

**02.15.7 PM Kvalitetskriterier för mottagning av muddermassor  
vid markbyggnation**

**Malmporten Luleå**



Samfinansierat av EU

Transeuropeiska transportnätet (TEN-T)

Dokumenttitel: 02.15.7 PM Miljögeoteknik – Kvalitetskriterier för mottagning av  
muddermassor vid markbyggnation

Dokumentdatum: 2015-09-24

Version: 1

Organisation: REINERTSEN Sverige AB

Upprättad av: Per-Olov Rosén, Reinertsen Sverige AB

Teknikansvarig: Anders Videnord, Reinertsen Sverige AB

Luleå Hamn AB

Projektledare: Linda Wikman

Besöksadress: Strömörvägen 9, 974 37 Luleå, Tel: 0920-45 68 00, Fax: 0920-45 68 27

**INNEHÅLL**

<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>4</b>
<b>1 BAKGRUND</b> .....	<b>5</b>
1.1 Tidigare utredningar .....	5
1.2 Detta projekt .....	5
<b>2 INLEDNING</b> .....	<b>6</b>
2.1 Uppdrag .....	6
2.2 Syfte.....	6
<b>3 FÖRUTSÄTTNINGAR</b> .....	<b>7</b>
3.1 Sediment .....	7
3.2 Skyddsobjekt .....	7
3.3 Sulfidhaltiga sediment .....	8
<b>4 UNDERLAG</b> .....	<b>9</b>
<b>5 BERÄKNINGSMODELL</b> .....	<b>11</b>
5.1 Totalhalter .....	11
5.2 Lakbarhet .....	12
5.3 Ytvattenkriterier och kriterier enligt vattenförvaltning .....	12
<b>6 KVALITETSKRITERIER OCH JÄMFÖRELSE MOT UNDERLAG</b> .....	<b>13</b>
6.1 Beräknade mottagningskriterier för totalhalter .....	13
6.2 Beräknade mottagningskriterier för lakbarhet.....	14
6.3 Beräknad genomsnittlig årlig spridning .....	14
<b>7 SAMMANFATTANDE KVALITETSBEDÖMNING</b> .....	<b>16</b>
<b>8 REFERENSER</b> .....	<b>17</b>

## **SAMMANFATTNING**

Kvalitetskriterierna syftar till att ta fram acceptabla totalhalter för återanvändning av muddermassor inom samverkansprojektet mellan Luleå Hamn och Sjöfartsverket. Totalhalterna syftar till att ge skydd för arbetande människor inom området och för cirka 50 procent av marklevande arter. De generella riktvärdena ger också ett skydd för fåglar och däggdjur som tillfälligt vistas inom området. Totalhaltkriterierna har tagits fram utifrån vägledning av Naturvårdsverkets handbok för återanvändning av avfall.

Lakbarhetsgränserna är satta för att ge en maximal påverkan på Sandöfjärden om 1 % för metaller och 10 % för TBT för ingående ytvattenkriterier (högsta tillåtna påverkan på ytvatten) i modellen. Det ingående ytvattenkriteriet är det lägsta angivna parametervärdet från Rapporterna Naturvårdsverket 2010 och Kemakta 2013 samt Kriterier enligt vattenförvaltningen från HVFMS 2015:4.

I rapporten har de framtagna nivåerna för totalhalter och lakbarhet avseende återanvändande jämförts mot representativa halter från sedimentprov i farleden. Nivåerna har även använts i Luleå Hamns undersökning av sediment inom arbetsområdet för Skvampens djuphamn. Resultaten visar att muddermassor i farleden och internt inom Luleå hamns område kan återanvändas för markbyggnation.

Utifrån de representativa halterna och Kd-värden framtagna från sedimentprov i farleden har en årlig utlakning beräknats för ingående ämnen. Den beräknade årliga spridningen utifrån de representativa halterna ger en påverkan på valt ytvattenkriterie i nivå med 0,1 % eller lägre för samtliga metaller och ca 3 % för TBT. Spridningen av TBT uppgår årligen till ca 0,02 % av den totala mängden TBT i M2 massorna.

## 1 BAKGRUND

### 1.1 Tidigare utredningar

#### Trafikverket

Trafikverket genomför nu en åtgärdsvalsstudie som omfattar att utvärdera och hitta den samhällsekonomiskt och miljömässigt bästa transportkedjan från gruva och ut till kund, i detta ingår bland annat att bedöma vilket djupgående till Luleå Hamn som är optimalt utifrån de ökade godsvolymer som aviserats. Även kostnader och nyttor av olika fartygsstorlekar och djupgående ska analyseras inklusive vilken påverkan detta kan ha för eventuella åtgärder på Malmbanan.

Studien pekar på att två alternativa djuphamnar, Narvik och Luleå, behövs för att effektivisera godstransporterna för gruvindustrin i Norrbotten.

#### Sjöfartsverket

Sjöfartsverket har genomfört en åtgärdsvalsstudie, Projekt Malmporten, som studerat industrins behov av ökad fartygsstorlek och vilka åtgärder som är möjliga att genomföra för att tillgodose industrins behov. Projektet innebär muddring och sprängning i syfte att bredda och fördjupa befintlig farled, samt förbättrad farledsutmärkning. Utskeppning sommartid kan då ske med fartyg som lastar upp till ca 160 000 ton, att jämföra med dagens maxfartyg som kan lasta upp till ca 55 000 ton. En förbättring av Sandgrönleden möjliggör anlop vintertid för fartyg med upp till ca 75 000 tons lastintag.

#### Luleå Hamn

Luleå Hamn har låtit utföra en utredning, Malmporten Luleå- kapacitetsåtgärder i Luleå Hamn med anledning av ökade råvarutransporter, slutrapport 2013-11-28. Denna har tagit sin utgångspunkt från Trafikverkets och Sjöfartverkets åtgärdsvalsstudier med syfte att klargöra vilka åtgärder, enligt 4-stegsprincipen, som kan bli aktuella i hamnen för att möta efterfrågan på ökad kapacitet från industrin med anledning av det ökade transportbehovet som redovisas i dessa båda studier. Utifrån resultatet av denna analys har projektet även omfattat framtagande av krav och frågeställningar inför det kommande skedet som omfattar detaljutformning av kaj, hamn och tillhörande infrastruktur. Detta genomförs som en del i ett EU-projekt där Trafikverket, Sjöfartsverket och Luleå Hamn gemensamt arbetar för att finna en bra transportkedja från gruva till kund.

### 1.2 Detta projekt

För att kunna bedöma förutsättningarna för befintliga och nya aktörer att vilja nyttja hamnen har Luleå Hamn i tidigare utredningar tagit fram övergripande hamnlayouter, se kapitel 1.1, i syfte att identifiera behov av infrastruktur såsom järnväg, lossningsstation, vägar etc.

Inom ramen för detta projekt görs en fördjupning av tidigare utredning och ett antal PM för olika teknikområden tas fram för att beskriva förutsättningar i hamnområdet på land och i vatten. Dessa PM kommer att utgöra en grund för fastställande av en layout för hamnen och för beskrivning av verksamheten. Dessa underlag avser ligga till grund för kommande tillståndsansökningar, dels för hamnen men även för Sjöfartsverket projekt.

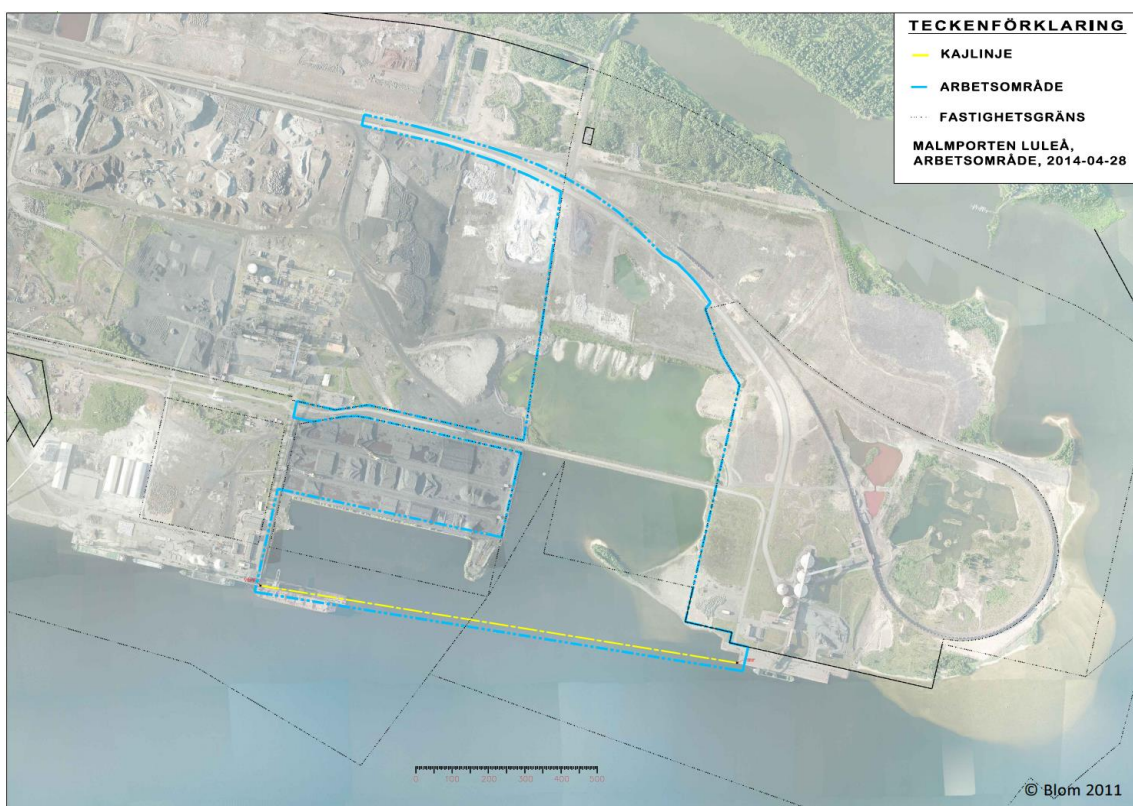
Detta PM redovisar framtagna mottagningskriterier för muddermassor vid markbyggnation.

## 2 INLEDNING

Under arbetet med muddringen av ny farled kommer muddermassor att användas för bland annat markbyggnation inom arbetsområdet för Skvampens djuphamn. För möjlighet till återanvändande av muddermassor har kvalitetskriterier tagits fram för markbyggnation inom djuphamnens arbetsområde.

### 2.1 Uppdrag

Reinertsen Sverige AB har på uppdrag av Luleå Hamn tagit fram kvalitetskrav avseende miljö kvalitet för mottagning av muddringsmassor vid markbyggnation inom arbetsområdet för Skvampens djuphamn (figur 2.1.1).



*Figur 2.1.1* Arbetsområde för utbyggnad av djuphamn. Mark och vattenområde inom arbetsområdet tillhörande Luleå kommun har undersökts.

### 2.2 Syfte

Framtagna kvalitetskriterier ska användas för att kontrollera att mottagna muddermassor uppfyller hälso- och miljökrav för återanvändning av avfall. Mottagningskriterierna sätts upp för lokala förhållanden inom markbyggnationsområdet för Luleå Hamns utbyggnad.

Bedömning om möjlighet till återanvändande görs i samband med kartering av sediment i hamn och farled.

## 3 FÖRUTSÄTTNINGAR

### 3.1 Sediment

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 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 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 förroreningar 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.*

Bedömningar i denna rapport görs mot sediment i kategori M2 för att det värsta scenariot skall beaktas. Muddermassor i kategori M2 kan vid behov komma att användas som fyllnadsmaterial under grundvattenytan vid markbyggnation inom Luleå Hamn.

### 3.2 Skyddsobjekt

#### Humana skyddsobjekt

Hamnområdet och all intilliggande mark utgörs av industriområden. Humana skyddsobjekt utgörs av yrkesarbetande med deltidsvistelse inom området. Modellparametrar för humana skyddsobjekt enligt kriterier för mindre känslig markanvändning (MKM) är tillämplig.

#### Markmiljö

Kvalitetskriterierna avser muddermassor som ska läggas upp för markbyggnation under framtida grundvattenyta. Muddermassorna kommer att täckas med ca två meter sand från farleden och med ca en meter överbyggnadsmaterial. Skyddsvärdet för markmiljön under grundvattenytan bedöms som liten. De generella riktvärdena för mindre känslig markanvändning (MKM) ger ett skydd för cirka 50 procent av marklevande arter. De generella riktvärdena ger också ett skydd för fåglar och däggdjur som tillfälligt vistas inom området. Skyddsnivån för MKM bedöms som lämplig avseende marklevande organismer i aktuellt område.

#### Grundvatten

Inom området finns inte något skyddsvärt grundvatten och avståndet till närmaste skyddsvärd grundvattenförekomst är mer än 1000 meter. Grundvattenförekomsten ligger på motsatt sida av



Sandöfjärden (<http://www.viss.lansstyrelsen.se/>). I beräkningsmodellen antas att allt grundvatten från området sprids till närliggande ytvattenförekomster. Nivå för skydd av grundvatten beaktas därför inte i modellen. Spridningen och halten av föroreningar i grundvatten beaktas i ytvattenskyddet.

### Ytvatten

Närliggande ytvattenförekomster utgörs närmast av Sandöfjärden. Det huvudsakliga grundvattenflödet från berört område efter åtgärder och utförd utfyllnad och bedöms vara i sydlig riktning (02.6.6 PM Utredning av grundvattennivå och utströmning Skvampen; 02.6.9 PM Utredning av tätande anläggning och grundvattennivåer Skvampen). I modellen antas Sandöfjärden vara ytvattenrecipient. Utfyllnaden sker i sin helhet i del av Sandöfjärden. Beräkning av ytvattenpåverkan enligt modell för beräkning av lakbarhetskriterier med avsteg för lokala förhållanden har utförts.

### 3.3 Sulfidhaltiga sediment

Inom muddringsområdet för ny farled finns det sulfidhaltiga sediment. För att undvika att oxidation med förhöjd utlakning som följd bör de sulfidhaltiga M2-massor som eventuellt används för markbyggnation inom Skvampens djuphamn att läggas upp under grundvattenytan. Möjliga volymer för hantering av massor under grundvattenytan framgår i 02.17.2 Teknisk beskrivning, Skvampens djuphamn. Ovanför grundvattenytan ska massor med låg sulfidhalt användas.

Oxidation av sulfider kan ge upphov till svavelsyra samt bildning av surt och metallhaltigt lakvatten. Alcontrol har utfört lakteter 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.



## 4 UNDERLAG

Framtagande av kvalitetskriterierna avseende miljö för muddermassor är baserat på Naturvårdsverket Handbok 2010:1 Återvinning av avfall i anläggningsarbeten. Beräkningar av nivå för totalhalter har gjorts med utifrån Naturvårdsverkets riktvärdes-modell för beräkningar av generella eller platsspecifika riktvärden för mark (Naturvårdsverket 2009). För beräkning av kriterier avseende totalhalter av tennorganiska föreningar har ingående värden till modellen hämtats från rapporten *Kriterier för tributyltenn, Irgarol och diuron i muddermassor som omhändertas på land, Kemakta 2013*.

Som representativ halt för muddermassor av kategori M2 från farleden används ett statistiskt mått i form av medelvärdes övre 95 % konfidensgräns – UCLM95 (95 % upper confidence limit of mean). Detta är en försiktig skattning av medelvärdet under vilket den verkliga medelhalten med 95 % sannolikhet underskrider. För TBT och PCB7, som uppträder i högst halter relativt bakgrunds nivåer, har en volymviktad skattning av medelvärdet gjorts. Halter och egenskaper redovisas i detalj i WSP, 2015, Malmporten- *Miljöundersökning av sediment* och i 02.15.6 PM *Miljögeoteknik - Utökad sedimentprovtagning*. För muddermassor inom Luleå Hamns arbetsområde användas framtagna kvalitetskriterier i 02.15.6 PM *Miljögeoteknik - Utökad sedimentprovtagning* för bedömning om återanvändande.

**Tabell 4.1.** Statistisk beskrivning av undersökta sediment i farledernas muddringsområden mg/kg TS.

Ämne	median	min	90p	max	UCLM 95
Arsenik	9,6	3,2	28,8	53	<b>19</b>
Bly	10	2,4	18,6	120	<b>28</b>
Kadmium	0,23	0,05	0,5	0,65	<b>0,3</b>
Kobolt	9,35	3	14	16	<b>10</b>
Koppar	21	6,7	30	400	<b>73</b>
Krom	27	10	37	51	<b>28</b>
Kvicksilver	0,033	0,0125	0,07	0,61	<b>0,13</b>
Nickel	12	3,3	19,6	27	<b>14</b>
Zink	68	16	110	150	<b>76</b>
PAH11, mg/kg	0,75	0,055	2,1	10,6	<b>2,3</b>
PCB7, mg/kg	0,0043	0,00035	0,11	0,47	<b>0,09</b>
TBT, mg/kg	0,017	0,0005	0,7	5,3	<b>0,6</b>

Beräkningar av lakbarhetsnivåer har utförts med modellen i Naturvårdsverkets rapport *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten, Naturvårdsverket 2010*. Jämförelse av framtagen nivå för högsta tillåtna lakbarhet görs mot 90-percentilen från lakningsresultat vilket ansätts som representativ halt från lakförsöken. Den 90-percentilen är framräknade på lakförsök utförda på M2 sediment.

Kd värden för beräkning av den maximala årliga utlakning har tagits fram från samtliga lakförsök utförda under år 2015 på sedimentprover i farleden (WSP 2015). I beräkningen används det harmoniska medelvärdet (tabell 4.2).

Övriga ingående kemiska ämnesparametrar enligt modellen och för tennorganiska föreningar har övriga kemiska ämnesparametrar hämtats från Kemakta 2013.

**Tabell 4.2:** Lösta mängder (mg/kg) från LS10 lakförsök och beräknad löslighet Kd (l/kg) för ingående ämnen.

Ämne	mg/kg <sub>90-p</sub>	mg/kg <sub>max</sub>	Kd <sub>Harm. medel</sub>	Kd <sub>min</sub>	Kd <sub>modell</sub> <sup>1</sup>
Arsenik	<b>0,5</b>	0,66	411	212	<b>400</b>
Bly	<b>0,095</b>	0,11	1399	273	<b>1400</b>
Kadmium	<b>0,001</b>	0,0014	4829	2000	<b>4800</b>
Koppar	<b>0,18</b>	0,24	2210	542	<b>2200</b>
Krom	<b>0,04</b>	0,043	8746	3276	<b>8800</b>
Nickel	<b>0,04</b>	0,05	3249	1424	<b>3200</b>
Zink	<b>1,9</b>	1,9	330	224	<b>330</b>
TBT	<b>0,009</b>	0,011	540	220	<b>500</b>

<sup>1</sup>Kd-värden som används vid beräkning av utlakade mängder.

## 5 BERÄKNINGSMODELL

För beräkning av totalhalter och lakbarhetsnivåer har förutsättningarna för framtida utformning av markbyggnation och uppskattade mängder mottagna muddringsmassor från miljömuddring används som ingående parametrar i modellerna.

Mängden miljömuddrade sediment sätts till 600 000 m<sup>3</sup> vilket kommer att läggas inom ett område som uppskattas till 500 x 500 x 2,4 m. Infiltrationen i området sätts till 0,3 m/år. Vid grundvattenmodellering av området användes en antagen grundvattenbildning om 0,23 m.

I modellen antas att djupet,  $Y_1$ , på den underliggande jordvolymen som påverkas av lakvattenbildningen vara nära 0 m. Detta leder till att ingen retardation sker. Eftersom muddermassorna läggs upp under grundvattenytan antas  $C_0$  för ytvatten vara lika med  $C_{EP2} * UF1 * UF2$ . I praktiken innebär det att halten på lakvattnet i kontakt med sediment som mest får vara angiven halt för ytvattenkriteriet gånger utspädningseffekten. I modellen antas med andra ord att lakvatten från sedimenten utan retardation eller utspädning från annat grundvatten når ytvattenrecipient. Denna modell beräknar det värsta scenariot med spridning genom spärrvall och kaj utan retardation.

På grund av att retardationen sätts till noll så ger inte de ingående parametrarnas  $K_d$  värden någon effekt på den framtagna lakbarhetsgränsen. Det ingående kappavärdet ger dock en effekt så till vida att utlakningen antas vara högre initialt. Kappa ( $\kappa$ ) styr hastigheten med vilken koncentrationen avklingar med tiden. Data för kappa-värde är taget från *Kemakta 2013*.

Medelvattenflödet i Luleå älv uppgår till ca 500 m<sup>3</sup>/s (SMHI, 2010). I yttrande från SSAB framgår att tidigare utredningar visat på 85 % av flödet passerar Sandöfjärden medan resterande 15 % flödar söderut genom Germandofjärden.

Påverkan på ytvatten regleras av ytvattenskriterier i form av gränsvärden eller bedömningsgrunder. I den framtagna modellen används effektkriterier som baseras på avvikelse från bakgrundshalter. Bidraget på ytvattenrecipient ska inte leda till en belastning som ligger utanför bakgrundshalterna (*Naturvårdsverket 2010*). I beräkningsunderlagen för framtagna modell används 100 % av det framtagna haltkriteriet för skydd av ytvatten som indata i modellen. Toleransen för modellerad maximal påverkan begränsas i dessa uträkningar till max 1 % av angivet modellindata (tabell 5.3.1) för metaller. Detta motiveras av en stor recipient med kraftig vattenomsättning. Källan till metallhalter i recipienten utgörs av stora arealer med flera diffusa källor varför 1 % ansätts som högsta tolerabla grad av påverkan från en utfyllnad i Skvampen. För TBT sätt 10 % som maximal påverkan på angivet indata till modellen (tabell 5.3.1). Den något högre toleransen jämfört med metaller motiveras av att gränsvärdet är extremt lågt för TBT, lägre än vad de flesta analysmetoder kan detektera. Bakgrundhalter av TBT kan även vara högre än gränsvärdet för ytvatten. För TBT och dess nedbrytningsprodukter bedöms källan till exponering i ekosystemet främst utgöras av de sediment som idag finns inom ytvattenrecipienten.

Övriga parametrar har varit lika med de förutsättningarna som är framtagna för beräkning av lakbarhet och riktvärden för mindre känslig markanvändning.

### 5.1 Totalhalter

Nivåer för totalhalter har beräknats för hälsa och markmiljö för samtliga ämnen. Nivå för skydd av ytvatten har beräknats för PAH och PCB. I Naturvårdsverket 2010 anges att då det saknas standard för lakning av organiska ämnen så anges endast totalhalter och inga lakbarhetskriterier. För TBT görs dock bedömningen i *Kemakta 2013* att lakbarhetsgränser kan

beräknas och nivå för skydd av ytvatten utgår därför från lakbarhetsgränser. Nivå för skydd av grundvatten har inte beaktats vid beräkningen av totalhalter.

Miljö- och hälsoriskerna bedöms utifrån *representativa halter* där de enskilda ämnena kan tillföras en föroreningspopulation. För jämförelse mellan sedimenthalter och framtagna nivå för återvinning används representativa halter angivna i tabell 4.1.

## 5.2 Lakbarhet

Nivåer för lakbarhet har beräknats med modellen framtagna för återvinning av avfall (Naturvårdsverket 2010). Lakbarhetskriterierna baseras endast på skydd av ytvatten (tabell 5.3.1). Modellen är framtagna utifrån en genomsnittlig löslighet av förorenande ämnen i sedimentmassorna. För jämförelse mellan lakningsresultat och framtagna nivå för högsta tillåtna lakbarhet används representativa halter angivna i tabell 4.2.

Lakbarhetsgränserna är starkt beroende på grund- och ytvattenflöden vilket styr utspädningseffekten av spridningen från avfallet via grundvatten till ytvattendrag. För att inte lakbarhetsgränserna ska kunna bli för stora jämförs de beräknade nivåerna mot framtagna nivå för icke farligt avfall, NFS 2004:10, samt mot ett standardiserat C-ärende, *Kemakta 2013*. Valt lakbarhetskriterie är det lägsta värdet av den från modellen beräknade nivån och nivån för icke farlig avfall/standardiserat C-ärende.

## 5.3 Ytvattenkriterier och kriterier enligt vattenförvaltning

För att beräkna nivån för lakning utgår modellen från framtagna nivåer för tillåten påverkan på ytvatten. I tabell 5.3.1 redovias valda nivåer för ytvattenkriterier i aktuell modell. Nivåerna utgår från framtagna ytvattenkriterier för modellen från *Naturvårdsverket 2010* alternativt *Kemakta 2013* och kriterier enligt vattenförvaltning där det lägsta angivna värdet har använts i denna modell.

**Tabell 5.3.1:** Indata till lakbarhetsmodell avseende ytvattenkriterier är markerad med fet stil i tabellen. Samtliga nivåer anges i µg/l. Kriterier enligt vattenförvaltningen från HVFMS 2015:4.

	Ytvattenkriterier <sup>1</sup>	Kriterier enligt vattenförvaltning
Arsenik	<b>0,3</b>	0,55 <sup>2</sup>
Bly	<b>0,5</b>	1,3 <sup>3</sup>
Kadmium	<b>0,02</b>	0,2 <sup>3</sup>
Koppar	1	<b>0,87<sup>2</sup></b>
Krom	<b>0,3</b>	3,4 <sup>2</sup>
Kvicksilver	<b>0,005</b>	0,07 <sup>4</sup>
Nickel	<b>1</b>	8,6 <sup>3</sup>
Zink	3,1	<b>1,1<sup>2</sup></b>
TBT	0,0005	<b>0,0002<sup>3</sup></b>
BTB	<b>0,035</b>	
MTB	<b>0,8</b>	

<sup>1</sup> Underlag från Naturvårdsverket 2010, Kemakta 2013.

<sup>2</sup> Kustvatten och vatten i övergångszon enl. HVFMS 2015:4

<sup>3</sup> Andra ytvatten enl. HVFMS 2015:4

<sup>4</sup> Maximal tillåten koncentration, Andra ytvatten, enl. HVFMS 2015:4

## 6 KVALITETSKRITERIER OCH JÄMFÖRELSE MOT UNDERLAG

Utifrån de två beräkningsmodellerna redovisas mottagningskriterier avseende totalhalter och lakbarhetsnivåer för sediment.

### 6.1 Beräknade mottagningskriterier för totalhalter

Utifrån beräkningsmodell för riktvärden för förorenad mark har kriterier för totalhalter tagits fram (Tabell 6.1.1). Totalhalterna är beräknade enligt nivå för mindre känslig markanvändning. Beräknade nivåer för totalhalter används som jämförsvärde mot resultat från kartering av M2 sediment i farleden.

Den framtagna nivån för återanvändande utförs av representativa halterna för det lägsta riktvärdet för hälsa, markmiljö och skydd av ytvatten. Ytvattenskydd för metaller och tennorganiska föreningar beaktas i lakbarhetskriterierna.

**Tabell 6.1.1:** Kriterier för representativa totalhalter avseende återanvändande av muddermassor inom Luleå Hamns arbetsområde. Samtliga nivåer anges i mg/kg TS.

Ämne	Hälsa	Markmiljö	Ytvatten	Nivå för återanvändande	Representativ halt <sup>1</sup>
Arsenik	25	40		25	19
Barium	10000	300		300	
Bly	740	400		400	28
Kadmium	39	20		20	0,3
Kobolt	720	35		35	10
Koppar	96000	200		200	73
Krom tot	750000	150		150	28
Kvicksilver	2,4	10		2,4	0,13
Nickel	2400	120		120	14
Vanadin	4700	200		200	
Zink	160000	500		500	76
PAH L	230	15	78	15	
PAH M	19	40	51	19	
PAH H	17	10	66	10	
PAH 11					2,3
PCB-7	0,26	0,6	0,69	0,26	0,09
TBT	15	1,3		1,3	0,6
DBT	22	30		22	
MBT	130	30		30	

<sup>1</sup> Från M2 massor i farled.

För PAH saknas resultat för delar L, M och H. PAH11 utgörs av PAH H och PAH M med undantag av de enskilda PAH fluoren och dibens(ah)antracen. Resultaten från PAH 11 visar att totalhalterna av PAH i farleden inte överstiger framtagna nivå för återanvändande. Övriga resultat visar att de angivna representativa halterna från farleden understiger nivå för återanvändande. Kontroll mot resultat från Luleå Hamns arbetsområde redovisas i 02.15.6 PM Miljögeoteknik - Utökad sedimentprovtagning.

## 6.2 Beräknade mottagningskriterier för lakbarhet

Utifrån beräkningsmodell för lakbarhetsgränser för återanvändning av avfall har kriterier för lakbarhet tagits fram (Tabell 6.2.1). Beräknade lakbarhetsgränser används som jämförvärde mot lakresultat vid kartering av M2 sediment. Lakbarhetsgräns är satt att ge en högsta påverkan om 1 % av ytvattenkriteriet i recipienten för metaller och 10 % för organiska ämnen.

**Tabell 6.2.1:** Kriterier för lakbarhet avseende återanvändande av muddermassor inom Luleå Hamns arbetsområde. Samtliga nivåer är beräknade för LS10 lakning och anges i mg/kg TS.

Ämne	Ytvatten	Icke farligt avfall	Ringa risk <sup>1</sup>	Lakbarhetsgräns	Representativ lakbarhet <sup>2</sup>
Arsenik	4,7	2		2	0,5
Bly	3,1	10		3,1	0,095
Kadmium	0,07	1		0,07	0,001
Koppar	5,3	50		5,3	0,18
Krom tot	2,5	10		2,5	0,04
Kvicksilver	0,07	0,2		0,07	
Nickel	5,9	10		5,9	0,04
Zink	6,7	50		6,7	1,9
TBT	0,013		0,028	0,013	0,009
DBT	2		2	2	
MBT	53		45	45	

<sup>1</sup>Data från Kemakta 2012, Standardiserat C-ärend, infiltration 200 mm.

<sup>2</sup>90-percentilen, vilket bedöms som en konservativ skattning.

Resultaten visar att de angivna representativa halterna för lakbarhet understiger nivå för lakbarhetsgräns. Även maxhalten från lakförsöken understiger framtagna lakbarhetsgränser.

## 6.3 Beräknad genomsnittlig årlig spridning

Utifrån angiven högsta totalhalt för återanvändande (tabell 6.3.1) har den genomsnittliga årliga spridningen beräknats utifrån framtagna löslighetsvärden, Kd, för olika parametrarna. Den genomsnittliga urlakningen bedöms ur ett 120 års perspektiv vilket motsvarar tiden då sedimenten har utlakats av en vattenmängd motsvarande LS10. Den årliga spridningen m<sub>år</sub> (g/år) ges av ekvationen nedan.

$$m_{\text{år}} [\text{g/år}] = C_{\text{tot}}[\text{mg/kg}] * q_{\text{Lakvatten}}[\text{m/år}] * A[\text{m}^2] / Kd[\text{l/kg}]$$

**Tabell 6.3.1:** Beräknad årlig spridning vid högsta tillåtna totalhalt och beräknade Kd värden från lakförsök av muddermassor.

Ämne	Kd <sub>modell</sub>	Totalhalt	Årlig spridning	Halt ytvatten% av valt ytvattenkriterie	
	l/kg	mg/kg	g/år	µg/l	
Arsenik	400	25	4688	0,0003	0,12
Bly	1400	400	21429	0,002	0,32
Kadmium	4800	20	313	0,0000	0,12
Koppar	2200	200	6818	0,0005	0,06
Krom	8800	150	1278	0,0001	0,03
Nickel	3200	120	2813	0,0002	0,02
Zink	330	500	113636	0,008	0,76
TBT	500	1,3	195	0,000014	7,2

Den beräknade årliga spridningen från de högsta tillåtna halterna ger en mindre påverkan på valt ytvattenkriteriet än 1 % för samtliga metaller och mindre än 10 % för TBT.

Inom ramen för samverkansprojektet kan muddermassor från muddringen i farleden komma att användas som konstruktionsmaterial. För att göra beräkningar utifrån det värsta scenariot har lakning beräknats utifrån M2 massornas totalhalter. Representativa halter från M2 massor i farleden används om indata för beräkningar. Bidrag från sediment från hamnens muddringsområde bedöms inte ge en högre representativ halt för någon av de ingående parametrarna. Den beräknade årliga spridningen redovisas i tabell 6.3.2.

**Tabell 6.3.2:** Beräknad årlig spridning från representativa halterna från M2 massor i farleden och beräknade Kd värden från lakförsök av muddringsmassor.

Ämne	Kd <sub>modell</sub> l/kg	Representativ halt mg/kg	Årlig spridning g/år	Halt ytvatten µg/l	% av ytvattenkriterier
Arsenik	400	24	3563	0,0003	0,09
Bly	1400	17	1500	0,0001	0,02
Kadmium	4800	0,44	5	0,0000003	0,002
Koppar	2200	29	2489	0,0002	0,02
Krom	8800	40	239	0,00002	0,01
Nickel	3200	21	328	0,00002	0,002
Zink	330	95	17273	0,001	0,12
TBT	500	0,6	90	0,000007	3,3

Den beräknade årliga spridningen utifrån de representativa halterna ger en påverkan på valt ytvattenkriteriet i nivå med 0,1 % eller lägre för samtliga metaller och ca 3 % för TBT. Spridningen av TBT uppgår årligen till ca 0,02 % av den totala mängden TBT i M2 massorna.



## **7 SAMMANFATTANDE KVALITETSBEDÖMNING**

Med tillämpning av framtagna kriterier för återanvändning av muddermassor säkerställs att hälsorisk och miljöpåverkan avseende återanvändning av muddermassor är förenlig med mark- och hälsoskydd inom området och ytvattenskydd för närliggande ytvattenförekomst.

## **8 REFERENSER**

Kemakta (2013), Kriterier för tributyl-tenn, Irgarol och diuron i muddermassor som omhändertas på land, Hav möter Land, Länsstyrelsen i Västra Götalands län.

Naturvårdsverket (2009): Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning, NV Rapport 5976.

Naturvårdsverket (2010): Återvinning av avfall i anläggningsarbete. Handbok 2010:1.

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

VISS, Vatteninformationssystem Sverige. [www.viss.lansstyrelsen.se/](http://www.viss.lansstyrelsen.se/)

WSP, 2015, Malmporten- Miljöundersökning av sediment