

**PM**

**Lidingö Stad**

**Utvärdering av utförd provtagning av jord och sediment, inre Kyrkviken**

2010-01-28

Upprättad av: Magnus Land, Maria Lindberg

Granskad av: Ingegerd Ask

WSP uppdrag: 10131337



## PM

# Lidingö Stad Utvärdering av utförd provtagning av jord och sediment, inre Kyrkviken

2010-01-28

## Kund

Lidingö Stad  
Att: Lina Kumlin  
Miljö- och Stadsbyggnadskontoret  
181 82 Lidingö

## Konsult

WSP Environmental  
121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7  
Tel: +46 8 688 60 00  
Fax: +46 8 688 69 22  
WSP Sverige AB  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[www.wspgroup.se](http://www.wspgroup.se)

## Kontaktpersoner

Maria Lindberg	08-688 64 12
Magnus Land	08-688 60 30



## Innehåll

<b>1</b>	<b>UPPDRAG OCH SYFTE</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>OMRÅDESBESKRIVNING</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>GENOMFÖRANDE - SEDIMENT</b>	<b>6</b>
3.1	PROVTAGNING	6
3.2	LABORATORIEANALYSER	7
3.3	JÄMFÖRVÄRDEN FÖR SEDIMENT	7
3.4	RESULTAT FRÅN FÄLTUNDERSÖKNINGEN	8
3.4.1	<i>Metaller i sediment</i>	8
3.4.2	<i>PAH och TOC i sediment</i>	9
3.4.3	<i>Alifater, aromater och BTEX i sediment</i>	9
3.5	MILJÖRISKBEDÖMNING AV SEDIMENT	10
3.5.1	<i>Metaller</i>	10
3.5.2	<i>PAH-föreningar</i>	11
3.6	HÄLSORISKBEDÖMNING AV SEDIMENT	11
3.7	PRELIMINÄR KLASSNING AV EVENTUELLT URGRÄVDA SEDIMENT	13
3.8	REKOMMENDATIONER ANGÅENDE ARBETE I SEDIMENT	15
<b>4</b>	<b>GENOMFÖRANDE - JORD</b>	<b>16</b>
4.1	PROVTAGNING OCH JORDLAGER	16
4.2	LABORATORIEANALYSER	16
4.3	JÄMFÖRVÄRDEN FÖR JORD	17
4.4	RESULTAT FRÅN FÄLTUNDERSÖKNINGEN	17
4.5	FÖRENKLAD RISKBEDÖMNING FÖR JORD	19
4.6	REKOMMENDATIONER FÖR JORD	19
	<b>REFERENSER</b>	<b>20</b>

## Ritningar

Miljöteknisk markundersökning. Provtagningspunkter i plan. Riskområden markerade.

**M201**

## Sammanfattning

WSP Environmental har på uppdrag av Lidingö stad gjort en utvärdering avseende tidigare utförd provtagning av jord och sediment i inre Kyrkviken, Lidingö.

Resultaten redovisas i:

- Miljö- och stadsbyggnadskontoret, Område 3b, Inre Kyrkviken, Lidingö stad, Miljöteknisk provtagning av sediment, WSP uppdrag 10116857 daterad 2008-12-19.
- Miljö- och stadsbyggnadskontoret, Område 1a, 2 och 3a, Inre Kyrkviken, Lidingö stad, Miljöteknisk provtagning av jord och sediment, WSP uppdrag 10116857 daterad 2009-01-21.

### Sediment

Sedimenten är förorenade av främst metaller och PAH-föreningar. Metallhalterna är förhöjda jämfört med naturliga ursprungliga halter och bakgrundshalter i södra Sverige. Halterna är dock i nivå med halter som allmänt förekommer i Stockholm. Även halterna av PAH-föreningar är jämförbara med vad som förekommer i Stockholm.

Halterna av såväl metaller som PAH-föreningar i sedimenten innebär att det finns en förhöjd risk för negativa effekter på det akvatiska ekosystemet. En hälsoriskbedömning visar att det däremot inte är någon förhöjd risk för badande människor i området.

Den som vill genomföra en vattenverksamhet behöver normalt söka tillstånd hos en miljödomstol alternativt göra en anmälan till länsstyrelsen (mindre ärenden).

Om schaktning i sedimenten förekommer och överskottsmassor uppstår ska dessa tas omhand på en godkänd deponi. Metallhalter och PAH-föreningar i sedimenten har påträffats över Naturvårdsverkets generella riktvärde för mindre känslig markanvändning (MKM).

Vid allt arbete i vattenområdet som innebär risk för uppgrumling av bottensediment bör botengående skyddskärmar av geotextil användas.

### Jord

I jord har inga förhöjda halter av organiska föreningar, pesticider eller metaller påträffats inom område 2.

I den enda undersökta punkten inom område 1a har oljekolväten 2 ggr MKM och PAH 5 ggr MKM påträffats.

Baserat på genomförda undersökningar rekommenderar vi följande:

- Kompletterande provtagning för att avgränsa påträffad förorening vid borrhpunkt 08W19 inom område 1a.
- Urgrävning av förorenad jord vid provpunkt 08W19 samt omhändertagande av massorna vid en godkänd mottagningsanläggning.

Enligt miljöbalken 10 kap 11§ skall den som äger eller brukar en fastighet, oavsett om området tidigare ansetts förorenat, genast underrätta tillsynsmyndigheten om det upptäcks en förorening på fastigheten och föroreningen kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. Vi rekommenderar att denna rapport delges Miljöenheten på Stadsbyggnadskontoret i Lidingö stad.

# 1 Uppdrag och syfte

WSP Environmental har på uppdrag av Lidingö stad gjort en utvärdering avseende tidigare provtagning av jord och sediment i inre Kyrkviken, Lidingö.

WSP har utfört provtagning av jord och sediment i och vid inre Kyrkviken i december 2008. Inom området finns planer på att anlägga tennisbanor och dammar för rening av dagvatten. Mark och vattenområdet har delats in i delområden benämnda 1a, 1b, 1c och 1d (alternativa områden för tennisbanor), 2 (tidigare banvall Lidingöbanan) 3a (västra delen av inre Kyrkviken) och 3b (norra delen av inre Kyrkviken), se Figur 1. Resultaten redovisas i:

- Miljö- och stadsbyggnadskontoret, Område 3b, Inre Kyrkviken, Lidingö stad, Miljöteknisk provtagning av sediment, WSP uppdrag 10116857 daterad 2008-12-19.
- Miljö- och stadsbyggnadskontoret, Område 1a, 2 och 3a, Inre Kyrkviken, Lidingö stad, Miljöteknisk provtagning av jord och sediment, WSP uppdrag 10116857 daterad 2009-01-21.

Tidigare sedimentprovtagning har visat att sedimenten i inre Kyrkviken är förorenade av bl a metaller och PAH.

Syftet med uppdraget är att inför arbeten i området utvärdera provresultaten från tidigare undersökningar och utföra en miljö- och hälsoriskbedömning.

För sediment har uppmätta halter jämförts med effektbaserade riktvärden och miljökvalitetsnormer. Dessutom har spridningsrisker på grund av uppgrumling av sediment i anläggningskedet beaktats samt klassificering för omhändertagande av eventuellt urgrävda sediment.

För jord har en förenklad riskbedömning med avstämning av analysresultat mot Naturvårdsverkets generella riktvärden för KM och MKM gjorts.

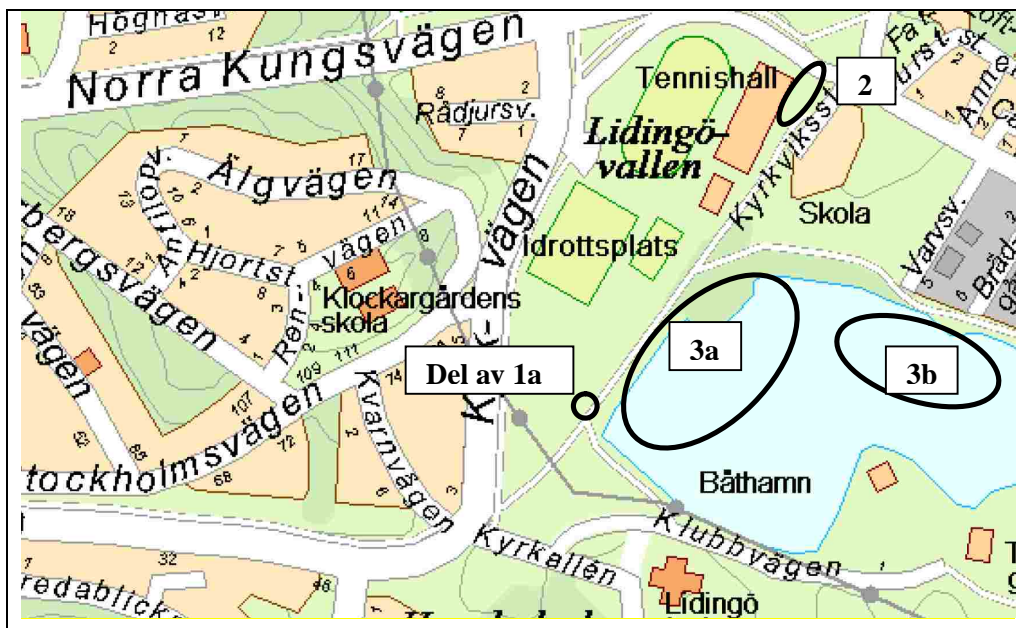
Utvärderingen leder till rekommendationer om vilka ytterligare undersökningar och åtgärder som eventuellt behöver vidtas för området.

## 2 Områdesbeskrivning

Området ligger i och vid Kyrkvikens västligaste del, centralt i Lidingö. Planer finns att rena dagvatten i dammar placerade i innersta delen av Kyrkviken. I anslutning till idrottsanläggningen Lidingövallen väster om Kyrkviken planeras nya tennisbanor m.m., se Figur 1.

Enligt jordartskartan Stockholm NO (SGU) utgörs de naturliga jordlagren av lera. Nu utförd undersökning har visat fyllning på lera. Fyllningens mäktighet i område 2 (Pg 1 – Pg 5) varierar mellan 0,3 och 0,8 m och består av sand alternativt stenig sand. I provpunkt 08W19 (område 1a) har ett prov tagits från nivå 1,0-2,2 m och detta prov består av sandig grusig fyllning med tegelrester.

Sedimentet har beskrivits som dyig lera som i de översta 0,05 m har lös konsistens, mörk färg samt luktar svavelväte. I djupare skikt större än 0,05 m noteras fastare konsistens, mörk till ljusare färg samt inslag av växtdelar. Även i dessa prover har noterats lukt av svavelväte.



Figur 1 Översiktskarta utdrag ur [www.map.stockholm.se/kartago](http://www.map.stockholm.se/kartago). Aktuella undersökningsområden markerade med cirkel/oval

### 3 Genomförande - sediment

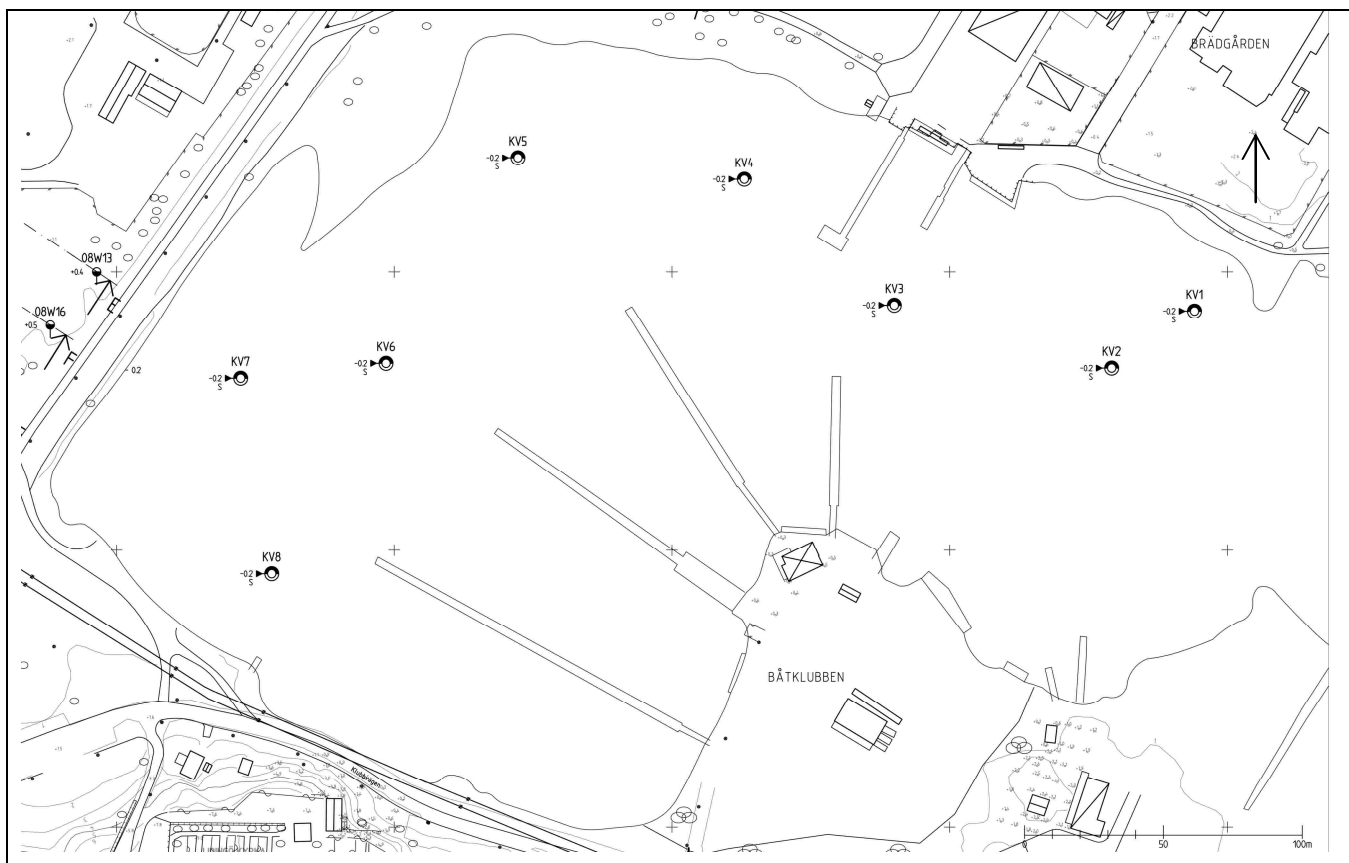
#### 3.1 Provtagning

Provtagningen av sediment utfördes 2008-12-04. Provpunkternas placering framgår av Tabell 1 och Figur 2 (se även Bilaga 2 och ritning M101 och M102, WSP uppdrag 10116857 daterade 2008-12-19 resp. 2009-01-21).

Provtagningen utfördes med en HTH-provtagare, vilken är en modifierad kajakprovtagare. Provtagaren består i princip av ett polykarbonatrör (D=86 mm, L=500 mm) monterat på en tyngd som sänks ner i sedimentet. När röret har sjunkit ner stängs överändan av röret med ett fjäderbelastat gummilock och när provtagaren sedan dras upp följer sedimentet inuti röret med upp till vattenytan där även den undre ändan av röret försluts. Resultatet blir en ostörd sedimentkärna som sedan kan skivas upp i valfria skivtjocklekar.

Tabell 1. Inre kyrkviken. Provpunkternas läge och uttagna prover.

Provpunkt	Sedimentpropp	X	Y	Z	Vattendjup	Uttaget prov som har analyserats
	(cm)	(ST74, Lidingö)		(RH00)	(m)	(cm)
KV1	18	83086,029	6188,16	-0,1868	4,18	0-0,05
KV2	20,5	83065,651	6158,343	-0,1868	4,9	0,15-0,205
KV3	18	83088,11	6080,069	-0,1868	4,9	0-0,05
KV4	10	83133,206	6026,060	-0,1868	4,3	0-0,05
KV5	11	83140,920	5944,542	-0,1868	3,8	0-0,05
KV6	20	83067,343	5897,057	-0,1868	4,5	0,15-0,20
KV7	18	83062,050	5844,713	-0,1868	4,3	0-0,05
KV8	14	82991,586	5855,897	-0,1868	5,3	0-0,05



Figur 2. Provpunkter för sediment i Inre Kyrkviken, Lidingö stad.

## 3.2 Laboratorieanalyser

Sedimentproverna analyserades med avseende på metaller, alifater, PAH, BTEX, och totalt organiskt kol (TOC). Analyserna utfördes genom Eurofins.

## 3.3 Jämförvärden för sediment

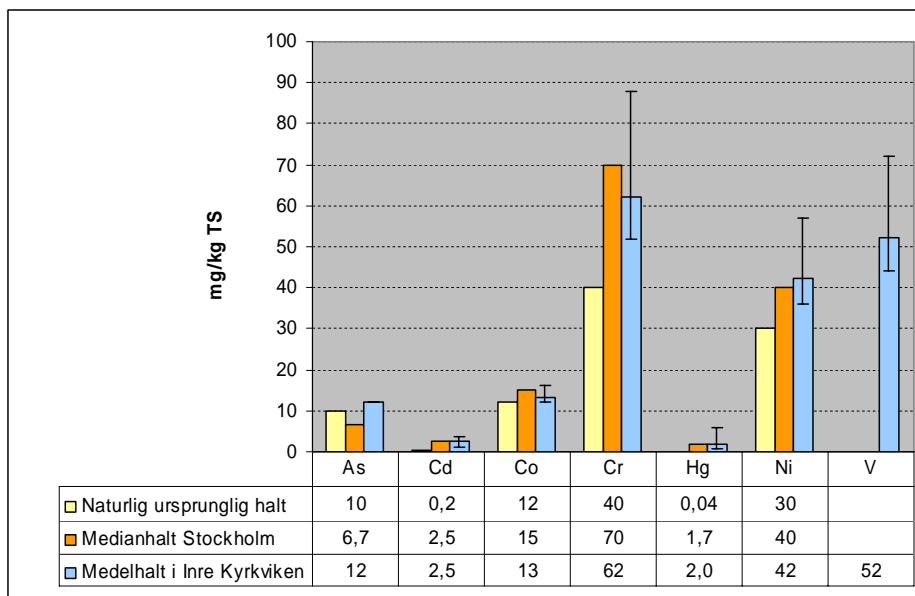
Analysresultaten utvärderas för att bedöma **a)** om halterna är höga eller låga, **b)** om halterna innebär en risk för negativa effekter på det akvatiska ekosystemet, **c)** lämplig hantering av eventuella omhändertagna massor, och **d)** om bad i området kan medföra hälsorisker. De uppmätta halterna har jämförts med följande material:

- 1) Jämförvärden för sediment (Naturvårdsverket, 1999a;1999b). Används för att bedöma haltnivån i ett nationellt perspektiv.
- 2) Medianhalter i Stockholm (IVL,1998). Används för att bedöma haltnivån i förhållande till den regionala bakgrunden.
- 3) Ekotoxikologiska riktvärden från Kanada och Holland (CCME, 2003; RIVM, 2001). Används för att bedöma risken för negativa effekter på det akvatiska livet.
- 4) Generella riktvärden för förorenad mark mm (Naturvårdsverket, 2009; Avfall Sverige, 2007). Används för att bedöma lämplig hantering av överskottsmassor om sådan blir aktuell.
- 5) Beräknade platsspecifika riktvärden.

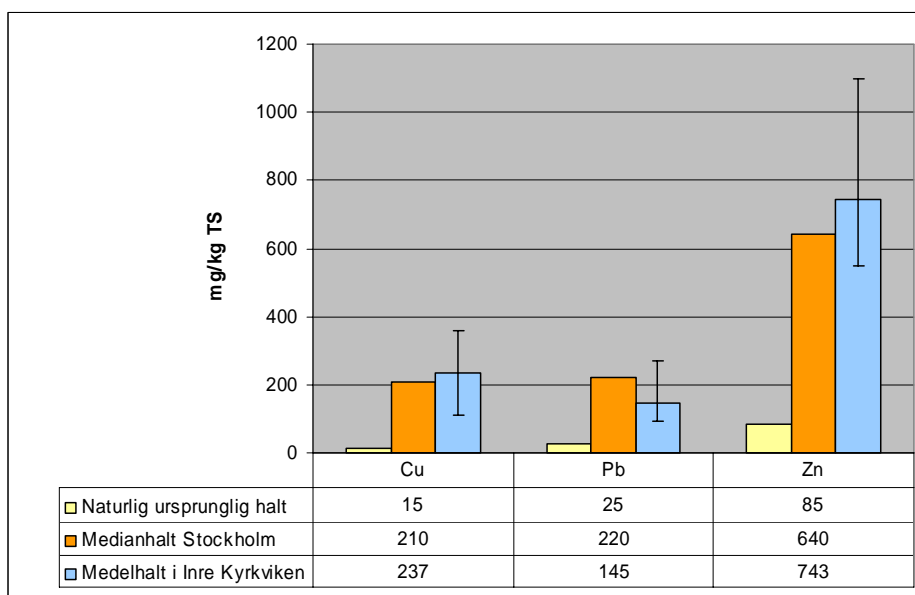
### 3.4 Resultat från fältundersökningen

#### 3.4.1 Metaller i sediment

De genomsnittliga halterna av As, Co och Ni är i nivå med uppskattade naturliga och ursprungliga halter (Naturvårdsverket, 1999). Medelhalterna av Cd, Cr, Hg, Cu, Pb och Zn är förhöjda jämfört med naturliga ursprungliga halter. Medelhalterna är dock i nivå med respektive medianhalt för ytligt sediment i Stockholm (IVL, 1998), vilka kan ses som en lokal eller regional bakgrund. Medelhalterna visas och jämförs i Figur 3 och Figur 4.



**Figur 3.** Medelhalter av metaller i ytligt sediment i inre Kyrkviken. Felstaplarna indikerar minsta respektive högsta uppmätta värde. I figuren visas också uppskattade naturliga halter (Naturvårdsverket, 2000) och medianhalter i Stockholm (IVL, 1998).



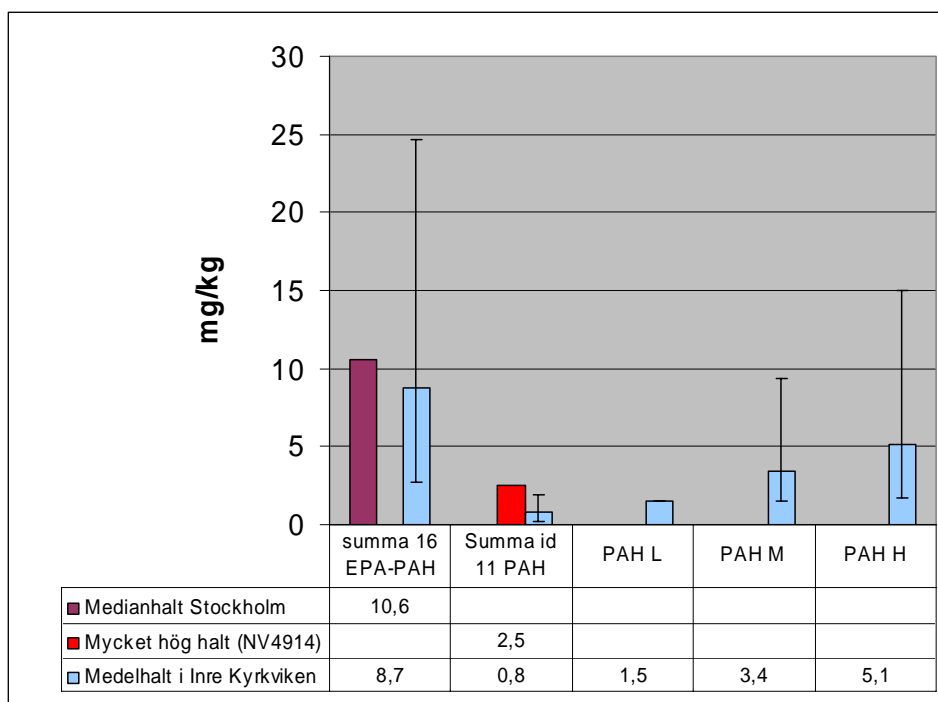
**Figur 4.** Medelhalter av metaller i ytligt sediment i inre Kyrkviken. Felstaplarna indikerar minsta respektive högsta uppmätta värde. I figuren visas också uppskattade naturliga halter (Naturvårdsverket, 2000) och medianhalter i Stockholm (IVL, 1998).



Avvikelserna från de naturliga halterna av Hg, Pb och Zn bedöms enligt Naturvårdsverket (1999) som mycket stora i samtliga sedimentprover. Avvikelsen för Cu bedöms som mycket stor i samtliga prover utom i KV5, och för Cd är avvikelsen mycket stor i KV6.

### 3.4.2 PAH och TOC i sediment

PAH-halterna visas i Figur 5 som summa 16 EPA-PAH, summa id 11 PAH, Lätta PAH-föreningar (PAH L), medeltunga PAH-föreningar (PAH M) och tunga PAH-föreningar (PAH H). Medelvärdet för den första parametern, (summa 16 EPA-PAH) är lägre än medianhalten i Stockholm (IVL, 1998). Medelvärdet för summa id 11 PAH klassas av naturvårdsverket som medelhög, men det finns punkter där halterna klassas som låga (KV2 och KV4) och punkter där halterna klassas som höga (KV6 och KV7).



**Figur 5.** PAH i inre Kyrkviken. Felstaplarna indikerar minsta respektive högsta uppmätta värde. För summa 16 EPA-PAH visas också medianhalten i Stockholm (IVL, 1998), och för summa id 11 PAH jämförs medelvärdet (normaliserat till 1% TOC) med gränsen för mycket hög halt enligt Naturvårdsverket (1999).

### 3.4.3 Alifater, aromater och BTEX i sediment

Halterna av olika alifatfraktioner visas i Tabell 2. Betydande halter finns främst i de tyngre fraktionerna (>C16-C35), men i prov KV6 finns betydande halter även av lättare alifater. Halterna av aromater var under detektionsgränsen (<5 mg/kg för >C8-C10 och <10 mg/kg för >C10-C35). Medianhalten för totalolväte (beräknat som summan av alifater och aromater >C11) är i Stockholm 980 mg/kg (IVL, 1998) medan medelhalt och max halt i Kyrkviken är 261 respektive 780 mg/kg.

Halterna av bensen var under detektionsgränsen (0,01 mg/kg) i två av proverna. I de övriga proverna var halterna förhållandevis låga med ett medel på 0,06 mg/kg och ett maxvärde på 0,086 mg/kg.

Halterna av TEX (toluen, etylbensen och summa xylen) var under detektionsgränsen (<0,10 mg/kg TS) i samtliga prover.

**Tabell 2.** Inre Kyrkviken. Halter av alifater och aromater i sediment (mg/kg TS).

	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8
Alifater C5-C8	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Alifater >C8-C10	<5	<5	<5	<5	<5	11	<5	<5
Alifater >C10-C12	5,3	<5	<5	5,2	<5	110	<5	<5
Alifater >C12-C16	6,7	<5	6,8	6,5	6,8	180	9,7	10
Alifater >C16-C35	130	76	130	120	180	490	280	320
Aromater >C8-C10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Aromater >C10-C35	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

### 3.5 Miljöriskbedömning av sediment

#### 3.5.1 Metaller

Olika effektbaserade riktvärden för sediment visas i Tabell 3. De Holländska riktvärdena MPA motsvarar halter utöver bakgrunden vid vilka 95 % av arterna eller individerna i ett akvatiskt ekosystem förväntas överleva. Att halterna överstiger MPA behöver inte innebära att effekter faktiskt kan påvisas. Däremot är risken för detta förhöjd. Motsvarande halter där 50 % förväntas överleva benämns SRC.

De Kanadensiska riktvärdena (PEL) anger halter vid vilka det troligen går att påvisa effekter på ekosystemet. Dessa riktvärden har dock tagits fram med en annan metod än de holländska. Det finns stora osäkerheter med båda metoderna.

I Sverige har förslag på miljö kvalitetsnormer (MKN) för sediment tagits fram med avseende på Cr och Zn (Naturvårdsverket, 2008). Dessa förslag är inte juridiskt bindande.

I Tabell 3 visas också medelhalter och maxhalter i Kyrkviken. Det framgår att både medelhalter och maxhalter av Co, Cu, Ni och Zn överstiger MPA. Det finns därför en förhöjd risk att negativa ekologiska effekter kan finnas. Däremot är halterna avsevärt lägre än SRA. Eventuella effekter på grund av metallförekomsten bör därför inte vara stora.

I två punkter (KV1 och KV6) överstiger Zn-halten det föreslagna MKN-värdet. I KV1 togs provet ut vid 0-0,05 m och vid KV6 vid 0,15-0,20 m. Höga Zn-halter finns därmed både ytligt och längre ner i sedimenten.

**Tabell 3.** Effektbaserade riktvärden för sediment, en sammanställning. Enhet mg/kg TS.

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	V	Zn	
MPA	160	29	12	1700	36	26	25	10	4500	nd	530	
SRAeco	5900	2300	3200	42000	620	300	23000	2600	63000	nd	6400	
PEL	17	3,5	nd	90	197	0,486	nd	nd	91,3	nd	315	
MKN				1426							860	
inre Kyrkviken	Medel	12,0	2,2	<b>13,6</b>	62,0	<b>227</b>	1,8		<b>42,3</b>	145	53,4	<b>744</b>
	Max	12,0	3,8	<b>16,0</b>	88,0	<b>360</b>	5,7	0,0	<b>57,0</b>	270	72,0	<b>1100</b>

### 3.5.2 PAH-föreningar

Eftersom det inte finns någon naturlig bakgrundshalt av organiska miljögifter är de effektbaserade riktvärdena definierade som halter istället för halter utöver bakgrund. De holländska riktvärdena för organiska ämnen benämns således MPC respektive SRC.

I Tabell 4 är effektbaserade riktvärden sammanställda tillsammans med uppmätta medel- och maxvärden i inre Kyrkviken. Det framgår att medelvärdet av flera föreningar överstiger MPC. För antracen, Bens(a)pyren och Indeno(1,2,3-cd)pyren överstiger MPC i samtliga punkter. Det kan också noteras att halten av Indeno(1,2,3-cd)pyren i punkt KV1 inte är långt under SRC, vilket kan tyda på en förhöjd risk för relativt omfattande negativa effekter på bottenlevande organismer. Om skyddsvärdet på området bedöms som högt bör en bottenfaunaundersökning utföras för att se hur omfattande effekterna är.

Halten av fluoranten överstiger den föreslagna miljökvalitetsnormen (MKN) i punkterna KV1, KV5, KV6 och KV7, vilket resulterar i att även medelhalten av fluoranten i inre kyrkviken överstiger MKN. I punkt KV1 överstiger också antracen MKN.

**Tabell 4.** Sammanställning av effektbaserade riktvärden jämfört med medel- och maxvärden i inre Kyrkviken. Enhet mg/kg TS. Fet stil anger värden över MPC och understruken stil anger värden över MKN.

ÄMNE	MPC	SRC	PEL	MKN	inre Kyrkviken	
					medel	max
Naftalen	0,12	17	0,391		0,035	0,04
Acenaftilen			0,128		0,114	0,27
Acenaften			0,089		0,05	0,1
Fluoren			0,144		0,08	0,15
Fenantren	3,3	31	0,515		0,358	0,76
Antracen	0,039	1,6	0,245	0,31	<b>0,163</b>	<b>0,44</b>
Fluoranten	1	260	2,355	1,1	<b>1,448</b>	<b>4,1</b>
Pyren			0,875		1,449	4
Benzo(a)antracen	0,49	49	0,385		<b>0,865</b>	<b>2,9</b>
Krysen	8,1	35	0,862		1,066	3,3
Benzo(b,k)fluoranten					1,42	3,9
Benzo(a)pyren	0,19	28	0,782	2,5	<b>0,629</b>	<b>2</b>
Dibenzo(a,h)antracen			0,135		0,111	0,31
Benzo(g,h,i)perylene	0,57	33			0,438	<b>1,2</b>
Indeno(1,2,3-cd)pyren/	0,031	1,9	0,34		<b>0,568</b>	<b>1,3</b>

### 3.6 Hälsoriskbedömning av sediment

Vid bedömning av de hälsorisker som finns vid förorenade områden beaktas vilka exponeringsvägar och vilka exponeringstider som kan förväntas. När det gäller sediment kan människor förväntas exponeras för föroreningarna via intag genom munnen och via hudkontakt. En tredje mer indirekt exponeringsväg är intag av fisk och bottenlevande djur såsom kräftor och liknande.

De två förstnämnda exponeringsvägarna kan bli aktuella i samband med t ex bad och ankring. Om båtar eller annan vattenverksamhet grumlar upp sedimenten från botten kan kontakt med sedimenten ske utan direkt kontakt med botten. Det är även tänkbart att metaller i sediment kan lakas ut, vilket kan leda till förhöjda lösta halter i ovanliggande vattenmassa.

I Naturvårdsverkets rapport 5976 (Naturvårdsverket, 2009) beskrivs hur riktvärden för föroreningar i mark kan beräknas. För att bedöma hälsoriskerna med sedimenten i Inre Kyrkviken kan samma beräkningsteknik användas.

De exponeringsvägar som beaktas i hälsoriskbedömningen av sedimenten i inre Kyrkviken är oralt intag och hudkontakt. Det orala intaget inkluderar dels sediment som når munnen via händer etc. och dels uppgrumlat sediment som når munnen via kallsupar etc. Halten av resuspenderade bottenpartiklar i vattnet har antagits vara 100 mg/l. De ämnesspecifika egenskaperna har hämtats från Naturvårdsverket (2009) och exponeringsfaktorerna har hämtats från Filipsson m.fl. (2009). Exponeringsfaktorerna är olika för olika åldersgrupper beroende på att badbeteendet skiljer sig mellan grupperna. Eftersom det inte blir någon egentlig badplats vid inre Kyrkviken antas att vuxna och barn inte kommer att utnyttja platsen för bad. Däremot kan eventuellt ungdomar tycka att platsen är en utmärkt badplats.

I Tabell 5 är beräknade riktvärden och uppmätta halter i inre Kyrkviken sammanställda. Riktvärdena för icke genotoxiska ämnen har justerats med hänsyn till att hela tolerabla intaget inte får komma från det aktuella förorenade området.

**Tabell 5.** Beräknade riktvärden för olika föroreningar (mg/kg TS) med hänsyn tagen till den antagna exponeringen (se text), samt uppmätta värden i inre Kyrkviken. Gul markering redovisar halt som är i nivå med eller överskrider beräknat riktvärde.

Ämne	Beräknat riktvärde avseende hälsa	Analyserat ämne	inre Kyrkviken	
			medelhalt	maxhalt
Arsenik	28	Arsenik	<12	12
Bly	3208	Bly	145	270
Kadmium	213	Kadmium	2	4
Kobolt	3208	Kobolt	14	16
Koppar	ej begr.	Koppar	228	360
Krom tot	ej begr.	Krom tot	62	88
Kvicksilver	211	Kvicksilver	2	6
Nickel	27496	Nickel	42	57
Vanadin	20622	Vanadin	53	72
Zink	687402	Zink	744	1100
Naftalen	15948	Naftalen	0,04	0,04
Acenaftalen	31896	Acenaftalen	0,1	0,3
Acenaften	31896	Acenaften	0,1	0,1
Antracen	2972	Antracen	0,2	0,4
Fluoren	2972	Fluoren	0,1	0,2
Fenantren	2972	Fenantren	0,4	0,8
Fluoranten	30	Fluoranten	1,4	4,1
Pyren	1451	Pyren	1,4	4,0
Benso(ghi)perylene	73	Benso(g,h,i)perylene	0,4	1,2
Benso(a)antracen	297	Benso(a)antracen	0,9	2,9
Krysen	49	Krysen	1,1	3,3
Benso(b)fluoranten	15	Benso(b,k)fluoranten	1,4	3,9
Indeno(1,2,3-cd)pyren	15	Indeno(1,2,3-cd)pyren/	0,6	1,3
Dibenso(a,h)antracen	1,3	Dibenso(a,h)antracen	0,1	0,3
Benso(a)pyren	1,5	Benso(a)pyren	0,6	<b>2,0</b>
PAH L	23922	Summa PAH L	<3,0	< 3,0
PAH M	725	Summa PAH M	6,5	9,4
PAH H	15	Summa PAH H	5,1	<b>15</b>
Bensen	388	Bensen	0,1	0,1

Ämne	Beräknat riktvärde avseende hälsa	Analyserat ämne	inre Kyrkviken	
			medelhalt	maxhalt
Toluen	212448	Toluen	<0,1	<0,1
Etylbensen	92410	Etylbensen	<0,1	<0,1
Xylen	170530	M/P/O-Xylen	<0,1	<0,1
Alifat >C5-C6	278470	Alifater C5-C8	<5	<5
Alifat >C6-C8	278470			
Alifat >C8-C10	26489	Alifater >C8-C10	11	11
Alifat >C10-C12	26489	Alifater >C10-C12	40	110
Alifat >C12-C16	26489	Alifater >C12-C16	32	180
Alifat >C16-C35	ej begr.	Alifater >C16-C35	216	490
Aromat >C8-C10	10595	Aromater >C8-C10	<5	<5
Aromat >C10-C16	25082	Aromater >C10-C35	<10	<10
Aromat >C16-C35	18811			

Medelhalterna i sedimenten i inre Kyrkviken understiger de beräknade riktvärdena. Ett enskilda prov (KV1) har dock något högre halter av benso(a)pyren och summa PAH H.

Arsenik (och cyanid) kan i höga doser ha akuttoxiska egenskaper. De uppmätta arsenikhalterna i Inre kyrkviken utgör dock ingen risk för det. För övriga analyserade ämnen torde en långvarig eller upprepad exponering krävas för att eventuella negativa hälsoeffekter ska uppstå. Sammantaget visar dock denna riskbedömning att sedimenten sannolikt inte kommer att utgöra någon oacceptabel hälsorisk för badande människor, förutsatt att de antagna exponeringsparametrarna är korrekta. Därmed finns inte något egentligt behov av särskilda skyddsåtgärder.

### 3.7 Preliminär klassning av eventuellt urgrävda sediment

I Tabell 6 och Tabell 7 har samtliga analysresultat för sedimentprover sammanställts och jämförts med Naturvårdsverkets generella riktvärde för jord<sup>1</sup> avseende känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM) samt farligt avfall<sup>3</sup> (FA; Avfall Sverige 2007:01).

**Tabell 6.** Inre Kyrkviken, Lidingö. Halter av metaller jämfört med Naturvårdsverkets generella riktvärden för jord, känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM). Halter över riktvärdet för KM markeras med fet stil och halter över MKM med understruken fet stil. Enhet mg/kg TS. (m u b =meter under botten).

	KM	MKM	FA	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8
Nivå m u b				0-0,05	0,15-0,205	0-0,05	0-0,05	0-0,05	0,15-0,200	0-0,05	0-0,05
TS	-	-		11,6	10,8	11,3	11,3	20,9	19,4	15,1	14,3
Arsenik	10	25	1000	<16	<17	<16	<16	<8,6	<b>12</b>	<12	<13
Barium	200	300	10000	73	66	81	65	110	<b>210</b>	73	77
Kadmium	0,5	15	1000	<b>2,5</b>	<1,7	<1,6	<1,6	<b>1,2</b>	<b>3,8</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>
Kobolt	15	35	2500	13	12	13	12	14	<b>16</b>	14	15

<sup>1</sup> Naturvårdsverket, 2009: Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning. Rapport 5976. September 2009.

<sup>3</sup> Avfall Sverige, Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor, FA=farligt avfall.

	KM	MKM	FA	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8
Krom	80	150	10000	62	56	61	52	53	<b>88</b>	60	64
Koppar	80	200	2500	<b>300</b>	<b>230</b>	<b>360</b>	<b>180</b>	<b>110</b>	<b>240</b>	<b>200</b>	<b>200</b>
Kvicksilver	0,25	2,5	1000	<b>2,1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>0,74</b>	<b>0,91</b>	<b>5,7</b>	<b>1,4</b>	<b>1,3</b>
Nickel	40	120	1000	<b>45</b>	36	41	36	38	<b>57</b>	38	<b>47</b>
Bly	50	400	2500	<b>200</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>97</b>	<b>91</b>	<b>270</b>	<b>150</b>	<b>140</b>
Vanadin	100	200	10000	48	44	50	47	53	72	53	60
Zink	250	500	2500	<b>980</b>	<b>570</b>	<b>690</b>	<b>550</b>	<b>570</b>	<b>1100</b>	<b>790</b>	<b>700</b>

- Inga halter av analyserade metaller överskrider förslag till haltgräns för farligt avfall.
- Samtliga prover innehåller zink över Naturvårdsverkets generella riktvärde för MKM (som högst 2 ggr MKM).
- I punkt KV1, KV3 och KV6 överskrider koppar MKM.
- Samtliga prover innehåller zink, koppar bly och kvicksilver över Naturvårdsverkets generella riktvärde för KM.
- Högsta uppmätta halter har påträffats i djupare sedimentprov (KV6).

**Tabell 7. Inre Kyrkviken, Lidingö. Halter av organiska föreningar jämfört med Naturvårdsverkets generella riktvärden för jord, känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM). Halter över riktvärdet för KM markeras med fet stil och halter över MKM med understruken fet stil. Enhet mg/kg TS. (m u b =meter under botten).**

	KM	MKM	FA	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8
Nivå m u b				0-0,05	0,15-0,205	0-0,05	0-0,05	0-0,05	0,15-0,20	0-0,05	0-0,05
Torrsubstans				11,2	10,8	11,4	11,3	20,9	19,4	15,1	14,3
Glödförlust				21,7	20,3	18,1	21,7	15,4	16,8	17,2	16,4
TOC beräknat				12,4	11,6	10,3	12,4	8,8	9,6	9,8	9,3
Bensen	0,012	0,04	1000	<b>0,075</b>	<b>0,072</b>	<b>0,086</b>	<b>0,056</b>	<0,01	<0,01	<b>0,06</b>	0,024
Toluen	10	40		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Etylbensen	10	50		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
M/P/O-Xylen	10	50		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Summa TEX			1000	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Alifater C5-C8	12	80		<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Alifater >C8-C10	20	120	1000	<5	<5	<5	<5	<5	11	<5	<5
Alifater >C10-C12	100	500		5,3	<5	<5	5,2	<5	<b>110</b>	<5	<5
Alifater >C12-C16	100	500	10000	6,7	<5	6,8	6,5	6,8	<b>180</b>	9,7	10
Alifater >C16-C35	100	500	10000	<b>130</b>	76	<b>130</b>	<b>120</b>	<b>180</b>	<b>490</b>	<b>280</b>	<b>320</b>
Aromater >C8-C10	10	50	1000	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Aromater >C10-C35	'3/10	'15/30	1000	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Oljetyp				Motorolja	Motorolja	Motorolja	Motorolja	Motorolja	Motorolja	Motorolja	Motorolja

	KM	MKM	FA	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8
							ospec		ospec		
Summa cancerogena PAH			100	14	1,5	1,9	1,8	2,9	6,6	5,9	3
Summa övriga PAH			1000	11	1,3	1,9	1,6	2,9	7	4,8	2,2
PAH-L	3	15		< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
PAH-M	3	20		<b>9,4</b>	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<b>6,1</b>	<b>4</b>	<3,0
PAH-H	1	10		<b>15</b>	<b>1,7</b>	<b>2,2</b>	<b>2</b>	<b>3,1</b>	<b>7,1</b>	<b>6,5</b>	<b>3,4</b>

- Inga halter av analyserade organiska analyserade ämnen överskrider förslag till haltgräns för farligt avfall.
- Halter av bensen har påträffats över Naturvårdsverkets generella riktvärde för MKM (som högst 2 ggr MKM) i ett flertal prover. PAH-H har påträffats i punkt KV1 (1,5 ggr MKM).
- Halter av alifater (C10-C12, C10-C16, C16-C35) och PAH-M över Naturvårdsverkets generella riktvärde för KM har påträffats i ett flertal prover.
- Högsta uppmätta halter har påträffats i ytligt sedimentprov (KV1).

### 3.8 Rekommendationer angående arbete i sediment

Analysresultaten visar att både ytligt och djupare liggande sediment i hela den undersökta delen av inre Kyrkviken är förorenat med metaller och organiska föreningar.

Den som vill genomföra en vattenverksamhet behöver normalt söka tillstånd hos en miljödomstol alternativt göra en anmälan till länsstyrelsen (mindre ärenden).

Vi rekommenderar att muddringen övervakas av en miljökontrollant. Miljökontrollanten provtar och klassificerar urgrävda massor i enhetsvolymmer samt anvisar lämplig mottagningsanläggning för överskottsmassor.

Vid muddringsarbeten i sediment i inre Kyrkviken där massor grävs ur skall dessa omhändertas vid en godkänd mottagningsanläggning. Behov av och möjligheter till avvattning av sedimentmassorna före transport kan behöva utredas.

Oavsett om sedimenten är förorenade eller inte bör en omfattande spridning av uppgrumlade sedimentpartiklar förhindras eftersom en ökad grumlighet i sig leder till sämre ljusförhållanden och därför kan påverka det akvatiska livet negativt. Vid schaktningsarbeten eller liknande i vatten eller strandkant bör därför arbetsområdet avgränsas med en bottengående skyddsskärm av geotextil.

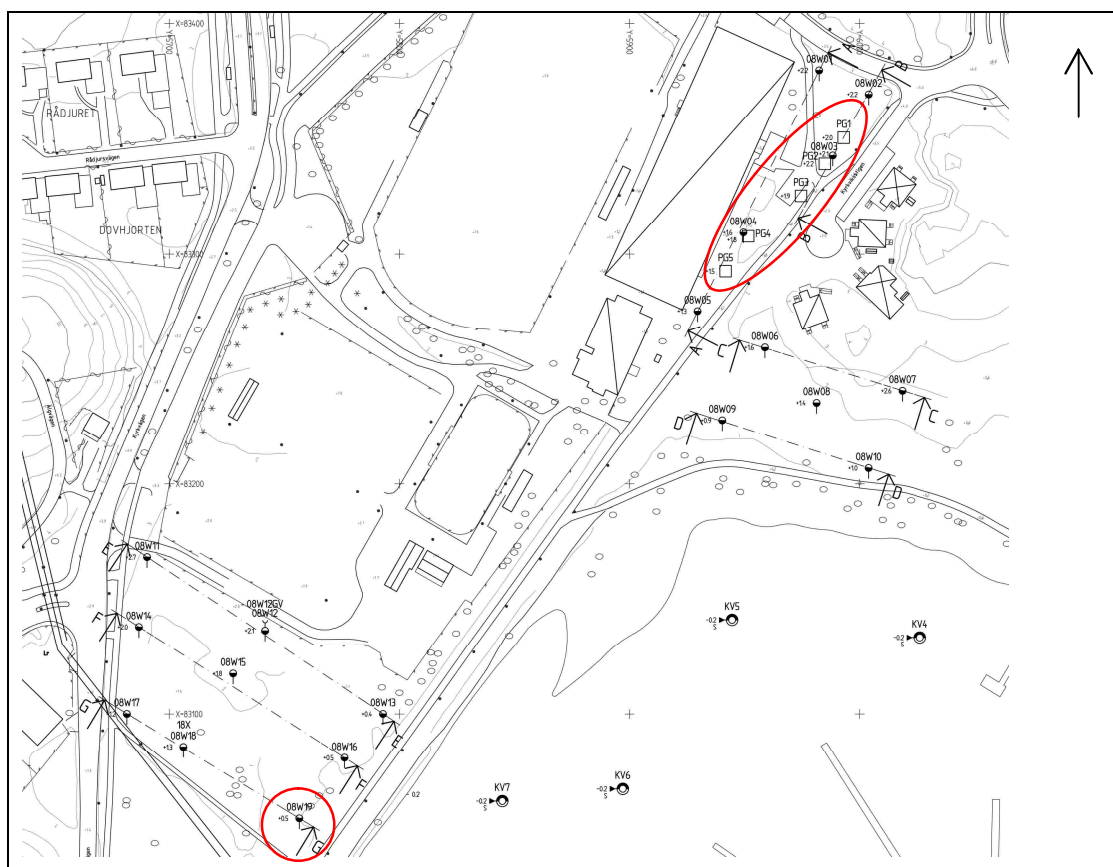
## 4 Genomförande - jord

### 4.1 Provtagning och jordlager

Jordprovtagning i maskingrävda provgropar utfördes 2008-12-12 och provtagning med borrhandsvagn i punkt 08W19 utfördes 2008-12-16. Provpunkternas läge framgår av Figur 6 samt i Bilaga 2 och ritning M101 och M102, WSP uppdrag 10116857 daterade 2008-12-19 resp. 2009-01-21.

Provgrop 1 – 5 grävdes i Lidingöbanans tidigare sträckning. Jordlagren utgjordes av fyllning på lera. Fyllningens mäktighet varierade mellan 0,3 och 0,8 m. Fyllningen bestod främst av sten, grus och sand med inslag av tegel och i något fall block.

Område 1a undersöktes främst ur geoteknisk synpunkt för planerad tennisbana. I samband med dessa sonderingsborrningar konstaterades oljelukt i en punkt (08W19). I provpunkt 08W19 har fyllning påträffats till 2,2 m djup. Fyllningen bestod av sand, grus och tegel.



Figur 6. Provpunkter för jord (röd markering) vid Inre Kyrkviken, Lidingö stad.

### 4.2 Laboratorieanalyser

Totalt 7 jordprover har analyserats med avseende på organiska ämnen (alifater/aromater, PAH och BTEX) och 6 jordprover har analyserats med avseende på metaller. Ett samlingsprov från provgrop 1, 2, 3 och 4 har analyserats för pesticider. Analyserna utfördes genom Eurofins.



### 4.3 Jämförvärden för jord

Resultaten från laboratorieanalyserna jämförs med Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark (NV, 2008).

Naturvårdsverkets riktvärden är uppdelade i två typer av markanvändning:

**Känslig Markanvändning (KM):** Markkvaliteten begränsar inte val av markanvändning och grundvattnet skyddas. Marken skall t.ex. kunna användas till bostäder, daghem, odling etc. Grundvatten inom området används 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 och grundvattnet skyddas. Marken kan t.ex. användas för kontor, industrier eller vägar. Grundvattnet skyddas som en naturresurs. 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.

Undersökningsområdet används för idrott och rekreation. Inom område 2 har tidigare funnits en banvall (Lidingöbanan). Planerad verksamhet är idrottsanläggning som bedöms motsvara känslig markanvändning (KM).

### 4.4 Resultat från fältundersökningen

En sammanställning av analysresultaten och generella riktvärden redovisas nedan för metaller respektive organiska ämnen.

#### Metaller

Analysresultaten avseende metaller i jord redovisas i Tabell 8 nedan. I jord i anslutning till Lidingöbanans tidigare sträckning till Kyrkviken, har inga halter av metaller påträffats över Naturvårdsverkets generella riktvärde för känslig markanvändning (KM).

**Tabell 8.** Inre Kyrkviken, Lidingö. Halter av oorganiska ämnen jämfört med riktvärdena för KM och MKM. Halter över riktvärdet för KM markeras med fet stil och halter över MKM med understruken fet stil. Kursiv stil visar halt över bakgrunds nivå. Enhet mg/kg TS.

Jord	Prov (m u my)						Riktvärde		Bakgrundshalt*
	PG 1	PG 1	PG 2	PG 3	PG 4	PG 5	KM	MKM	
Element	0-0,5	0,7-1,1	0-0,5	0-0,3	0-0,3	0-0,6			
TS_105°C	93,9	72,6	74	73,4	90,7	91,8			
Arsenik	2,7	3,9	3,1	3,5	2,5	2,2	<b>10</b>	<u>25</u>	3,3
Barium	14	83	36	37	24	13	<b>200</b>	<u>300</u>	
Bly	11	15	14	15	9,9	9,5	<b>50</b>	<u>400</u>	7,7
Kadmium	<0,19	<0,25	<0,24	<0,25	<0,20	<0,20	<b>0,5</b>	<u>15</u>	0,08
Kobolt	4,6	12	4,1	4,2	5,1	4,4	<b>15</b>	<u>35</u>	5
Krom total	14	37	14	14	14	13	<b>80</b>	<u>200</u>	13
Koppar	31	25	18	20	17	20	<b>80</b>	<u>150</u>	21
Kvicksilver	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	<b>0,25</b>	<u>2,5</u>	
Nickel	6,5	23	6,9	7,8	7,8	7,5	<b>40</b>	<u>120</u>	11
Vanadin	17	41	16	16	19	17	<b>100</b>	<u>200</u>	26
Zink	34	73	35	54	60	32	<b>250</b>	<u>500</u>	42

\*Regional halt i opåverkad morän i Östra Mälardalen (SGU, 2007). Bakgrunden anges som p90 av fraktion <2 mm.

## Organiska ämnen

Analysresultaten redovisas i Tabell 9 nedan och kan sammanfattas till följande:

- I jord i anslutning till Lidingöbanans tidigare sträckning till Kyrkviken, har inga halter av organiska föreningar påträffats över analysmetodens rapporteringsgräns.
- I jordprov inom planerad tennisbana (punkt 08W19, 1,0-2,2 m) har påträffats oljekolväten i halter upp till 5 ggr MKM.
- 16 PAH har analyserats och redovisas på olika sätt, uppdelat i cancerogena och övriga resp. låg, medel och högmolekylära PAH. I och med att resultaten är lägre än lägsta riktvärde för KM, har vi bedömt att det inte finns någon anledning att räkna om halten cancerogena och övriga till låg, medel och högmolekylära PAH.
- Analys av pesticider gjordes av ett samlingsprov (0-0,5 m) från provgrop 1, 2, 3 och 4. Inga pesticidrester påvisades med screeninganalys.

**Tabell 9.** Inre Kyrkviken, Lidingö. Halter av organiska ämnen jämfört med riktvärdena för KM och MKM. Halter över riktvärdet för KM markeras med fet stil och halter över MKM med understruken fet stil. Enhet mg/kg TS.

Jord	Prov (m u my)							Riktvärde		
	PG 1 0-0,5	PG 1 0,7-1,1	PG 2 0-0,5	PG 3 0-0,3	PG 4 0-0,3	PG 5 0-0,6	08W19 1,0-2,2	KM	MKM	
TS_105°C	93,9	72,6	74	73,4	90,7	91,8	41,8	-	-	
<b>Alifater</b>										
>C5-C8	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<b>12</b>	<b><u>80</u></b>	
>C8-C10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<b>20</b>	<b><u>120</u></b>	
>C10-C12	<5	<5	<5	<5	<5	<5	27	<b>100</b>	<b><u>500</u></b>	
>C12-C16	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<b>240</b>	<b>100</b>	<b><u>500</u></b>	
>C16-C35	23	<10	<10	<10	<10	<10	<b>2100</b>	<b>100</b>	<b><u>1000</u></b>	
<b>Aromater</b>										
>C8-C10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	8,7	<b>10</b>	<b><u>50</u></b>	
>C10-C35	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<b>69</b>	<b>3</b>	<b><u>15</u></b>	
Bensen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<b>0,036</b>	<b>0,012</b>	<b><u>0,04</u></b>	
Toluen	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<b>10</b>	<b><u>40</u></b>	
Etylbensen	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<b>10</b>	<b><u>50</u></b>	
Xylener	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<b>10</b>	<b><u>50</u></b>	
<b>PAH</b>										
PAH L							<3,0	<b>3</b>	<b><u>15</u></b>	
PAH M							<b>11</b>	<b>3</b>	<b><u>20</u></b>	
PAH H							<b>5,4</b>	<b>1</b>	<b><u>10</u></b>	
PAH canc	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	5,2			
PAH övriga	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	12			
<b>Övrigt</b>										
Screening semi och opolära pesticider	Inga pesticidrester påvisades i provet							-		

#### 4.5 Förenklad riskbedömning för jord

Området används för idrott och rekreation och bedöms motsvara Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig markanvändning (KM).

Analyser har gjorts av fyllning dels i 5 provgropar i anslutning till Lidingöbanans tidigare sträckning vid Kyrkviken (område 2) och dels i en punkt vid planerad tennisbana, söder om befintlig idrottsplats (område 1a).

Undersökningen har inte påvisat några organiska föreningar eller pesticider över analysmetodens rapporteringsgräns och inga metaller över Naturvårdsverkets riktvärde för känslig markanvändning (KM), i undersökta prover i område 2.

I det analyserade provet från område 1a, har påträffats halter av alifater, aromater och PAH över eller i nivå med riktvärde för MKM. Analyserat prov ligger på nivå 1,0-2,2 m under markytan, men påträffad förorening är inte avgränsad varför det kan inte uteslutas att de påträffade organiska föreningarna i punkt 08W19 kan medföra risk för människors hälsa eller miljön.

#### 4.6 Rekommendationer för jord

Baserat på genomförda undersökningar rekommenderar vi följande:

- Kompletterande provtagning för att avgränsa påträffad förorening vid borrhål 08W19 inom område 1a.
- Urgrävning av förorenad jord vid provpunkt 08W19 samt omhändertagande av massorna vid en godkänd mottagningsanläggning.

WSP föreslår att en miljökontrollant deltar vid schaktarbetet. Kontrollanten följer arbetet och provtar massorna. Arbetet sammanställs i en slutrapport som delges Miljö- och stadsbyggnadskontoret i Lidingö stad.

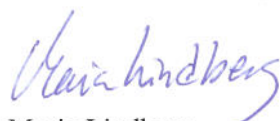
Provtagningsstrategi och urval av analyser baseras på erfarenhetsmässiga bedömningar och branschpraxis. Av naturliga skäl kan dock inte uteslutas att det finns förorening i punkter/områden som inte har undersökts eller att det förekommer ämnen och föreningar som inte analyserats.

Enligt miljöbalken 10 kap 11§ skall den som äger eller brukar en fastighet, oavsett om området tidigare ansetts förorenat, genast underrätta tillsynsmyndigheten om det upptäcks en förorening på fastigheten och föroreningen kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. Vi rekommenderar att denna rapport delges Miljöenheten vid Stadsbyggnadskontoret i Lidingö stad.

Stockholm den 28 januari 2010

WSP Environmental

Avdelningen Mark och Vatten



Maria Lindberg



Magnus Land



## Referenser

- Avfall Sverige (1997) Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor. Rapport 2007:01. ISSN 1103-4092
- CCME (2003) Canadian Council of Ministers of the Environment. Canadian Environmental Quality Guidelines.
- Filipsson M., Lindström m., Peltola P., Öberg T. (2009) Exposure to contaminated sediments during recreational activities at a public bathing place. In: *Environmental Risk Assessment –uncertainty, variability and statistical methods*. Doctoral thesis, University of Kalmar, Sweden. ISBN 978-91-85993-33-8.
- IVL (1998) Metaller, PAH, PCB och totalkolväten i sediment runt Stockholm –flöden och halter. Rapport 1297. ISBN91-630-6738-2.
- Naturvårdsverket (1999a) Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Kust och hav. Rapport 4914.
- Naturvårdsverket (1999b) Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Sjöar och vattendrag. Rapport 4913.
- Naturvårdsverket (1999c) Metodik för inventering av förorenade områden. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Rapport 4918.
- Naturvårdsverket (2009) Riktvärden för förorenad mark Modellbeskrivning och vägledning. Rapport 5976.
- RIVM (2001) Ecotoxicological Serious Risk Concentrations for soil, sediment and (ground)water: updated proposals for first series of compounds. RIVM Rapport 711701020.
- SGU, 2007: *Metaller i morän och andra sediment, Östra Mälardalen med Stockholm*. Rapport K77.