 Kostnader

Alternativet innebär en kostnad på ca 7,7 MSEK inklusive återfyllning till planerad marknivå enligt Tabell 8.

Tabell 8 Ingående kostnadsposter, alternativ 1.

Kostnadsslag	Kostnad, kr
Arbetskostnader för schakt	289 000 kr
Transportkostnader	428 000 kr
Deponeringskostnader inkl. provtagning	1 779 000 kr
Återfyllning med geoduk samt inköp och transport av externa massor	3 108 000 kr
Övriga kostnader	2 116 000 kr
Summa	7 720 000 kr

7.3.4 Riskreduktion

Föroreningar i mark avskämmas under normala förhållanden. Inom västra parken minskas mängden, tillika halten, bly med ca 20 % och PAH med ca 50%. I östra Parken minskas föroreningsmängderna med i princip ~100%. Inom stad minskas mängden bly med ca 10% och PAH med ca 25%. Inom stationstorget minskas mängden PAH med ca 90-95%.

7.3.5 Risker och störningar under åtgärdsstiden

Arbetet med åtgärden beräknas pågå under ca 30 dagar för själva schaktarbetet och i princip lika länge för återställningsarbetet. Under arbetet kommer störningar i form av arbetsfordon och buller vara påtagliga. Total tid för beaktande är således ca 60 dagar.

7.3.6 Mätbara åtgärds mål

För alternativ 1 föreslås att mätbara åtgärds mål utgörs av platsspecifika riktvärden som minst på nivån 0,0 och 0,5 meter under markytan inom park och stad.

7.4 ALTERNATIV 2 – MINST 1 METER RENA MASSOR INOM PARK OCH 0,7 METER RENA MASSOR INOM STAD

Alternativet går ut på att förorenade massor inom parkområdena schaktas ur till 1,0 meter under planerad marknivå. Detta möjliggör för att tillföra 1 meter tillförd matjord under planerad marknivå. Inom park är valet av återfyllnadsmassor särskilt viktigt för att möjliggöra tillräckliga förutsättningar för att upprätthålla en god markmiljö.

Inom stadsdelarna schaktas förorenade massor ur. Inom västra gatan och stationstorget schaktas 0,7 meter ur under planerad marknivå.

De tillförda externa jordmassorna minimerar människors exponering för kvarlämnade föroreningar. Baserat på vad resultat från fördjupade undersökningar avseende PAH:ernas löslighet inom stadsområde för bebyggelse kan byggnader behöva byggas med gastät platta.

7.4.1 Genomförande

Alternativet omfattar schakt och, eller övertäckning inom:

- Västra parken med ett effektivt schaktdjup på 1,0 meter.
- Östra parken med ett effektivt schaktdjup på 1,0 meter.
- Västra gatan med ett effektivt schaktdjup på 0,7 meter.
- Stationstorget med ett effektivt schaktdjup om 0,7 meter.

Totalt schaktas 11 660 ton förorenade massor ur följt av 11 660 ton externt tillförda övertäckningsmassor.

7.4.2 Måluppfyllelse

De övergripande åtgärds målen uppfylls i och med att kvarvarande förorenade massor avskiljs under normala förhållanden med 1 meter inom parkområden och 0,7 meter externa massor inom stadsområdena vilket minskar exponeringsriskerna markant. Inom områden där bebyggelse planerad kan även som en extra åtgärd utgöras av att man bygger gastäta betongplattor.

7.4.3 Kostnader

Alternativet innebär en kostnad på ca 11,8 MSEK inklusive återfyllning till planerad marknivå enligt Tabell 9.

Tabell 9 Ingående kostnadsposter, alternativ 2.

Kostnadsslag	Kostnad, kr
Arbetskostnader för schakt	506 000 kr
Transportkostnader	702 000 kr
Deponeringskostnader inkl. provtagning	2 916 000 kr
Återfyllning med geoduk samt inköp och transport av externa massor	5 167 000 kr
Övriga kostnader	2 522 000 kr
Summa	11 813 000 kr

7.4.4 Riskreduktion

Föroreningar i mark avskärmas under normala förhållanden. Inom park minskas mängden bly och PAH med i princip ~100%. Inom stad minskas mängden bly med ca 25% och PAH med ca 70%. Inom stationstorget minskas mängden PAH med ca 90-95%.

7.4.5 Risker och störningar under åtgärdstiden

Arbetet med åtgärden beräknas pågå under ca 50 dagar för själva schaktarbetet och i princip lika länge för återställningsarbetet. Under arbetet kommer störningar i form av arbetsfordon och buller vara påtagliga.

Total tid för beaktande är således ca 100 dagar.

7.4.6 Mätbara åtgärds mål

För alternativ 2 föreslås att mätbara åtgärds mål utgörs av platsspecifika riktvärden inom park på nivån 0,0 och 1,0 meter under markytan och 0,7 meter inom stad.

7.5 ALTERNATIV 3 – MINST 1 METER RENA MASSOR INOM PARK OCH 1,5 METER RENA MASSOR INOM STAD

Alternativet går ut på att parkområdena schaktas ur till 1,0 meter under planerad marknivå. Vilket resulterar i 1 meter rena massor. Till området tillförs sedan 1,0 meter matjord för att stödja den planerade vegetationen.

Inom Västra staden och stationstorget schaktas massor ur till ca 1,5 meter under planerad marknivå vilket innebär minst 1,5 meter rena massor under planerad mark.

7.5.1 Genomförande

Alternativet omfattar schakt och, eller övertäckning inom:

- Västra parken med ett effektivt schaktdjup på 1,0 meter.
- Östra parken med ett effektivt schaktdjup på 1,0 meter.
- Västra gatan med ett effektivt schaktdjup på 1,5 meter.
- Stationstorget med ett effektivt schaktdjup om 1,5 meter.

Totalt schaktas 16 000 ton förorenade massor ur följt av 16 000 ton externt tillförda övertäckningsmassor.

7.5.2 Måluppfyllelse

De övergripande åtgärds målen uppfylls i och med att kvarvarande förorenade massor avskiljs under normala förhållanden med 1 meter inom parkområden och mellan 1,5 meter externa massor inom stadsområdena vilket minskar exponeringsriskerna markant. Inom områden där bebyggelse planerad kan även som en extra åtgärd utgöras av att man bygger gastäta betongplattor.

7.5.3 Kostnader

Alternativet innebär en kostnad på ca 16,4 MSEK inklusive återfyllning till planerad marknivå enligt Tabell 10.

Tabell 10 Ingående kostnadsposter, alternativ 3.

Kostnadsslag	Kostnad, kr
Arbetskostnader för schakt	696 000 kr
Transportkostnader	1 110 000 kr
Deponeringskostnader inkl. provtagning	4 630 000 kr
Återfyllning med geoduk samt inköp och transport av externa massor	6 966 000 kr
Övriga kostnader	2 974 000 kr
Summa	16 377 000 kr

7.5.4 Riskreduktion

Föroreningar i mark avskämmas under normala förhållanden. Inom park minskas mängden bly och PAH med i princip ~100%. Inom stad minskas mängden bly med ca 25% och PAH med ca 70%. Inom stationstorget minskas mängden PAH med ca 95%.

7.5.5 Risker och störningar under åtgärdstiden

Arbetet med åtgärden beräknas pågå under ca 60 dagar för själva schaktarbetet och i princip lika länge för återställningsarbetet. Under arbetet kommer störningar i form av arbetsfordon och buller vara påtagliga.

Total tid för beaktande är således ca 120 dagar.

7.5.6 Mätbara åtgärds mål

För alternativ 3 föreslås att mätbara åtgärds mål utgörs av platsspecifika riktvärden som minst på nivån 0,0-1,0 meter under markytan inom park och 0,0-1,5 meter inom stad.

7.6 MAXALTERNATIV – FULLSTÄNDIG SCHAKT NED TILL 0 MÖH

Föreslaget maxalternativ omfattar en genomgående schakt ned till grundvattenytan inom samtliga delområden, inklusive östra gatan och torg. Urschaktade områden återfylls med externa massor till planerad marknivå. Åtgärdens omfattning är således inte riskbaserad.

7.6.1 Genomförande

Alternativet omfattar schakt inom;

- Västra parken med ett effektivt schaktdjup på 2,0 meter
- Östra parken med ett effektivt schaktdjup på 1,8 meter.
- Östra gatan med ett effektivt schaktdjup på 1,8 meter
- Västra gatan med ett effektivt schaktdjup på 2,0 meter.
- Stationstorget med ett effektivt schaktdjup om 2,2 meter.

Totalt schaktas 103 190 ton massor ur följt av 103 190 ton externt tillförda övertäckningsmassor.

7.6.2 Måluppfyllelse

De övergripande åtgärds målen uppfylls fullvärdigt. De övergripande åtgärds målen uppfylls fullvärdigt. Representativa halter bedöms underskrida platsspecifika riktvärden avseende människors hälsa, miljö och recipienter.

7.6.3 Kostnader

Alternativet innebär en kostnad på ca 79,0 MSEK inklusive återfyllning till planerad marknivå enligt Tabell 11.

Tabell 11 Ingående kostnadsposter, alternativ Max.

Kostnadsslag	Kostnad, kr
Arbetskostnader för schakt	4 477 000 kr
Transportkostnader	2 786 000 kr
Deponeringskostnader inkl. provtagning	19 571 000 kr
Återfyllning med geoduk samt inköp och transport av externa massor	43 013 000 kr
Övriga kostnader	9 183 000 kr
Summa	79 031 000 kr

7.6.4 Riskreduktion

Maxalternativet innebär att i princip samtliga (~100%) föroreningar och resulterar i minst 1,8 meter ersättningsmassor under planerad mark som minst.

7.6.5 Risker och störningar under åtgärdstiden

Arbetet med åtgärden beräknas pågå under ca 150 dagar för själva schaktarbetet och i princip lika länge för återställningsarbetet. Under arbetet kommer störningar i form av arbetsfordon och buller vara påtagliga.

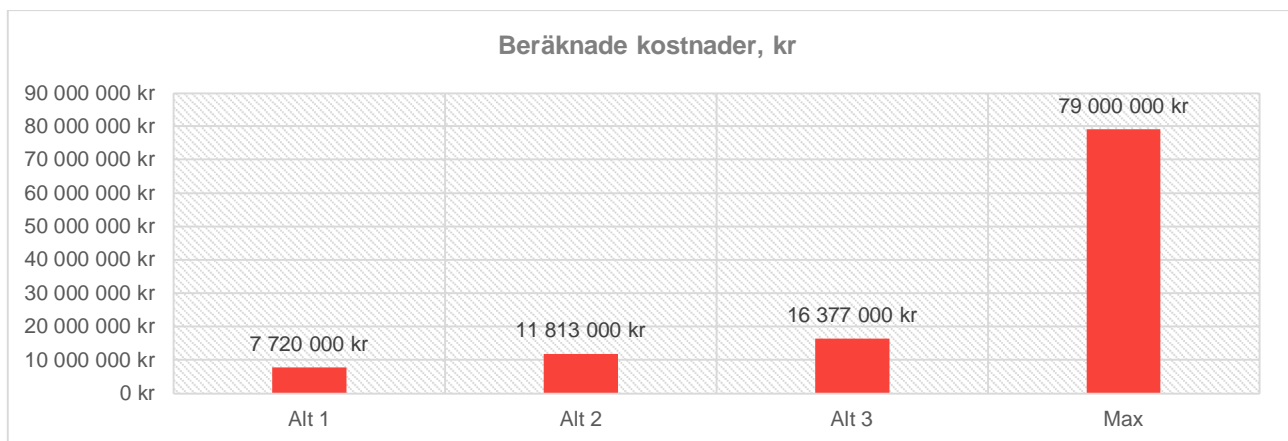
Total tid för beaktande är således ca 300 dagar.

7.6.6 Mätbara åtgärds mål

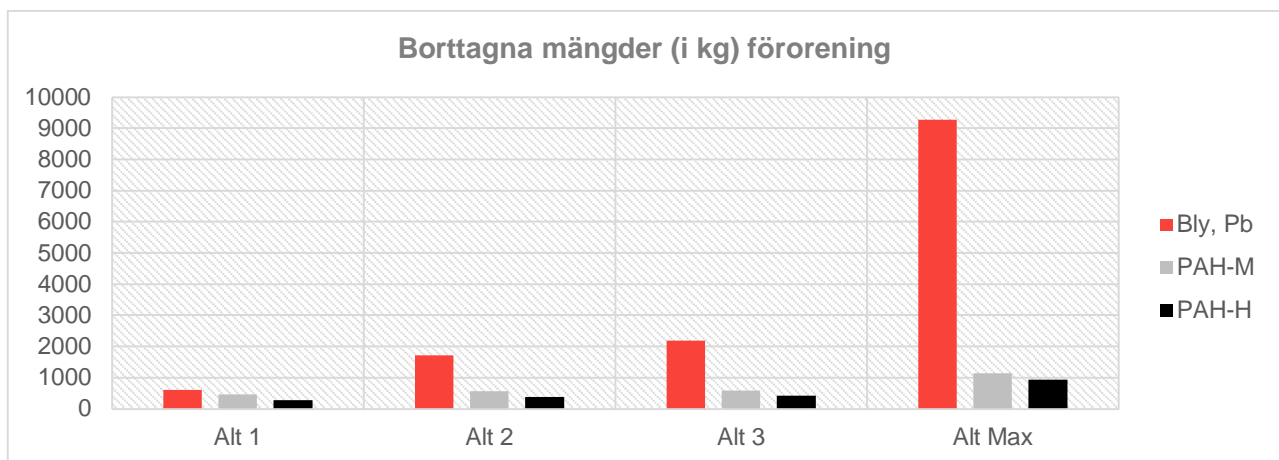
För alternativ max saknas i princip mätbara åtgärds mål bortsett från att samtliga massor ner till + 0 möh ska schaktas ur.

8 JÄMFÖRELSE AV ALTERNATIVENS EFFEKT

Föreslagna alternativ för jord ovan genererar olika kostnader, mängder sanerad jord, borttagen mängd bly, PAH-M och PAH-H samt transporter. Skillnaderna redovisas i Figur 6 till Figur 8.

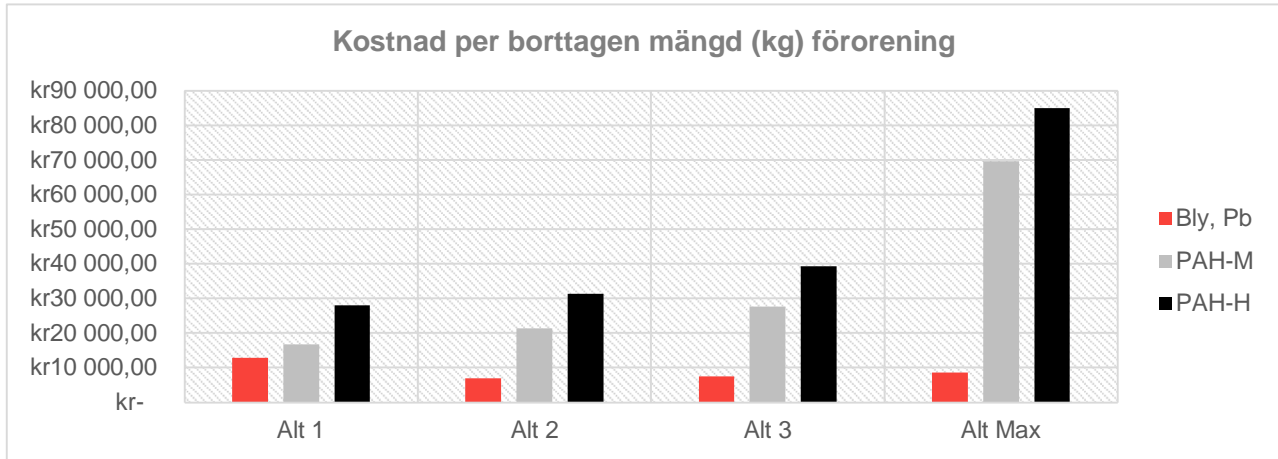


Figur 6 Beräknade kostnader för alternativ 1 – Max.



Figur 7 Beräknade borttagna föroreningsmängder, i kg, för åtgärdsalternativ 1 – max.

Av Figur 6 och 7 ses att kostnaderna för Alternativ 1 och 3 är mellan ca 7,7 och 16,4 MSEK. För maxalternativet ses en betydligt högre kostnad, ca 79 MSEK. Av Figur 7 ses samtidigt att maxalternativet är det alternativ som resulterar i överlägset mest borttagen mängd av bly och samtidigt den största mängdreduktionen av PAH. Skillnaderna mellan borttagen mängd PAH mellan maxalternativet och övriga alternativ är däremot väldigt liten. Borttagen mängd per krona för presenterade åtgärdsalternativ redovisas i Figur 8.



Figur 8 Beräknad kostnad per kg borttagen förorening, för åtgärdsalternativ 1 – max.

9 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

För aktuellt och senare planerat detaljplaneområde har förhöjda halter av främst bly och PAH-föreningar påvisats i halter som överskrider platsspecifika riktvärden för de olika typerna av markanvändningar. Av denna anledning har olika omfattningar av schaktsanering undersökts, vilket bedömts vara den typ av åtgärds metodik som är genomförbar.

Samtliga av föreslagna alternativ (bortsett från nollalternativet) bedöms som fullt genomförbara åtgärder men under premissen att åtgärderna resulterar i olika borttagna mängder och kostnader. Åtgärdsalternativen bedöms uppfylla åtgärds målen. Schakt kommer även att utföras inom området, inte enbart i syfte att sanera påträffade föroreningar, utan även av anläggningstekniska skäl. I ett försök att tydliggöra kostnader som enbart tillkommer på grund av saneringsbehov tas inte kostnader för dessa anläggningstekniska schaktarbeten med i föreliggande åtgärdsutredning.

Underlaget som föreliggande åtgärdsutredning baseras på är generellt begränsat och i flera fall saknas mätdata. Detta har resulterat i att en rad olika antaganden har behövt göras. I parallella undersökningar till denna åtgärdsutredning har andra miljötekniska markundersökningar pågått inom området. WSP har i detta skede inte haft möjlighet att inarbeta resultat från aktuella undersökningar.

Resultat som framkommer i aktuella undersökningar bör beaktas i ett helhetsperspektiv tillsammans med resultat från tidigare riskbedömning.

För att med säkerhet kunna säga huruvida ett åtgärdsbehov föreligger inom respektive delområde, bör detta undersökas närmare med förtätad provtagning. I en sådan provtagning kan även med fördel en fördjupad undersökning av PAH:ernas löslighet utföras, då denna troligen är överskattad i dagsläget.

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 åtgärds målen och baseras huvudsakligen på uppgifter från riskbedömningen och åtgärdsutredningen.

Inför åtgärd kan en in-situ klassning med fördel utföras för att säkerställa att klassificering av massor sker på ett korrekt sätt och optimera återanvändningen av massor. Vidare ska ett kontrollprogram upprättas för att säkerställa att åtgärderna inte orsakar skador på människors hälsa eller på miljön. Innan schaktsanering utförs ska en anmälan om avhjälpande åtgärder enligt 28§ SFS 1998:899 upprättas och skickas till tillsynsmyndigheten för godkännande.

10 REFERENSER

- Naturvårdsverket. (2018). Att välja efterbehandlingsåtgärd. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/forenade-omraden/att-valja-efterbehandlingsatgard/utgangspunkter-for-avhjalpande-av-forenade-omraden/#E223998303>
- WSP . (2024). *Översiktlig miljöteknisk markundersökning. Karlskrona 3:5 samt 3:8, Karlskrona kommun. 2024-11-18.*
- WSP. (2023). *Miljö- och hälsoriskbedömning, Pottholmen Etapp 2, Karlskrona, Karlskrona kommun. 2022-10-26. Reviderad 2023-01-10.*
- WSP. (2023A). *Miljöteknisk markundersökning. Stationstorget Karlskrona 2023-06-15. Reviderad 2023-06-27.*
- WSP. (2025). *Miljöteknisk markundersökning. Del av Karlskrona 3:5, Karlskrona kommun.*



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