



MALMPORTEN – MILJÖUNDERSÖKNING AV SEDIMENT

Rapport


2015-10-12

Upprättad av: John Sternbeck och Jerry Forsberg

Granskad av: Helena Furst och Sjöfartsverket



Samfinansierat av EU
Transeuropeiska transportnätet (TEN-T)

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

MALMPORTEN – MILJÖUNDERSÖKNING AV SEDIMENT

KUND


Sjöfartsverket
601 78 Norrköping

KONSULT

WSP Sverige AB
121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10 7225000
Fax: +46 10 7228793
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se

KONTAKTPERSONER


Uppdragsansvarig: John Sternbeck, 070-220 9667
Handläggare: Jerry Forsberg
Fältpersonal: Veronica Östman, Robert Åkerlund, Thomas Sandberg
Ombud: Hanna Hällstrand

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

INNEHÅLL

1	BAKGRUND OCH SYFTE	5
1.1	Allmän områdesbeskrivning	5
2	OMFATTNING OCH GENOMFÖRANDE	7
2.1	Muddringsområden	7
2.2	Föreslagna dumpningsområden	9
2.3	Analysmetodik	9
3	UTVÄRDERINGSKRITERIER	12
4	RESULTAT	13
4.1	Allmänna egenskaper	13
4.2	Föroreningsnivåer	15
4.3	Klassning avseende dumpning	20
4.3.1	Föroreningsnivåer M1-massor	22
4.3.2	Föroreningsnivåer M2-massor	23
4.4	Lakter	25
5	REFERENSER	28

Bilaga 1. Foton från provtagningen 2015.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

SAMMANFATTNING

Projekt Malmporten syftar till att öka säkerheten och tillgängligheten till hamnarna i Lu-leå. Detta innebär bland annat muddring av ca 22 miljoner tfm³ (teoretisk fast volym, inkl. övermuddring) bottenmaterial. Detta ställer krav på en välplanerad masshantering. För att planera masshanteringen i projekt Malmporten har blivande muddermassor undersökts genom provtagning av sediment i farleden samt i lämpliga dumpningsområden.

Provtagningar har genomförts inom planerat muddringsområde i totalt 130 provpunkter. Undersökningarna har utförts i olika skeden, av olika konsulter och av olika huvudmän. Denna rapport är framtagen i samband med undersökningar som WSP utfört under 2015, men innefattar även data från två tidigare undersökningar.

Undersökningarna som utfördes under 2015 syftade till att komplettera tidigare resultat och framförallt möjliggöra en avgränsning av de sediment som kan kräva särskilt omhändertagande. Den absoluta merparten av provpunkterna har lokaliserats till de inre delarna av planerad farled. Detta motiveras av tidigare undersökningar endast påträffat föroreningar i områdena väster om Likskäret.

Ytliga sedimentprov (ca 0-10 cm) har tagits ut i samtliga provpunkter. I 29 av provpunkterna har även djupare sedimentlager provtagits. Prover har som djupast tagits ut 2 meter under befintlig bottenyta. Prover har i huvudsak analyserats med avseende på tungmetaller, PAH, PCB samt TBT. I prover från 2015 har även järn och svavel analyserats.

Laktester har utförts i två omgångar för att kunna bedöma risk för utlakning vid eventuellt omhändertagande av massor på land.

Sedimenten klassificeras utifrån föroreningsnivå med avseende på lämplighet för dumpning. För muddermassor inom projekt Malmporten gäller följande två kategorier, där M står för Malmporten:


- M1. Muddermassor som kan dumpas i föreslagna dumpningsområden utan särskilda restriktioner.
- M2. Muddermassor som till följd av sitt föroreningsinnehåll kräver särskild hantering.

Sedimenten i planerat muddringsområde består i huvudsak av siltig sand eller sandig silt. En stor del av de undersökta sedimenten innehåller sulfid. Halter av flertalet metaller är relativt låga i sedimenten medan TBT, PCB och i viss mån PAH uppträder i högre halter. Höga halter förekommer nästan uteslutande i det ytliga skiktet 0-0,2 m.

Utifrån genomförd undersökning bedöms 480 000 tfm³ muddermassor kategoriseras som M2-massor. M2-massor kännetecknas främst av att TBT och PCB överskrider respektive haltkriterie (gräns mellan M1/M2). Metaller förekommer nästan enbart i låga till måttliga halter i M2-massor.

M1-massorna uppvisar över lag låga metallhalter. Uppskattningsvis 99% av mängden M1-massor uppvisar föroreningsnivåer motsvarande klass 1-3 enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav.

Laktesterna tyder på att muddermassor som förvaras vid närvaro av syrgas under längre tid riskerar att bli försurade till följd av sulfidoxidation. Detta ökar lösligheten av kadmium, nickel och kobolt i dessa massor.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

1 BAKGRUND OCH SYFTE

Projekt Malmporten syftar till att öka säkerheten och tillgängligheten till hamnarna i Luleå. Detta innebär bland annat muddring av ca 22 miljoner tfm³ (teoretisk fast volym) bottenmaterial. Denna omfattande muddring ställer också krav på en välplanerad masshantering. Dumpning i lämpliga områden är ett effektivt alternativ, men kräver dispens från förbudet mot dumpning. Enligt miljöbalken (33 § 15 kap) kan dispens bara meddelas om dumpning kan utföras utan olägenhet för människors hälsa och miljön. Risk för olägenhet beror bland annat på massornas föroreningsgrad.

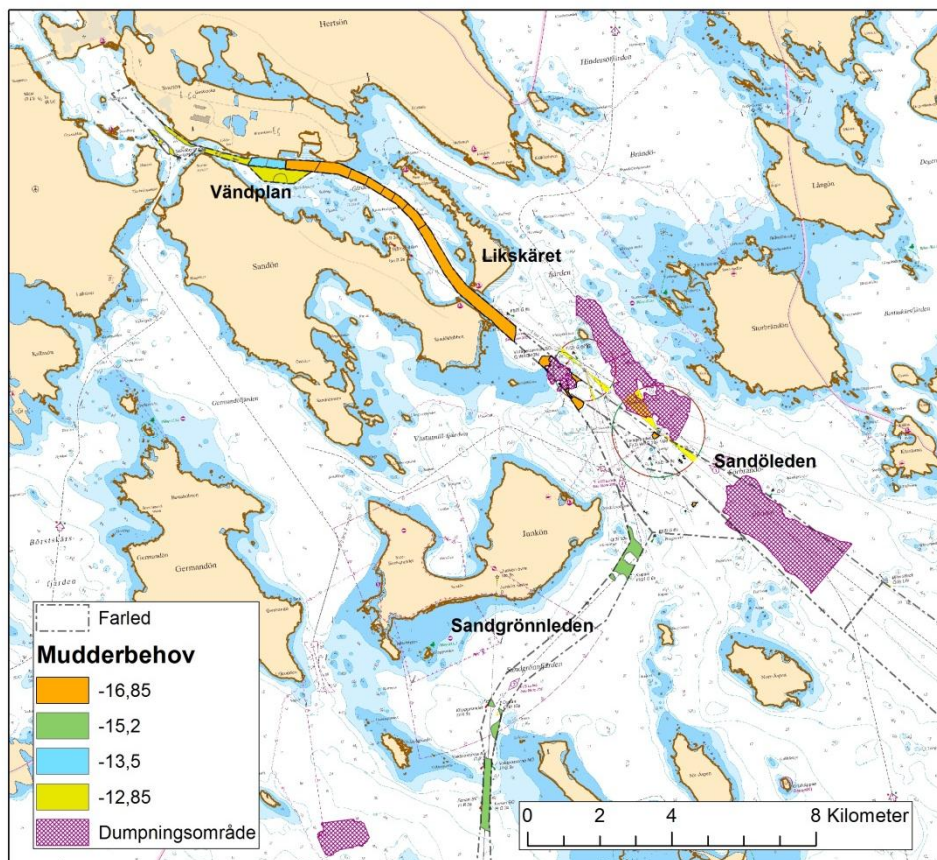
För att planera masshanteringen i projekt Malmporten har undersökningar av sediment i farleden samt i lämpliga dumpningsområden genomförts. Undersökningar har genomförts av Tyréns (2010), WSP (2014) samt i två skeden av WSP under 2015. I föreliggande rapport redovisas resultaten från samtliga undersökningar.

1.1 Allmän områdesbeskrivning


Muddring planeras i fjärdarna utanför Luleå, flera vattenförekomster är berörda av den planerade verksamheten. Områdena beskrivs mer allmänt i MKB (Sjöfartsverket, 2015). SGUs maringeologiska kartläggning är sparsam i området, men visar att bottenarna i det område som ska muddras främst består av postglacial finsand, glacial lera, morän samt inslag av isälvmaterial och glacial finsand.

Området har muddrats tidigare, inte minst i samband med Stålverk 80. Dumpning av muddermassor har också skett i flera områden invid farleden, vilket framgår av sjökortet.

Muddring planeras i Sandöleden att utföras till -16,85 m, medan lägre djup krävs i Sandgrönleden, de inre områdena samt vid vändplan (Figur 1). Det innebär att muddring kommer att utföras till omkring 5 meter under nuvarande botten i vissa områden.



Figur 1. Planerade muddringsdjup i de olika områdena.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

2 OMFATTNING OCH GENOMFÖRANDE

2.1 Muddringsområden

Provtagningar har genomförts inom planerat muddringsområde i totalt 130 provpunkter, se Figur 2 och Figur 3. Undersökningarna har utförts i olika skeden, av olika konsulter och av olika huvudmän. Av bland annat dessa orsaker så skiljer sig undersökningarna något vad gäller rapporteringsgränser.

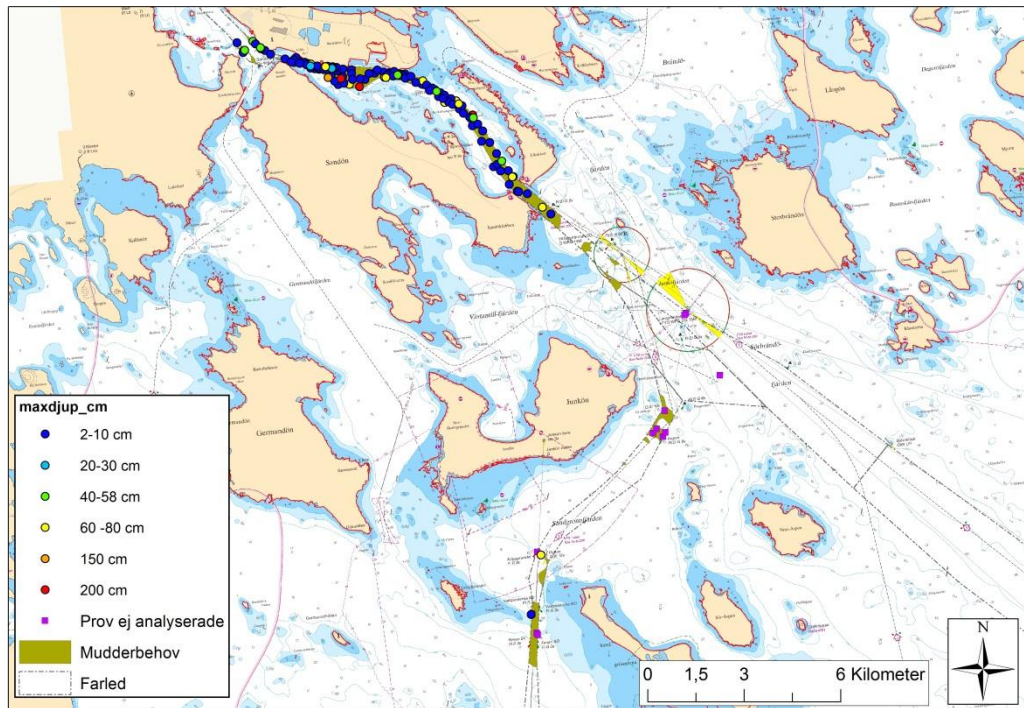
Vid samtliga genomförda provtagningar har det konstaterats att bottenarna är mycket hårda och med konventionella provtagningstekniker såsom rör- eller skop-provtagare har vanligen endast de ytligaste skikten om 1-2 dm kunnat provtas. Under 2015 utfördes också provtagning med borrhandsvagn för att kunna provta ned till som mest två meter. Provtagning har även utförts med hjälp av dykare.

Provtagningarna som utfördes under 2015 syftade till att komplettera tidigare resultat och framförallt möjliggöra en avgränsning av de sediment som kan kräva särskilt omhändertagande.

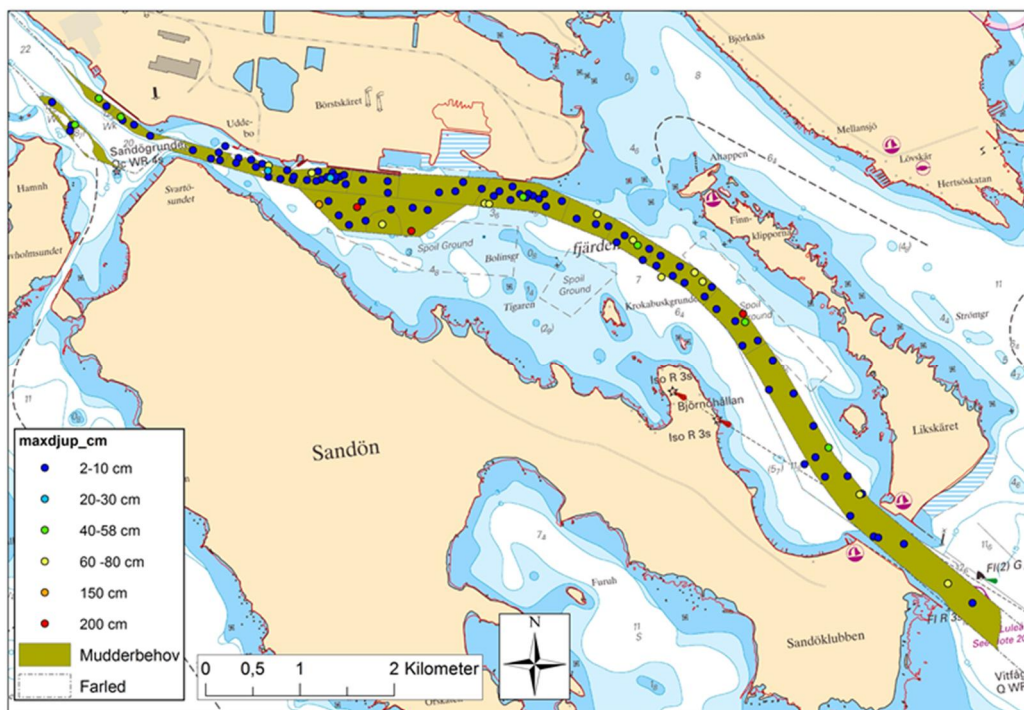
Provtagningarna under 2015 genomfördes i två steg. Inledningsvis provtogs ytsediment i ca 40 punkter för att avgränsa var föroreningar förekommer. Utifrån dessa och tidigare resultat utfördes i steg 2 en provtagning av djupare sediment i 14 punkter. Denna syftade till att avgränsa förorening på djupet. Med ledning av tidigare undersökningar samt områdets generella lagerföljd är det rimligt att anta att om ytsedimenten inte är förorenade så föreligger inte heller förorening på större djup.

Den absoluta merparten av provpunkterna har lokaliserats till de inre delarna av planerad farled. Detta motiveras av att man i tidigare undersökningar endast påträffat föroreningar i områdena väster om Likskäret. I farlederna öster och söder om Likskäret påträffades i flera punkter grövre sediment som inte analyserades eftersom det saknade finmaterial. I prov från dessa yttre områden analyserades förekom inga tecken på förhöjda föroreningsnivåer.

I Figur 2 och Figur 3 redovisas maximalt provtagningsdjup i samtliga provpunkter inom planerat muddringsområde. Ytliga sedimentprov (ca 0-10 cm) har tagits ut i samtliga provpunkter. I 29 av provpunkterna har även djupare sedimentlager provtagits. Prov har som djupast tagits ut 2 m under befintlig bottenyta. Trots omfattande ansträngningar har det i flera punkter varit påtagliga svårigheter att provta på större djup än ca 1 meter.



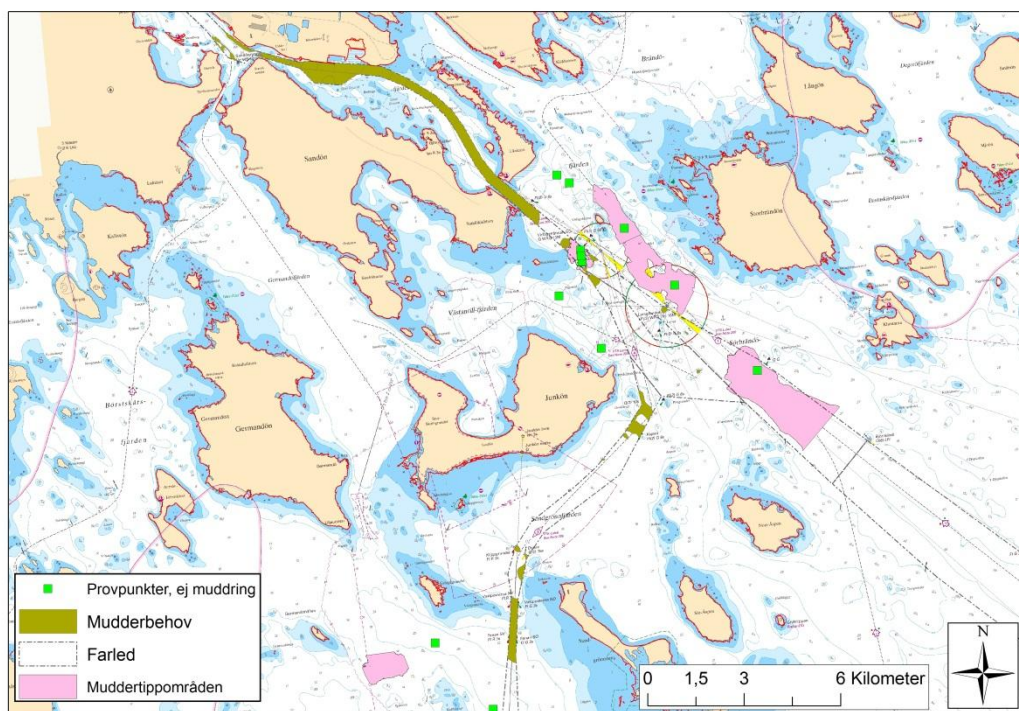
Figur 2. Översikt: lokalisering av provpunkter i planerat muddringsområde samt maximalt djup under bottenytan till vilken provtagning genomförts i de enskilda punkterna.



Figur 3. Inre delen av planerat muddringsområde: lokalisering av provpunkter i planerat muddringsområde samt maximalt djup under bottenytan till vilken provtagning genomförts i de enskilda punkterna.

2.2 Föreslagna dumpningsområden

För att bedöma lokala bakgrunds nivåer samt haltnivåer i dumpningsområdena har sediment från 13 punkter utanför muddringsområdena undersökts (Figur 4). Provtagningen har genomförts av Tyréns 2010 samt av WSP 2014. Provtagning har endast genomförts i det yttliga sedimentskiktet (0-10 cm). Samtliga prover har analyserats med avseende på metaller och TBT. I 9 av 13 provpunkter har även PCB och PAH analyserats. PCB och PAH kunde dock inte detekteras i något av dessa prov.




Figur 4. Provpunkter utanför muddringsområdena.

2.3 Analysmetodik

I Tabell 1 redovisas analysomfattning, rapporteringsfrekvens samt analytisk rapporteringsgräns avseende prov inom planerat muddringsområde. I ett antal provpunkter i de yttre delarna av muddringsområdet bestod sedimenten av sten, grus och grövre sand. Material från dessa punkter har inte analyserats. Antalet analyser per ämnesgrupp i de olika undersökningarna återges i Tabell 3.

I Tabell 2 redovisas analyserade ämnen, analysmetod samt mätosäkerhet avseende analyser genomförda 2015. För motsvarande information för analyser genomförda av WSP 2014 samt Tyréns 2010, se separata rapporter.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

Tabell 1. Analysomfattning, analytisk rapporteringsgräns samt rapporteringsfrekvens för undersökningar i allmänna farleden. Data från Tyrens (2010) samt WSP (2014, 2015). Rapporteringsfrekvens avser hur stor andel av analyserade prov där respektive förorening förekommit i halter över den analytiska rapporteringsgränsen. Alla rapporteringsgränser anges i mg/kg ts förutom för PAH, PCB och TBT där gränsen anges som µg/kg ts.


Parameter	Antal analyser	Rapporteringsfrekvens %	Rapporteringsgräns, WSP 2015	Rapporteringsgräns, WSP, 2014 & Tyréns 2010
TS	180	99 %	Ej relevant	Ej relevant
TOC	135	87 %	0,2 (%)	0,25 (%)
As	139	100 %	2,5	2
Pb	139	99 %	2	2
Fe	85	100 %	50	
Cd	139	64 %	0,2	0,1-0,4
Co	136	99 %	0,5	0,5-2,3
Cu	139	99 %	5	5
Cr	139	100 %	1	1
Ni	139	100 %	1	1-3
S	85	100 %	5	
Zn	139	100 %	7,5	7
Hg	139	35 %	0,025	0,025-0,05
PCB-7	176	43 %	0,1 ^A	0,1-3
TBT	171	74 %	1	1
PAH-11	168	46 %	10 ^B	30-100

A. Rapporteringräns för PCB avser enskilda kongener.

B. Rapporteringsgränser för PAH avser enskilda föreningar.

Tabell 2. Analyserade ämnen, analysmetod samt mätosäkerhet för analyser utförda 2015.

Analys	Metod	Mätosäkerhet (%)
Metaller	SS-EN ISO 11885-2:2009	20-25
Kvicksilver	SS-ISO 16772-1:2004	25-30
Svavel	SS-EN ISO 11885-2:2009	20
PCB	GC/HRMS alt. GC-MS/MS	15-30
PAH	GC/MS	25
TBT	SS-EN ISO 23161 (mod)	15
TOC	SS-EN 15936:2012	30


Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

Tabell 3. Analysomfattning (antal prov) för respektive undersökning.

Föreningegrupp	Tyrens 2010	WSP 2014	WSP 2015
Metaller	7	47	85
Svavel			85
PCB-7	35	51	90
TBT	34	47	90
PAH-11	33	47	88

Laktester har utförts för att kunna bedöma risk för utlakning vid eventuellt omhändertagande av massor på land. Eftersom massorna innehåller sulfid har SGU rekommenderat att massorna inte långsiktigt bör förvaras över grundvattenytan. Oxidation av sulfider kan ge upphov till svavelsyra samt bildning av surt och metallhaltigt lakvatten. Alcontrol har utfört laktester i form av skaktest (SS-EN 12457-2) vid L/S 10 men där vattnet först avluftats genom bubbling med kvävgas. Därmed minskar risken för oxidation under skaktestet och resultaten blir mer representativa för en förvaring utan tillträde till syre.

WSP (2015) gjorde motsvarande laktester på sammanlagt 10 prov men utan avluftning.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

3 UTVÄRDERINGSKRITERIER

Sedimenten klassificeras utifrån föroreningsnivå med avseende på lämplighet för dumpning. Det finns i Sverige inga generella riktvärden för dumpning som fastställts av myndigheter. Dispens mot förbudet att dumpa muddermassor fastställs ofta av mark- och miljödomstolen eller av länsstyrelserna. Vanligen används för denna klassning Naturvårdsverkets femgradiga bedömningsgrunder för kust och hav (Naturvårdsverket, 1999). I många miljödomar har det fastställts att dumpning i marin miljö får utföras av massor i klass 1-4 enligt dessa bedömningsgrunder. TBT ingår inte i dessa bedömningsgrunder men med hänvisning till norska riktvärden har 100 µg/kg ts ofta använts som gräns. Luleå hamn har också ett tillstånd att dumpa muddermassor enligt dessa haltkriterier (Havs- och vattenmyndigheten, 2012-03-05).


Inom projekt Malmporten gäller följande två kategorier, där M står för Malmporten:

- M1. Muddermassor som kan dumpas i föreslagna dumpningsområden utan särskilda restriktioner. Massor i kategori M1 uppvisar koncentrationer av metaller, PAH-11 och PCB-7 i klass 1-4 enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav (NV, rapport 4914). För TBT är motsvarande koncentration lägre än 100 µg/kg ts.
- M2. Muddermassor som till följd av sitt föroreningsinnehåll kräver särskild hantering. I kategori M2 uppträder minst en av följande föroreningar i klass 5 (enligt Naturvårdsverket rapport 4914): metaller, PAH-11 eller PCB-7. Massor där koncentrationen av TBT överstiger 100 µg/kg ts tillhör också kategori M2.

De halter som utgör gräns mellan M1 och M2 återges i Tabell 4.

Tabell 4. Gränsen mellan M1 och M2 för respektive förorening. Metaller i mg/kg ts. PCB, TBT och PAH i µg/kg ts.

Ämne	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	PCB-7	TBT	PAH-11
Gräns M1/M2	45	110	3	80	72	100	360	1	15	100	2500

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

4 RESULTAT

Muddring i farleden kommer att i flera områden utföras ned till omkring 5 meter under nuvarande botten. Den redovisning som presenteras kan därför inte sägas vara helt representativ för alla muddermassor. Utförda undersökningar tyder på att förorenade sediment är avgränsade till ytliga skikt om ca 2 dm. Ett undantag är vändplan där tidigare dumpade massor förekommer.

De djupare massor som inte har kunnat undersökas förväntas i hög grad bestå av hårt packade naturliga material. I förhållande till de ytligare sedimenten förväntas de djupare lagren uppvisa lägre vattenhalt samt lägre innehåll av organiskt material och föroreningar.

4.1 Allmänna egenskaper

Sedimenten i planerat muddringsområde består i huvudsak av siltig sand eller sandig silt. I de yttre delarna av muddringsområdet består botten av grövre material som stenar och grus. En stor del av de undersökta sedimenten innehåller sulfid. I bilaga 1 redovisas foton på ett antal utvalda sedimentprov.

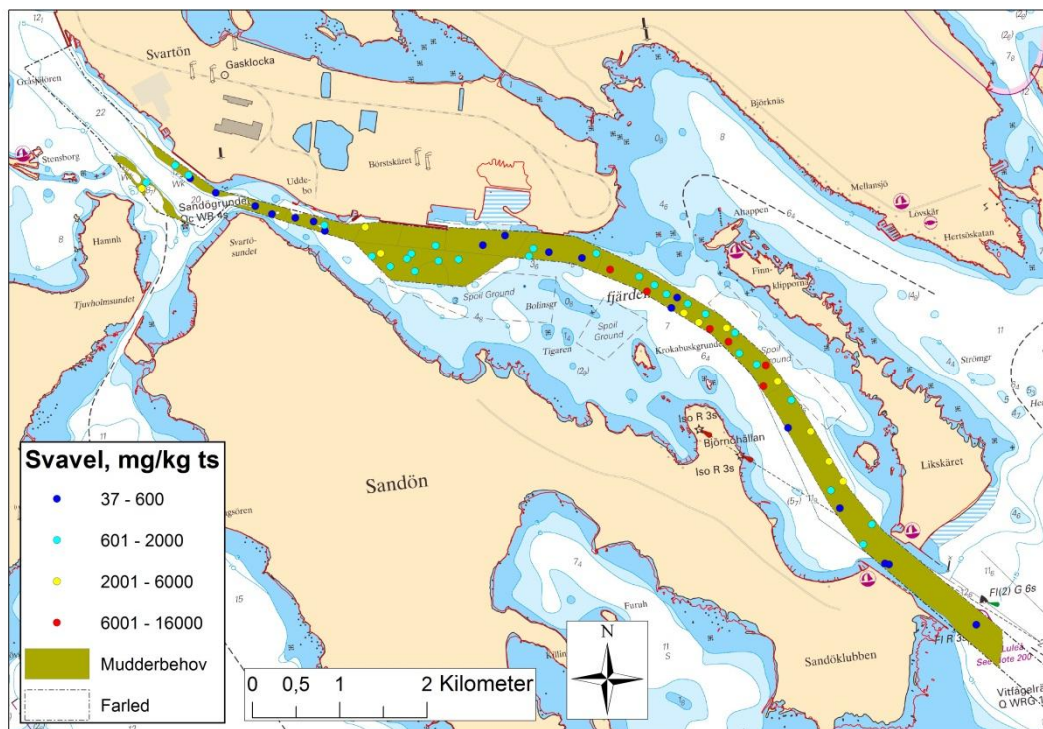
I samband med provtagningar av WSP 2014 genomfördes 36 st kornstorleksanalyser genom våtsiktning. Samtliga prover bedömdes vara siltig sand eller sandig silt. På 13 prover utfördes även sedimentationsanalys för att kunna bedöma halten finfraktion (<0,063 mm). Lerhalten varierade mellan 0,2 och 14,6% där huvuddelen av proven låg kring 1% och det nästa högsta var 4,3%. I överensstämmelse med fältbedömningen var lerhalten låg i merparten av proven.

En översiktlig sammanställning av de undersökta sedimentens allmänna egenskaper ges i Tabell 5. Proven har sorterats efter sitt provtagningsdjup under bottenytan. Vattenhalten är genomgående låg, vilket är karakteristiskt för friktions sediment med lågt innehåll av lera. Vattenhalten är generellt något högre i de övre 1-2 dm än i underliggande material. Innehållet av organiskt material, analyserat som TOC, är genomgående relativt lågt och uppvisar inga systematiska variationer över de undersökta djupen. Detta indikerar att det huvudsakligen rör sig om mer svårnedbrytbart organiskt material.

Sulfid förekommer regelbundet i materialet, vilket framgår av foton såväl som kemiska analyser. Sulfid bildas naturligt i sediment då organiskt material bryts ned i frånvaro av syre. I regionen förekommer äldre sulfidhaltiga sediment som tidigare benämndes svartmocka. Dessa är kända för att kunna orsaka försurning då de utsätts för syre. Enligt en föreslagen klassificering är försurningspotentialen låg om halten är lägre än 600 mg/kg (Poussette, 2007). Som framgår av Tabell 5 är sulfidhalten generellt högre än denna gräns och överskrider i några fall 1% (10 000 mg/kg ts). Den rumsliga variationen är relativt oregelbunden vid ytan (Figur 5). Det finns också en tendens till högre svavelhalter vid ökande djup (Mann-Kendall rank sum test; Tabell 5).


Tabell 5. Allmänna egenskaper hos muddermassor från farleden. Obs att t.ex. svavel inte är analyserat på samtliga angivna prov.

Djup, cm	Antal	Vattenhalt %		TOC %		Svavel, mg/kg ts	
		median	min-max	median	min-max	median	min-max
A 0-10	126	42	16-77	0,9	0,1-2,2	1200	37-16000
B 20-40	23	35	16-62	0,7	0,1-1,4	1900	880-9800
C 40-60	25	35	17-65	0,9	0,1-1,4	4900	680-8500
DE 100- 200	6	38	34-64	0,9	0,55-3,4	7050	2100-11000



Figur 5. Halter av svavel (sulfid) i mg/kg ts i ytsediment (0-0,2 m) i farledens muddringsområden. De yttre muddringsområdena visas ej i figuren.

Inom förslagna dumpningsområden består de ytliga sedimentskikten av företrädesvis siltig sulfidjord. Inom förslaget dumpningsområde söder om Gråskälgrundet består de ytliga sedimenten av sulfidhaltig siltig sand. Vattenhalten inom föreslagna dumpningsområden varierar mellan 28 och 80 % med en medelhalt på 61 %. TOC-halten är relativt låg och varierar mellan 0,25 och 3,1 % av TS.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

4.2 Föroreningsnivåer

Som illustration av föroreningsnivåerna ges kartor med halter för arsenik, koppar, PCB och TBT i Figur 6 - Figur 8. I områdena öster eller sydost om Likskäret förekommer inga förhöjda halter, och till delar är bottnarna här också sandiga eller grusiga.


Halterna av metaller, svavel, PAH, PCB och TBT i farledernas muddringsområden återges samlat i Tabell 6. Det framgår att halterna av flertalet metaller är relativt låga medan TBT, PCB och i viss mån PAH uppträder i högre halter. En klassning av varje förorenings förekomst mot bedömningsgrunderna återges i Tabell 7. Detta bekräftar att metallerna huvudsakligen föreligger i låga till måttligt höga halter (klass 1-3), medan en betydande del av proven uppvisar PCB och TBT i mycket höga halter (klass 5). Notera dock att undersökningen har en markant övervikt mot ytliga sediment eftersom det är där föroreningar förekommer. Redovisningen i detta kapitel är därför inte representativ för de totala volymerna muddermassor, som tenderar att var mindre förorenade än vad som framgår här. Detta diskuteras vidare i avsnitt 4.3.1.

En genomgång av alla data visar att dessa mycket höga halter nästan uteslutande förekommer i det ytliga skiktet 0-0,2 m. Halter i närmast underliggande skikt illustreras för PCB och TBT i Figur 7 och Figur 8. PCB uppträder i klass 5 i två punkter nära vändplan, och TBT i en punkt i vändplan.

Tabell 6. Statistisk beskrivning av undersökta sediment i farledernas muddringsområden. Klassgränser för marina sediment enligt Naturvårdsverket (1999) återges också.

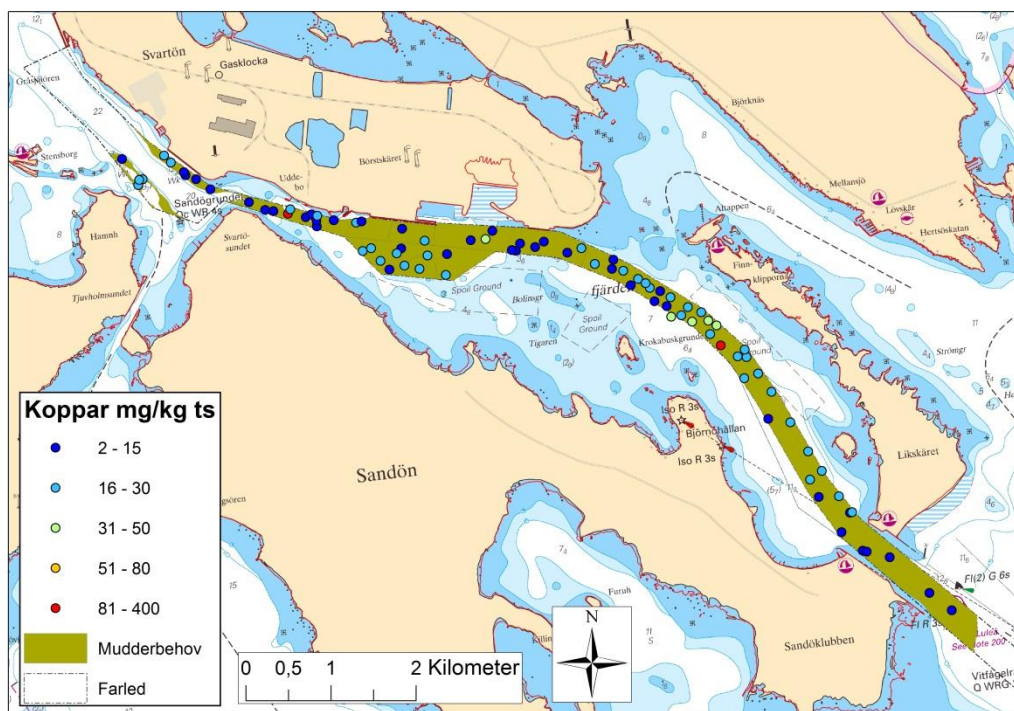
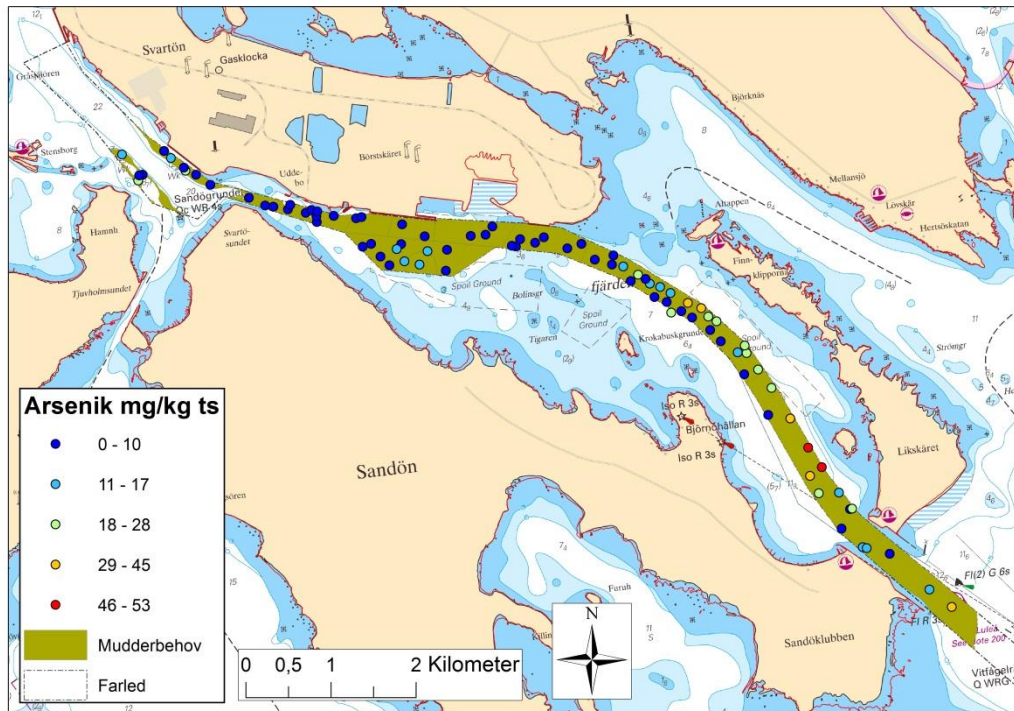
Ämne	antal prov	NVs haltkriterier		Uppmätta halter			
		klass 3/4	klass 4/5	median	min	90p	max
As, mg/kg	139	28	45	8,3	2	24	53
Pb, mg/kg	139	65	110	7,3	0,65	17	120
Fe, g/kg				28	11	42	57
Cd, mg/kg	133	1,2	3	0,2	0,042	0,44	0,65
Co, mg/kg				9,1	1,6	15	19
Cu, mg/kg	139	50	80	16	1,65	29	400
Cr, mg/kg	139	60	72	27	5,8	40	65
Ni, mg/kg	139	66	100	12	2,2	21	36
S, mg/kg				1500	37	7060	16000
Zn, mg/kg	139	205	360	52	9,8	98	150
Hg, mg/kg	132	0,4	1	0,012	0,011	0,057	0,61
PCB7, µg/kg	127	4	15	4,3	0,35	33	470
TBT, µg/kg	172		100 ^A	17	0,5	240	5300
PAH11, µg/kg	150	800	2500	550	55	1200	10600

A. Kriteriet för TBT ingår inte i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.

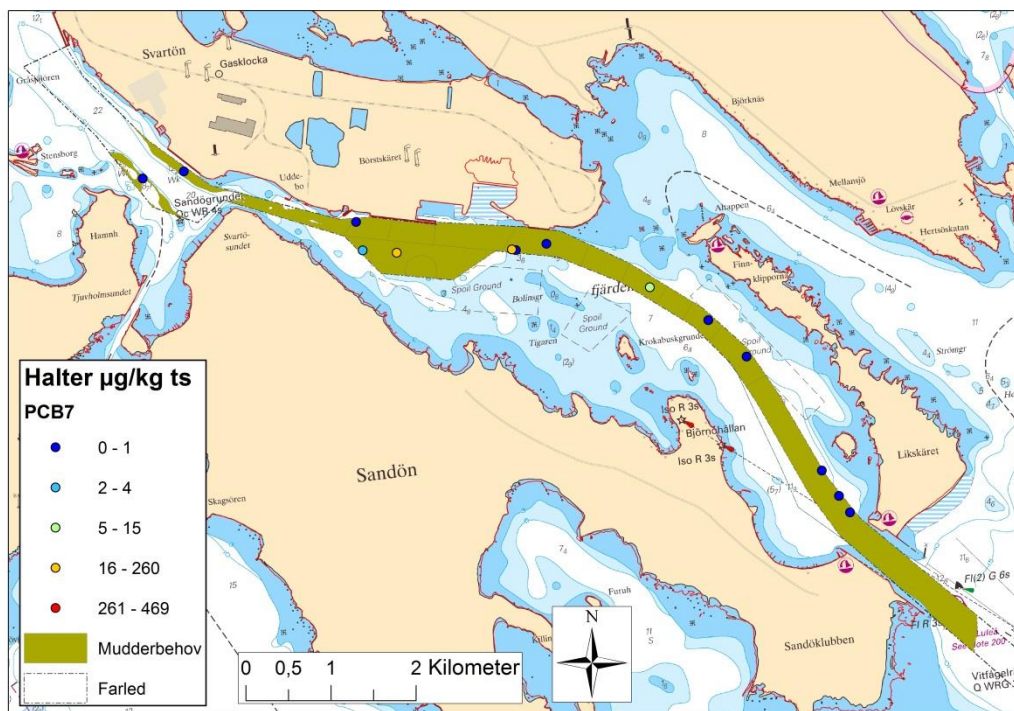
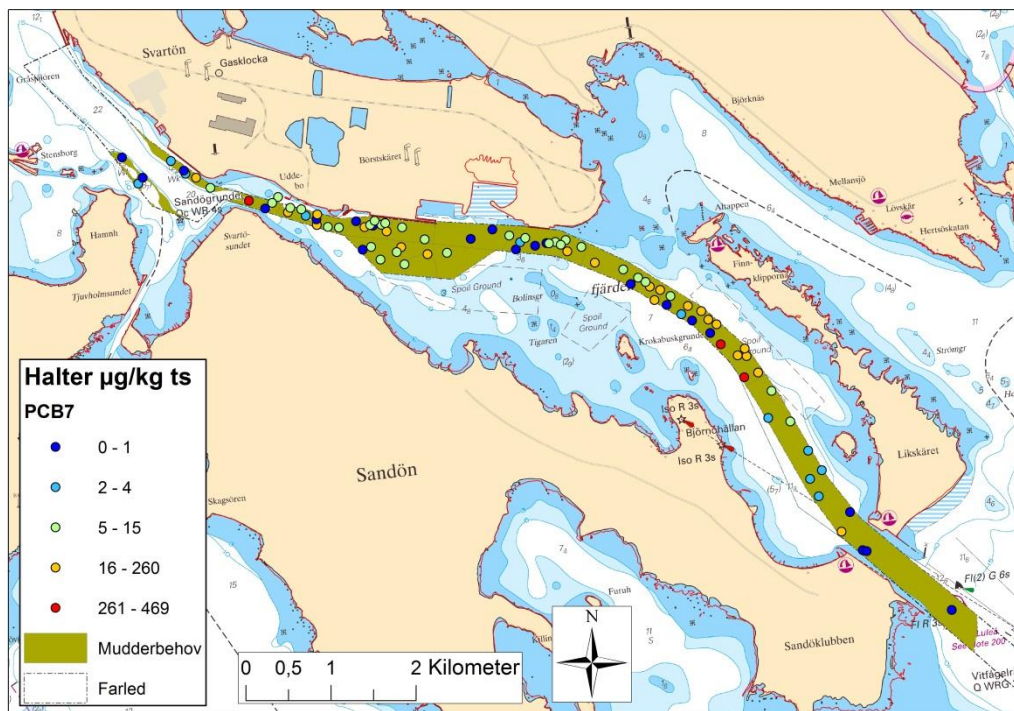
Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

Tabell 7. Andel av respektive förorening i föroreningsklasser i samtliga undersökta muddermassor från farleden enligt Naturvårdsverket (1999).

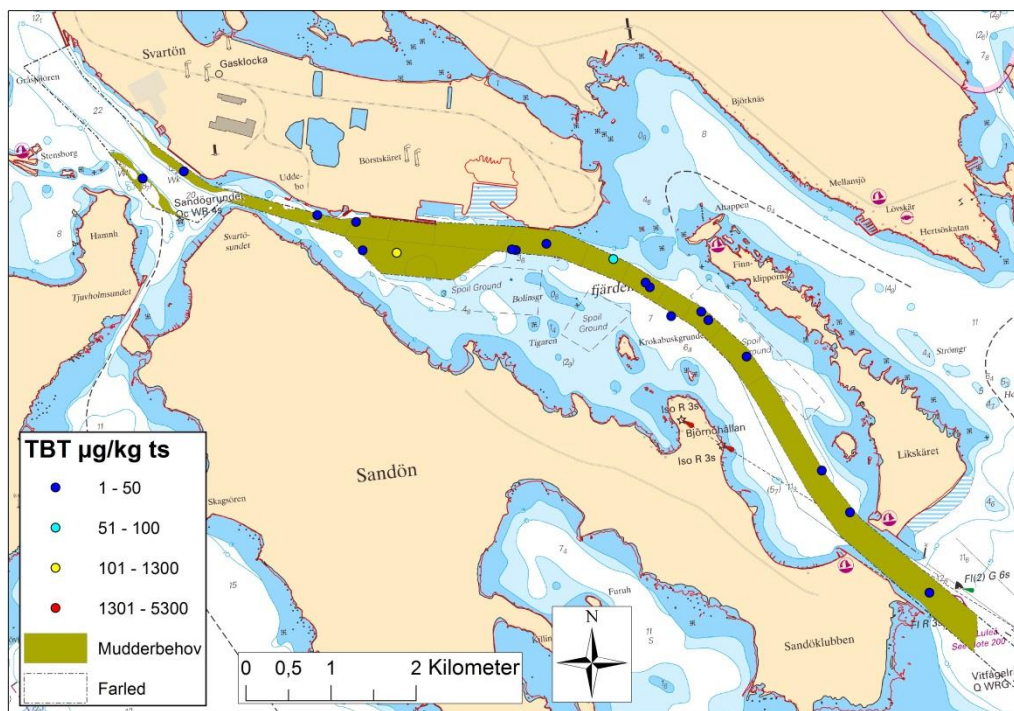
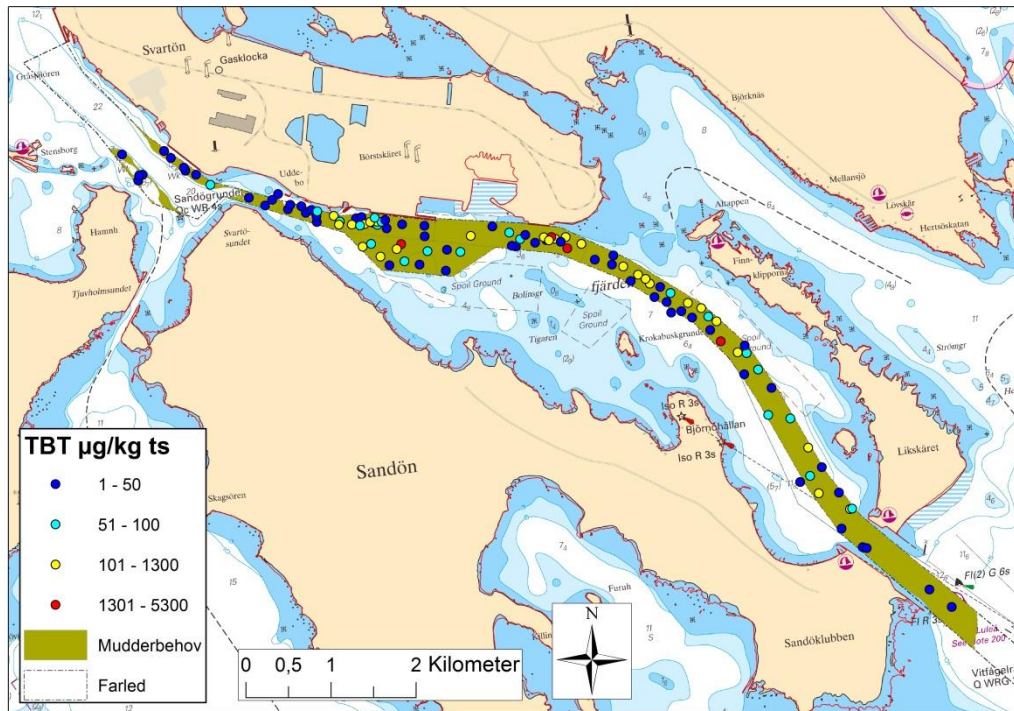
Ämne	andel prov klass 1-3	andel prov klass 4	andel prov klass 5
As	94%	4%	1%
Pb	99%	1%	1%
Cd	100%	0%	0%
Cu	99%	0%	1%
Cr	99%	1%	0%
Ni	100%	0%	0%
Zn	100%	0%	0%
Hg	98%	2%	0%
PCB7	49%	29%	22%
TBT		77%	23%
PAH11	78%	19%	3%




Figur 6. Halter av arsenik (övre) och koppar (nedre) i ytsediment (0-0,2 m) i farledens muddringsområden. De yttre muddringsområdena visas ej i figuren.



Figur 7. Halter av PCB-7 i ytsediment (0,0-0,2 m) (övre figur) och underliggande nivå (0,2-0,4 m) (nedre figur) i farledens muddringsområden. De yttre muddringsområdena visas ej i figuren. Gränsen för massor som dumpas är satt vid 15 µg/kg ts.



Figur 8. Halter av TBT i ytsediment (0-0,2 m) (övre figur) och underliggande nivå (0,2-0,4 m) (nedre figur) i farledens muddringsområden. Gränsen för massor som dumpas är satt vid 100 µg/kg ts. De yttre muddringsområdena visas ej i figuren.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

Halterna av metaller och TBT i bakgrundsområden och föreslagna dumpningsområden återges i Tabell 8. Halter av PCB och PAH redovisas inte i Tabell 8 då dessa ämnen inte uppmätts över detektionsgränsen i något prov. Noterbart är att halterna av arsenik är betydligt högre jämfört med halterna i planerade muddringsområden. Arsenikhalter i klass 5 påträffas inom flertalet provpunkter förutom området söder om Gråskälgrundet.

Tabell 8. Statistisk beskrivning av undersökta sediment i bakgrundsområden och föreslagna dumpningsområden. Klassgränser för marina sediment enligt Naturvårdsverket (1999) återges också.

Ämne	antal prov	NV klass 3/4	NV klass 4/5	median	min	90p	max
As, mg/kg	14	28	45	54	3,6	147	160
Pb, mg/kg	14	65	110	14	3,8	20	24
Cd, mg/kg	14	1,2	3	0,72	0,18	1,2	1,4
Co, mg/kg	14			9,9	4,3	17	19
Cu, mg/kg	14	50	80	17	5,2	29	33
Cr, mg/kg	14	60	72	28	12	40	45
Ni, mg/kg	14	66	100	15	5,4	25	28
Zn, mg/kg	14	205	360	85	29	141	160
Hg, mg/kg	14	0,4	1	0,05	0,028	0,068	0,07
TBT, µg/kg	14		100	15	1	126	340

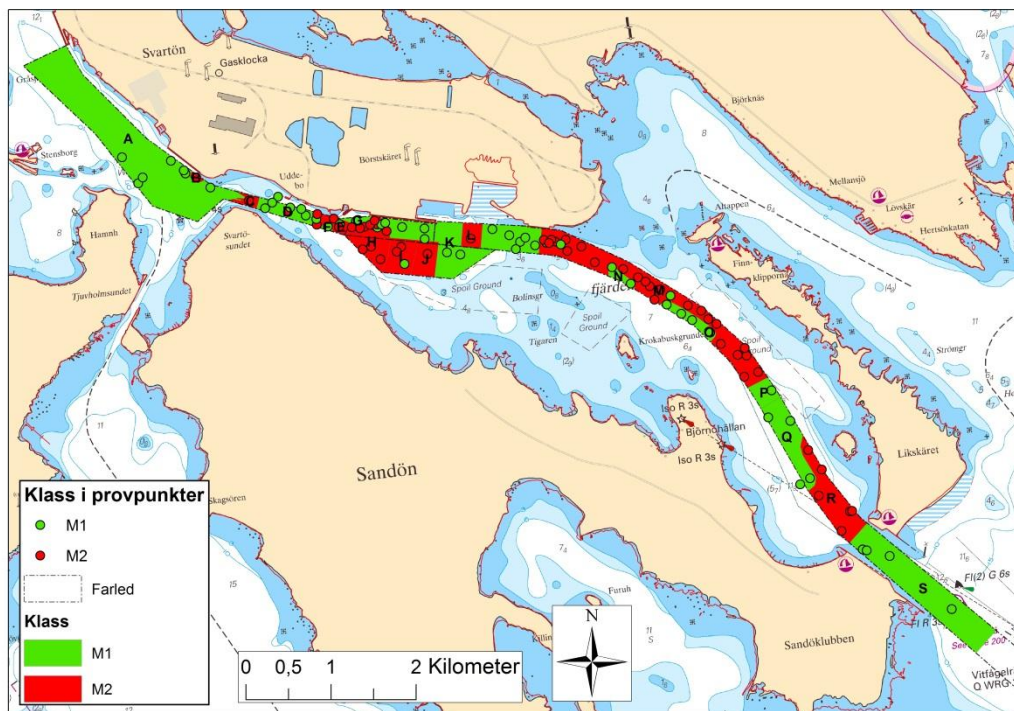
4.3 Klassning avseende dumpning

Sedimenten har som ovan redovisats klassats avseende föreslagna haltkriterier för dumpning i kategorierna M1 eller M2. Utifrån detta har delområden skapats som visar vilka ytsediment som uppfyller föreslagna kriterier för dumpning. Detta återges i Figur 9.

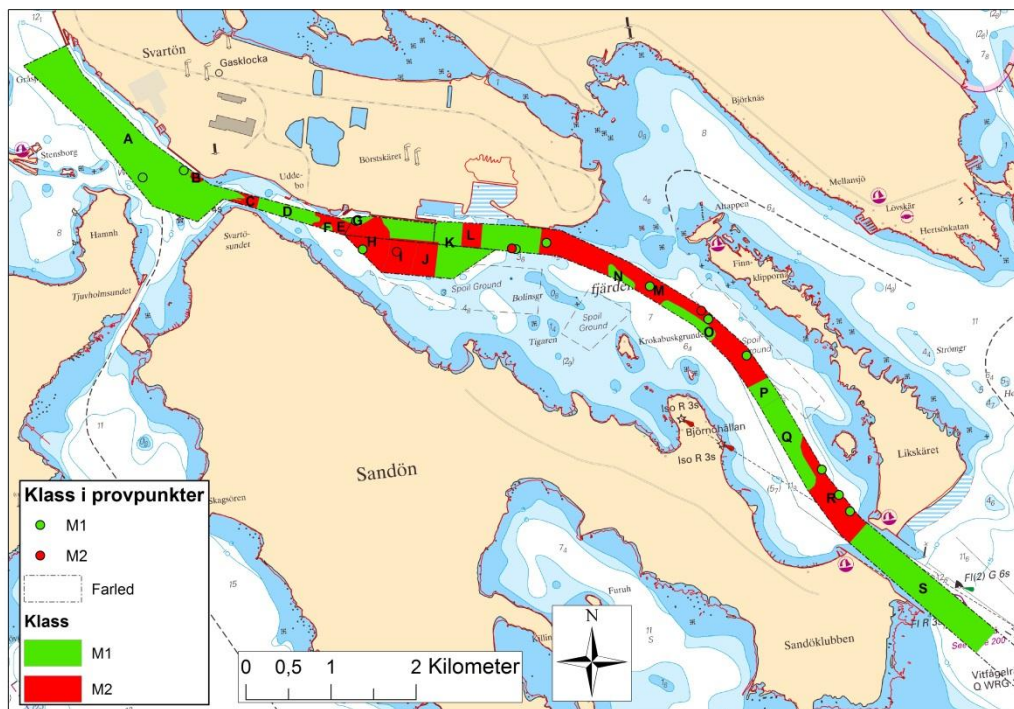
Utvärdering av närmast underliggande data, dvs 0,2-0,4 m, återges i Figur 10. I den figuren återges även de klassade områden som skapades för ytskiktet. Detta visar att sedimenten i samtliga områden utom delområde I är gröna, dvs klarar kriterierna för dumpning. Data har tolkats ytterligare utifrån även de data som föreligger på prov djupare än 0,4 m. Slutsatsen är att följande muddermassor hamnar i kategori M2:

- område I ned till 1 meter
- område J ned till 0,6 m
- övriga rödfärgade områden ned till 0,2 m.


Totalt innebär det en volym om ca 480 000 t³. Volymerna per delområde återges i Tabell 10.



Figur 9. Klassning av ytsedimentprov (0-0,2 m). De färgade ytorna visar klassning av delområden för ytskiktet 0-0,2 m. Obs att vissa ytor är något större än de verkliga mudderytorna.



Figur 10. Klassning av sedimentprov i nivån under ytskiktet. De färgade ytorna visar klassning av delområden för ytskiktet 0-0,2 m. Obs att vissa ytor är något större än de verkliga mudderytorna.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

Tabell 9. Volym M2-massor i respektive delområde.


Delområde	Kommentar	Muddras till	Nettovolym (m ³)
B	Omhändertas 0-0.2	-12,85	2400
C	Omhändertas 0-0.2	-12,85	6000
E	Omhändertas 0-0.2	-12,85	12500
H1	Omhändertas 0-0.2	-13,50	16000
H2	Omhändertas 0-0.2	-12,85	23000
I1	Omhändertas 0-1.0	-13,50	6900
I2	Omhändertas 0-1.0	-12,85	131000
J1	Omhändertas 0-0.6	-13,50	2500
J2	Omhändertas 0-0.6	-12,85	63000
J3	Omhändertas 0-0.6	-16,85	860
L	Omhändertas 0-0.2	-16,85	13000
M	Omhändertas 0-0.2	-16,85	144000
R	Omhändertas 0-0.2	-16,85	60000
		Summa:	480 000

4.3.1 Föroreningsnivåer M1-massor

120 analyser har utförts i prover som sedemera klassats som M1. Ca 60 % av dessa prover är uttagna ur ytliga sedimentskikt (0,0-0,2 m) och 5 % av proven härrör från 1-2 m. Maximalt provtagningsdjup är 2,0 m under nuvarande bottenyta. Muddring planeras dock ske till ett större djup, i vissa områden ned till 5 meter under nuvarande bottenyta, och en del av massorna består av morän och berg. Prov ur ytliga sediment är således överrepresenterade vid en beskrivning av föroreningsnivåer i M1-massor.

Av de 50 prov som är provtagna under 0-0,2 meter är 4 stycken i klass 4 och övriga i klass 1-3. Detta illustrerar att massorna under det ytliga skiktet huvudsakligen innehåller låga föroreningshalter eller bakgrundshalter. Då det dessutom beaktas att huvuddelen av massorna ligger ännu djupare är det uppenbart att endast en liten del av muddermassor i kategori M1 föreligger i klass 4. Beräkningar visar att volymen klass 4 inom M1 uppgår till knappt 200 000 tfm³. Då den totala volymen M1 är ca 22 miljoner tfm³ är det tydligt att 99 % av volymen M1 är i klass 1-3.

För TBT tillämpas endast ett värde på 100 µg/kg ts som gräns mellan M1 och M2. Någon indelning i klass 1-3 görs inte för TBT. Av 45 TBT-analyser ligger 32 st under detektionsgränsen 1 µg/kg ts. Ett prov innehåller 89 µg/kg ts. Övriga detekterade halter ligger mellan 1-11 µg/kg ts.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

4.3.2 Föroreningsnivåer M2-massor


Hur de olika ämnena i massor som klassats som kategori M2 fördelas mellan olika klassgränser enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav (1999) redovisas i Tabell 10. De undersökta massorna i kategori M2 kännetecknas främst av att TBT och PCB överskrider respektive haltkriterier enligt Tabell 4 i fler än hälften av proven. En statistisk fördelning återges i Tabell 11 och illustreras grafiskt för PCB-7, TBT och PAH-11 i Figur 11. I huvuddelen av proven förekommer antingen TBT eller PCB i halter som överskrider kriterierna för klass 5 respektive 100 µg/kg för TBT. Detta förklarar varför det är långt mindre än 100% av proven som uppfyller klass 5 för dessa föroreningar. Metallerna förekommer nästan enbart i klass 1-3, och i stor utsträckning t.o.m. i klass 1-2, vilket tyder på låg föroreningsgrad av metaller i M2-massorna.

Tabell 10. Fördelning av föroreningshalter i muddermassor kategori M2 i olika föroreningsklasser enligt Naturvårdsverket (1999). För TBT har endast det föreslagna kriteriet om 100 µg/kg ts använts.

Andel	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	PCB-7	TBT	PAH-11
Klass 1-3	89%	96%	100%	96%	100%	100%	100%	95%	16%		57%
Klass 4	7%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	29%	33% ^A	35%
Klass 5	4%	2%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	55%	67%	9%

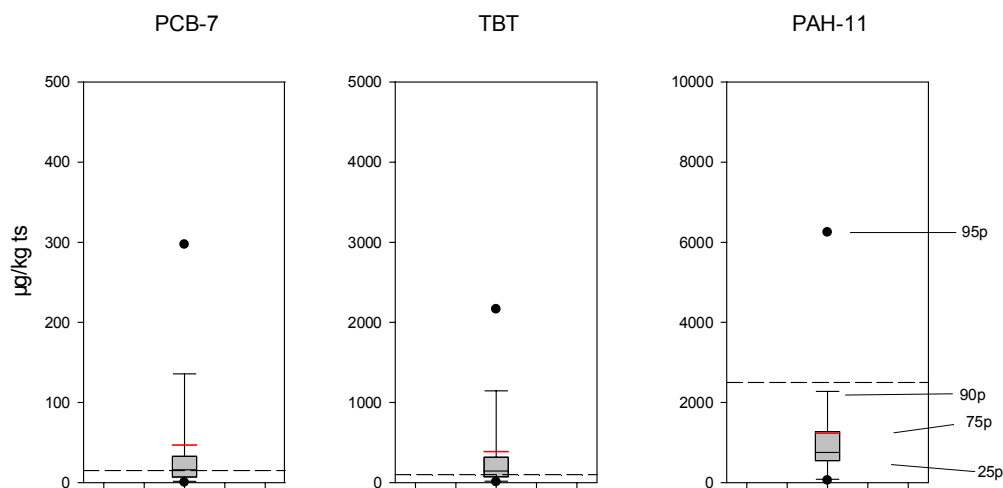
A. För TBT saknas klassindelning i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Därför anges bara andelen som är över resp. under 100 µg/kg ts.

Vid hantering av muddermassor kommer en betydande utjämning av halterna att ske, till följd av omblandning i pråmar och vid dumpning. Det är därför relevant att också beskriva de genomsnittliga föroreningshalterna i massorna. För att ta hänsyn till osäkerheter i underlaget har medelvärdenas övre 95-% konfidensgräns också beräknats, s.k. UCLM95. Resultaten återges i Tabell 11. Massor i kategori M2 förekommer i ett stort område och halterna av PCB och TBT varierar i viss mån mellan olika delområden. Därför har områdena med M2 indelats i fem delområden och medelhalter inom respektive område har beräknats. Därefter beräknas för PCB och TBT en samlad medelhalt där vi också viktat för att volymerna skiljer sig mellan delområdena. Detta gäller även för UCLM.


Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

Tabell 11. Statistisk beskrivning av undersökta sediment inom kategori M2 i muddringsområden. Klassgränser för marina sediment enligt Naturvårdsverket (1999) återges också. För PCB och TBT, som förekommer heterogent, har volymviktade medelvärden beräknats.

Ämne	antal prov	NVs haltkriterier		Uppmätta halter			
		klass 3/4	klass 4/5	medel	90p	max	UCLM95
As, mg/kg	45	28	45	15	29	53	18,5
Pb, mg/kg	45	65	110	15	19	120	28
Cd, mg/kg	45	1,2	3	0,3	0,52	0,65	0,32
Cu, mg/kg	45	50	80	32	30	400	73
Cr, mg/kg	45	60	72	26	37	51	28
Ni, mg/kg	45	66	100	13	20	27	14
Zn, mg/kg	45	205	360	69	110	150	76
Hg, mg/kg	45	0,4	1	0,062	0,072	0,61	0,13
S, mg/kg	33			2200	3200	16000	
PCB7, µg/kg	49	4	15	50	114	470	90
TBT, µg/kg	60		100	320	705	5300	600
PAH11, µg/kg	58	800	2500	1100	1800	10600	



Figur 11. Statistisk haltfördelning av PCB, TBT och PAH i muddermassor kategori M2. De röda linjerna visar medelhalt och de streckade linjerna visar kriterier för M2.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

4.4 Laktester

Resultaten för de laktester som utförts vid låga syrenivåer summeras i Tabell 12 och Tabell 13. pH-värdet i de 8 lakvättskorna varierade mellan 6,1–8,0. För samtliga analyserade ämnen, förutom arsenik, underskreds lakbarhetskriterier för inerta avfall (NFS 2004:10). Urlakad mängd arsenik överskrider kriterier för inerta avfall i 2 av 8 prov.


I Tabell 13 redovisas Kd-värden beräknade från laktester vid låga syrenivåer. Kd-värdena beskriver halvförhållandet mellan löst och fast fas för respektive förorening. De föreslagna värdena är avrundningar av de harmoniska medelvärdena. Dessa värden är avsevärt högre än de generella värden som används i Naturvårdsverkets handbok för återvinning av avfall (Naturvårdsverket, 2010).

Eftersom muddermassorna innehåller sulfider har det bedömts föreligga en risk för låga pH-värden om massorna hanteras i luft. Under 2014 genomfördes också lakttest på prov från området och i detta fall var lakvättskan syresatt, såsom den vanligen är vid s.k. skakttest. I Tabell 14 summeras resultaten från dessa laktester. I ett av proven var lakvättskans pH-värde så lågt som 3,5. I övriga prov låg pH-värdet mellan 5,1–7,3. I provet med pH 3,5 var halter av flertalet metaller tydligt förhöjda i jämförelse mot övriga prov. TBT analyserades endast i två prov och har därför inte redovisats i Tabell 14. Urlakad mängd TBT var 0,003 mg/kg ts i båda dessa prov.

Vid en jämförelse mellan de två omgångarna med laktester kan en större urlakad mängd av framförallt kadmium, kobolt och nickel noteras för lakttest utförda utan att lakvättskan bubblats med kvävgas. De förhöjda halterna kan dock i huvudsak hänföras till ett prov med pH-värdet 3,5. De genomsnittliga Kd-värdena för lakning med och utan tillgång till syre jämförs i Figur 12. Det framgår att värdena är snarlika för koppar och zink. För metallerna nickel, kobolt och kadmium är dock lösligheten 10-30 gånger högre vid närvaro av syre. För arsenik och krom är lösligheten istället ca fem gånger lägre vid närvaro av syre.

Tabell 12. Urlakad mängd vid L/S 10 (mg/kg TS) för laktester utförda vid låga syrenivåer

Ämne	Antal prov	medel	min	90 p	max
As	8	0,48	0,076	0,91	1,5
Ba	8	4,0	2,2	5,6	7,4
Pb	8	0,044	0,0096	0,095	0,11
Cd	8	0,00052	<0,0002	0,0011	0,0014
Co	8	0,017	0,012	0,021	0,025
Cu	8	0,078	0,018	0,16	0,24
Cr	8	0,024	0,011	0,04	0,043
Ni	8	0,033	0,021	0,042	0,05
V	8	0,17	0,095	0,25	0,3
Zn	8	2,0	0,77	3,33	3,4
TBT	8	0,0032	<0,0002	0,0077	0,011

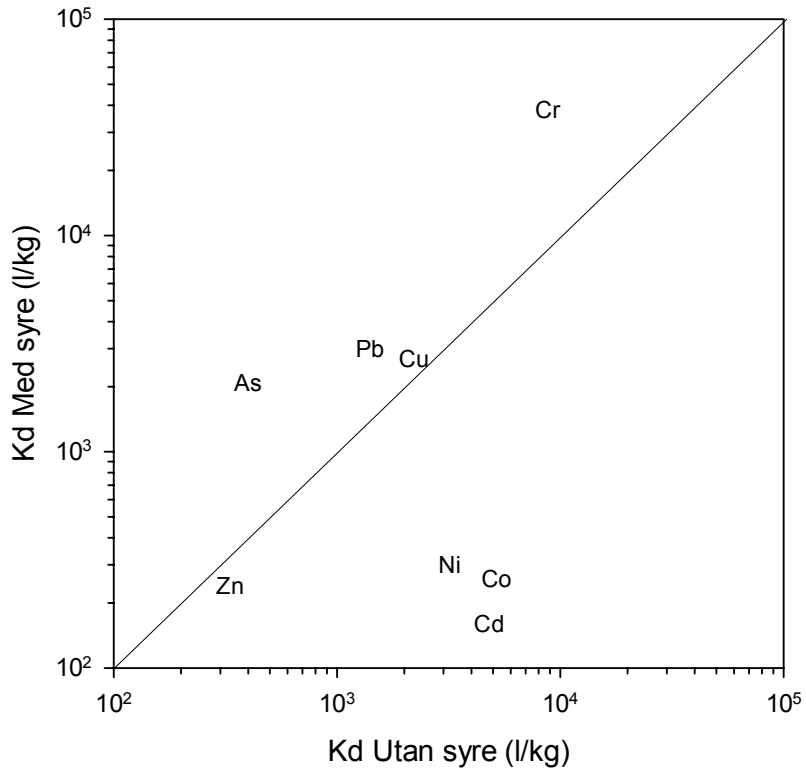
Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

Tabell 13. Kd-värden (l/kg) för metaller och TBT, baserat på lakning av 8 prov vid L/S=10 och vid låga syrenivåer.


Förorening	Min	Harmoniskt medelvärde	Föreslagna värden
TBT	230	540	500
As	212	410	400
Pb	273	1400	1400
Cd	2000	4830	4800
Co	2470	5170	5200
Cu	542	2210	2200
Cr	3280	8750	8800
Ni	1420	3250	3200
Zn	224	330	330

Tabell 14. Urlakad mängd vid L/S 10 (mg/kg TS) för lakteter utförda på prov från 2014, utan att lakvätskan först bubblats med kvävgas.

Ämne	Antal prov	Medel	Min	90p	Max
As	8	0,03	0,003	0,07	0,08
Ba	8	1,9	0,6	3,3	3,7
Pb	8	0,02	0,004	0,05	0,14
Cd	8	0,02	0,0002	0,04	0,08
Co	8	0,34	0,0002	0,79	1,30
Cu	8	0,05	0,010	0,10	0,14
Cr	8	0,01	0,0001	0,014	0,034
Ni	8	0,43	0,002	1,0	1,9
V	8	0,01	0,0003	0,03	0,08
Zn	8	1,6	0,3	3,3	5,4



Figur 12. Jämförelse av Kd-värden för metaller från laktest utan respektive med syre. Den diagonala linjen illustrerar ett 1:1-förhållande.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Miljöundersökning av sediment	

5 REFERENSER

Havs och vattenmyndigheten (2012-03-08) Beslut - Tillstånd för hamnen att dumpa muddermassor.

Naturvårdsverket (1999) Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Kust och hav, Rapport 4914.

NFS 2004:10 Naturvårdsverkets föreskrifter om deponering, kriterier och förfaranden för mottagning av avfall vid anläggningar för deponering av avfall.

Pousette, Kerstin (2007) Miljöteknisk bedömning och hantering av sulfidjordsmassor, Institutionen för Samhällsbyggnad, Luleå tekniska universitet

Sjöfartsverket (2015) Projekt Malmporten i Luleå, Fördjupning av farleder med mera, Miljökonsekvensbeskrivning.

Tyréns (2010) PM, Miljöprovtagning av sediment inför muddring av Sandöleden Luleå

WSP (2014) Rapport, Miljöprovtagning, Luleå hamn – ny farled

WSP (2015) Rapport, Laktester, Luleå hamn – ny farled.

WSP Environmental 2015-10-12



John Sternbeck



Jerry Forsberg

Bilaga 1. Foton från provtagning 2015



Foto 1. Siltig sand (delområde L)



Foto 2. Varvig sandig silt (delområde A)



Foto 3. Sulfidhaltig lerig silt (delområde P)

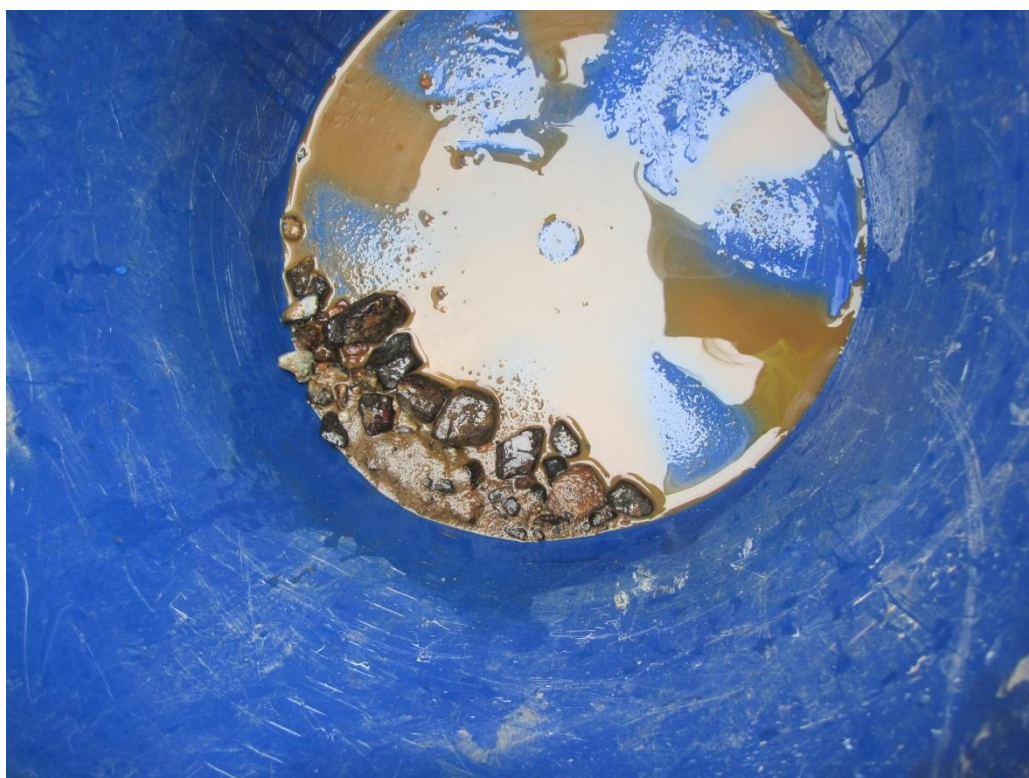


Foto 4. Sandigt grus från de yttre delarna av muddringsområdet.



Foto 5. Prov där de högsta halterna av TBT och PAH påträffats, mellansand (delområde M)



Foto 6. Prov där högsta halten av PCB påträffas, finsand (delområde C)



Foto 7. Prov från tre olika nivåer, 0,0-0,2 m (nederst), 0,2-0,4 m (mellan) och 0,4-0,6 m (överst). Sulfidhaltig siltig sand (delområde R)