

I de två underliggande lagren som analyserats motsvarar kromhalten klass 5 i båda fallen. Resterande parametrar motsvarar klass 3 eller lägre. Kromhalten i område C är som högst i det understa analyserade lagret (85 mg/kg TS).

Tabell 9. Resultat av kemiska analyser på totalt 9 st prov ifrån olika djup i 5 olika punkter inom område C.

Delområde C, djup	Antal prov	Alla parametrar exkl Cr	Cr (mg/kg TS)
0-0,5m	3 (4 djup)	Medel ≤ klass 4	69,8
0,5-1	2	≤ klass 3	58/73
1,25-1,5	1	≤ klass 3	72
1-1,5	1	≤ klass 3	85

## 7.7

### Delområde D

Se bilaga 5 (kallat delområde 4 i den undersökningen) för fullständiga resultaten. I kort visar ett samlingsprov från ytan och ett från djupare skikt på metallhalter motsvarande klass 3 eller lägre. TBT-halten är rapporterad som < 1 µg/kg TS, vilket motsvarar klass 1 enligt de norska bedömningsgrunderna (Statens forurensingstilsyn, 2007).

## 8.

### Sammanfattning av sedimentanalyser

- Område A har halter motsvarande klass 3 eller lägre.
- Samtliga sediment som avsatts i område B, efter muddringen av gamla rännan utfördes, har halter motsvarande klass 5 av föroreningarna PCB, PAH, koppar eller kvicksilver. Föroreningarna sträcker sig ned till ursprungliga mudderdjupet på ca 7,5 m djup. Under 7,5 m (från medelvattenytan) klassas sedimenten som rena.
- I område C motsvarar uppmätta halter klass 5 med avseende på krom, men i övriga parametrar klass 4 eller lägre.
- Område D är sedan tidigare klassat som rent (bilaga 5), dvs klass 4 eller lägre

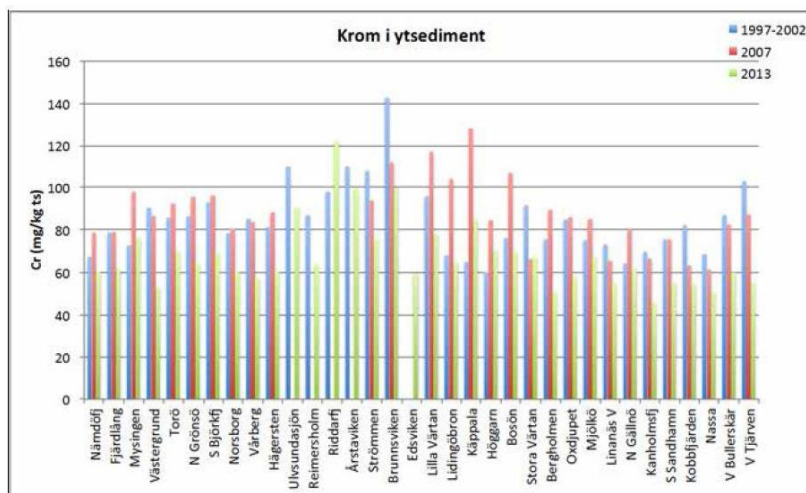
I de prov där dioxin analyserats har inga förhöjda halter kunnat påträffas (område C). I andra undersökningar längs svenska kusten har högst halter av dioxiner i sedimenten påträffats i sediment från 1960-1980-talet och har efter det minskat fram till idag (Länsstyrelsen Gävleborg, 2012). I Elks undersökning (bilaga 1) analyserades även dioxin i det område som ansågs vara störst risk med tanke på läge och innehåll av organisk halt (delområde 1 i Elk rapporten). Halterna låg under de kanadensiska gränsvärdena (sum. WHO-PCDD/F-TEQ LB/UB 1,6/5,7 ng/kg TS).

## 9. Diskussion

Sedimentet i delområdet C har halter motsvarande klass 5 med avseende på krom på flertalet djup. Halterna motsvarar klass 5 i flera fall i de djupare skikten (0,5-1, 1-1,5, och 1,25-1,5 m). Om man räknar att varje varv motsvarar ett år så innebär det att 1,5 m motsvarar det som avsattes för ca 150 år sedan. Variationen är utgående från resultatet relativt liten i djupled, dvs mellan mitten på 1800-talet fram till idag. Sökningar i litteraturen visar att bakgrundshalten av krom och koppar kan variera stort (Tabell 10). Halter upp mot 100 mg/kg TS är inte onormala. Vid en jämförelse med halterna av koppar från andra sediment på ostkusten är det tämligen vanligt att halterna just motsvarar klass 4 och 5. I en tidigare studie var medelhalten krom i sedimenten kring Stockholm 100 mg/kg TS (IVL, 2003).

Tabell 10. Generella bakgrundshalter krom och koppar, (Laveskog et al., 1976)

	Krom	Koppar
Vulkaniska bergarter	100	55
Jordskorpan	-	100
Sedimentära bergarter	10 – 100	4-45
Jordar	100	20



Figur 60 Krom i ytsediment från provtagningsomgångarna 1997–2002, 2007 och 2013.

Figur 7. Uppmätta halter av krom i ytsedimenten i Stockholms skärgård och östra Mälaren åren 1997-2002, 2007 och 2013. (Länsstyrelsen, 2013)

I en undersökning gjord i inre Bråviken (Hifab, 2009) kunde förhöjda halter av krom, koppar, bly, zink och kvicksilver konstateras jämfört mot Naturvårdsverkets

bedömningsgrunder. Halterna av metaller i den rapporten bestämdes genom uppslutning av salpetersyra vilket skiljer sig från aktuell undersökning då kungsvatten använts som uppslutningsmedia.

I många undersökningar är metallhalten bestämd med uppslutning med salpetersyra. I föreliggande studie är halterna bestämda med uppslutning med kungsvatten. Enligt Alcontrol blir halten krom högre med den sistnämnda uppslutningsmetoden. Detta bidrar till att halterna av krom blir högre än många andra analyser (Figur 8). Även samma fenomen konstateras i andra studier (Länsstyrelsen, 2013). Halterna av krom i undersökningen av Bråviken hamnar i klass 3 och 4 i Hifabs undersökningen men med annan uppslutningsmetod kan halterna hamna i klass 4 eller 5.



Figur 8. Olika syrors upplösningsförmåga (Benz, Enell, 2012)

Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999) är inte effektbaserade, utan bygger helt på statistik från uppmätta halter runt kusten i Sverige. I Kanada finns effektbaserade riktvärden för sediment framtagna. PEL-värdet (probable effect level) ligger för krom på 90 mg/kg TS, en halt där man förväntar sig att effekter kan ses.

Att klassa massorna i område C utifrån kromhalten anses därmed orimligt. Inga andra analyserade parameterar visar på föroreningspåverkan motsvarande klass 5 i området.

Fyllnadsmassorna i punkt M8 och M9 är betydligt lägre vad gäller koppar och kromhalten jämfört med de övriga analyserade punkterna. Detta kan förklaras av att de är tillförda och inte ingått i den "naturliga sedimentationen".

Det rena djupet i punkten M6 och M7 påträffas på samma djup från vattenytan och antas sammanfalla med ursprungliga mudderdjupet i gamla farledsrännan. Därmed kan antas att sediment som avsatts i farledsrännan med tiden är förorenade ned till ursprungligt mudderdjup som enligt uppgift ligger kring 7 m.

## 10. Slutlig klassning av muddermassor och volymer

En justering av klassning där kromhalten i område C inte är inkluderad görs nedan. Den slutliga klassningen av sedimenten som ska muddras inför utbyggnaden av Pampushamnen visas i Tabell 11. Djupet i delområde B har här korrigerats mot medelvattenstånd (antagit att det rårde -0,15 m vid provtagningen).

För att beräkna den mängd muddermassor som hamnar i klass 5 har det antagits att det kunnat avsättas upp till 1 m djupare massor i slänterna. Detta för att ha en säkerhetsmarginal på 1 m i slänterna för att säkerställa att inte förorenade sediment hamnar i fel klass.

Vid uträkandet har därför alla massor från 4,65 m djup i gamla rännan inkluderats i område B.

Den totala volymen som behöver omhändertags då de är förorenade uppgår till 40 000 m<sup>3</sup>.

Tabell 11. Slutlig klassning av sedimenten som ska muddras. Klassning utifrån kromhalten är inte gjord.

Delområde	Klass	Klassande parameter	Djup från vattenytan (m)
A	≤klass 3 (medel)		Allt ned till 10,4m
B	Klass 5	Hg, PCB, PAH, Cu	4,65-7,65 m
	≤klass 3		>7,65 m
C	≤klass 4	Cu, PCB	Allt ned till 10,4m
D	≤klass 3		Allt ned till 14,2 m

## 11. Åtgärdsbehov av förorenade massor

Massorna i område C föreslås omhändertags på Hälladeponin på land. För att få lägga massorna där måste villkor 5 enligt domen uppfyllas varför detta har kontrollerats med separata analyser. Det finns krav på sedimentets karaktär både innehållsmässigt men även hur mycket som får laka ut. 7 separata lakförsök har därför utförts på massor från provtagningen. Proverna som använts i laktesten är från olika djup i punkterna M6 och M7. Laktesten som har utförts är skakförsök enligt SS-EN 12457-2.

Resultaten från skakförsöken visar att samtliga analysparametrar underskred gränsen för villkoren förutom sulfat och klorid i några av proven. Samtliga analys svar återfinns i bilaga 6. Medelhalten från skakförsöken har lakhalter som understiger gränsen i villkoren, se Tabell 12.

Tabell 12. Resultat från lakförsök jämfört mot haltkriterie i villkorsdomen för Hälla. Halter i mg/kg TS motsvarande L/S = 10.

Ämne	Medel	Max enligt villkor 5
As	0,015	0,5
Ba	1,26	20
Cd	0,0007	0,04
Cr (tot)	0,020	0,5
Cu	0,038	2
Hg		0,01
Mo	0,23	0,5
Ni	0,018	0,4
Pb	0,010	0,5
Sb	0,0220	0,06
Se	0,029	0,1
Zn	1,100	4
klorid	4100	5000
florid	3,4	10
SO <sub>4</sub>	1906	2000
Fenolindex	<0,02	1
DOC	56,7	500

Gränsen för vad sedimenten får innehålla redovisas i Tabell 13 tillsammans med medelvärden av alla analyserade prover i punkterna M6 och M7. Ingen medelhalt överstiger den maximala halten för att få läggas på Hälladeponin.

Tabell 13. Innehåll i sediment, medelhalter och villkorsgränser. mg/kg TS.

Ämne	Medelhalt	Max.halt enligt villkor 5,
As	8,6	15
Cd	0,9	4
Cr (tot)	62	100
Cu	67	150
Hg	1,1	2
Ni	31	50
Pb	41	150

Sammanfattningsvis kan sedimenten från gamla farledsrännan läggas på Hälladeponin då halterna uppfyller gällande villkor för aktuell deponi.

## 12. Referenser

- Canadian Council of Ministers of the Environment Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life; Canadian Council of Ministers of the Environment: 2001, uppdaterad 2002.
- Benz D, Enell A, SGI. Presentation vid Renare mark 2012.
- Elk, 1992. Resultat av sedimentanalyser från "gamla farleden". Daterad 1992-07-24
- Elk, 2005. Sedimentundersökning inför breddning av inseglingsleden till Norrköpings hamn. Daterad 2005-03-17
- HIFAB, 2009. Inre Bråviken-fältundersökning, riskbedömning, åtgärdsbedömning, förslag till fortsatta arbeten. Hifab.
- Håkanson, L. and Jansson, M., 1983. Principles of lake sedimentology. Springer-Verlag, Berlin, 316 p.
- IVL (2003): WFD Priority substances in sediments from Stockholm and the Svealand coastal region, IVL rapport B 1538
- Marin miljöanalys AB. Rapport Miljöprovtagning Norrköpings hamn 062313, 070110.
- Naturvårdsverket, 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Rapport 4914.
- Laveskog A., Lindskog A., Stenberg U. 1976. Om metaller, en litteratursammanställning. Statens Naturvårdsverk. ISBN 91-38-02987-1.
- Länsstyrelsen Stockholm, 2013. Miljögifter i sediment i Stockholms skärgård och östra Mälaren 2013
- Länsstyrelsen Gävleborg, 2012. Dioxiner i Bottenhavet och Bottenviken – pågående utsläpp eller historiska synder
- Statens forurensningstilsyn, 2007. Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (TA-2229/2007)
- US Environmental Protection Agency, 2002 Interim report on data and methods for assessment of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin risks to aquatic life and associated wildlife; EPA/600/R-93/055; US EPA: 2002.