



MALMPORTEN - PLAN FÖR HANTERING AV FÖRORENADE MASSOR

2015-10-12

Upprättad av: John Sternbeck, Jerry Forsberg och Per-Olov Rosén


Granskad av: Sjöfartsverket och Magnus Dalenstam



Samfinansierat av EU

Transeuropeiska transportnätet (TEN-T)



Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	

MALMPORTEN - PLAN FÖR HANTERING AV FÖRORENADE MASSOR

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, WSP
Per-Olov Rosén, Reinertsen

Ombud: Hanna Hällstrand

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	

INNEHÅLL

1	BAKGRUND OCH SYFTE	5
2	BESKRIVNING AV MUDDERMASSOR	6
3	ALTERNATIV FÖR OMHÄNDERTAGANDE	8
3.1	Översikt och förutsättningar	8
3.2	Minskad muddring	9
3.3	Utökad sedimentprovtagning	10
3.4	Utfyllnad för anläggningsändamål i Skvampen	10
3.5	Omhändertagande på land	11
3.6	Dumpning	12
3.6.1	Inledning	12
3.6.2	Alternativ	13
3.6.3	Konsekvenser	16
4	SAMLAD UTVÄRDERING	20
5	REFERENSER	21

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	

SAMMANFATTNING

Vid den planerade muddringen i projekt Malmporten kommer ca 530 000 t_{fm}³ förorenade muddermassor uppkomma. Föroreningarna består främst av TBT och PCB. Massorna utgörs av siltig sand eller sandig silt och innehåller i varierande grad sulfid. Sulfiden innebär att massorna bör slutförvaras utan tillgång till syre, eftersom oxidation kan medföra bildning av syra.


I denna rapport redovisas olika alternativ till hur dessa massor skulle kunna sluthanteras. Alternativen följer avfallshierarkin och omfattar minskad uppkomst, materialåtervinning i samband med anläggande av en ny djuphamn, omhändertagande på land samt dumpning i djuphål i havet. Alternativen har utvärderats avseende vilken volym som kan hanteras, genomförbarhet, konsekvenser för vattenmiljön på kort och lång sikt samt övriga miljöaspekter såsom transporter.

Av de olika alternativ som utvärderats uppfyller följande de uppställda målen:

- C. Utfyllnad i Skvampen under grundvattenytan
- E. Dumpning följt av omfattande skyddstäckning

Omhändertagande på land bedöms ej som genomförbart eftersom det kräver mycket omfattande transporter under ansenlig tid. Det finns heller ingen befintlig deponi med kapacitet för denna volym.

Dumpning och skyddstäckning i ett område SV om Vitfågelskär är det slutligen rekommenderade alternativ som långsiktigt ger minst miljöpåverkan. I området finns en väl avgränsad djuphåla med unika bottenförhållanden till följd av tidigare sandsugning. Dumpning av förorenade massor kan utföras med metoder som ger liten grumling vid genomförandet. Skyddstäckning med ca tre meter massor med låga till måttliga föroreningsnivåer säkerställer att de förorenade massorna inte blir tillgängliga för ekosystemet. Den övergripande bedömningen är att detta alternativ inte medför olägenhet för hälsa eller miljön, vare sig på kort eller lång sikt.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	

1 BAKGRUND OCH SYFTE

I projekt Malmporten planeras muddring omfattande 22 miljoner tfm³ (teoretiskt fast mått, inkl. övermuddring) bottensediment i de två farleder som går in till Luleå Hamn. Huvuddelen av dessa massor föreslås dumpas i utvalda lokala djupa havsområden, vilket bedöms vara den bästa hanteringen för de stora volymerna (Sjöfartsverket, 2015).


530 000 tfm³ av dessa muddermassor uppvisar förhöjda nivåer av PCB och TBT. Föroreningsnivåer av PCB i dessa massor motsvarar klass 5 enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav, och för TBT är halterna högre än 100 µg/kg ts (WSP, 2015a). Praxis i Sverige är att massor med dessa föroreningsnivåer omhändertas på land. Utökad kartläggning av massornas sammansättning visade dock relativt stora volymer massor med förhöjda föroreningshalter. Dessutom framkom att massorna innehåller sulfid vilket medför krav på slutförvar utan tillträde till luft.

Denna rapport syftar till att beskriva och utvärdera olika alternativ för hantering av dessa förorenade massor. Alternativen beskrivs utifrån följande aspekter:

- Konsekvenser för vattenmiljö på kort och lång sikt
- Övrig miljöpåverkan
- Teknisk genomförbarhet

Konsekvenser för vattenmiljö på kort sikt avser spridning av föroreningar i samband med dumpning eller annan hantering av förorenade muddermassor. På lång sikt avser effekter på bottenfauna samt risk för fysisk eller biologisk spridning av föroreningar.

Övrig miljöpåverkan avser transportbehov och associerade utsläpp till luft, tagande i anspråk av land samt övriga aspekter relaterade till förorenat avfall.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	

2 BESKRIVNING AV MUDDERMASSOR

De sediment som kommer att muddras har undersökts i flera etapper och en samlad utvärdering presenteras av WSP (2015a). Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav från 1999 används normalt vid bedömning av om muddermassor lämpar sig för dumpning eller ej. Vilka klassgränser som fastställts i miljötilstånd varierar dock mellan olika projekt. Inom projekt Malmporten gäller följande två kategorier, där M står för Malmporten:

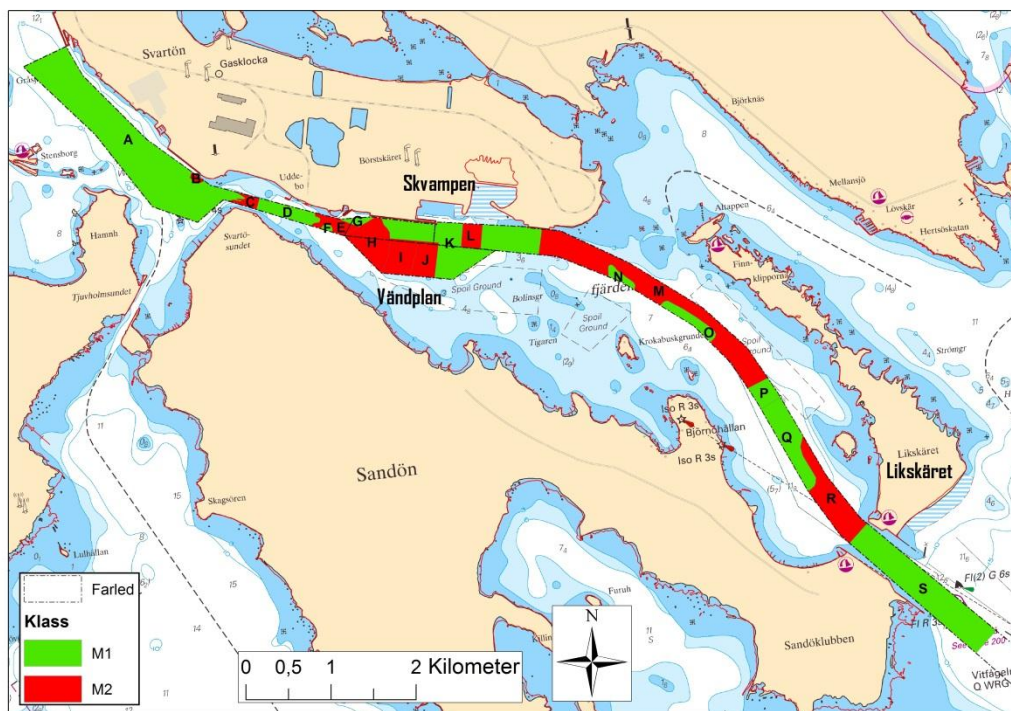
- M1. Muddermassor som kan dumpas i föreslagna dumpningsområden utan särskilda restriktioner. Massor i kategori M1 uppvisar koncentrationer av metaller, PAH-11 och PCB-7 i klass 1-4 enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav (NV, rapport 4914). För TBT är motsvarande koncentration lägre 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.

Sammantaget överensstämmer detta med den dispens från det allmänna dumpningsförbudet som Luleå hamn erhållit från Havs- och Vattenmyndigheten (2012-03-08).


Med ovanstående klassning omfattar kategori M2 530 000 tfm³ som är föremål för föreliggande alternativutredning. Av volymen härrör ca 50 000 tfm³ från hamnen och resterande från Sjöfartsverkets muddring. Hamnens massor redovisas av Luleå Hamn (Luleå hamn, 2015d). Massorna från farleden har vid provtagning klassats som siltig sand eller sandig silt. Det organiska innehållet är relativt lågt med en genomsnittlig halt organiskt kol på 1,1 %. Vattenhalten varierar från 20 till 75 % med ett medelvärde på 45 %. Massorna innehåller i varierande grad sulfid; medelhalt 2200 mg/kg TS och ett intervall om 100–16000 mg/kg TS.

De undersökta metallerna förekommer till övervägande del i låga till måttligt höga halter, d.v.s. klass 1-3 enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. PAH uppträder främst i klass 1-3 men till viss del även i klass 4 samt klass 5 i enstaka punkter. PCB och TBT är de föroreningar som huvudsakligen styr klassningen.

De massor som identifierats i klass M2 förekommer endast i områdena väster om Likskäret (Figur 1) och uppträder huvudsakligen i det övre skiktet (0-0,2 m). Vid Vändplan uppträder dessa föroreningar på större djup; område I är avgränsat till 1 meter och område J är avgränsat till 0,6 meter.



Figur 1. Indelning av muddringsområden efter föroreningsklass. De muddringsområden som är belägna i farlederna utanför område S är bedömda som M1 och ingår inte i denna redovisning.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	

3 ALTERNATIV FÖR OMHÄNDERTAGANDE

3.1 Översikt och förutsättningar

Alternativ för hantering av förorenade muddermassor utreds enligt avfallshierarkin:

1. Minska uppkomst
2. Återanvändning
3. Materialåtervinning
4. Annan återvinning
5. Deponering

Av dessa övergripande alternativ är återanvändning eller s.k. annan återvinning ej relevant för blöta muddermassor. I Tabell 1 presenteras de alternativ som utreds avseende hantering av förorenade muddermassor.

Tabell 1. De alternativ som utreds.

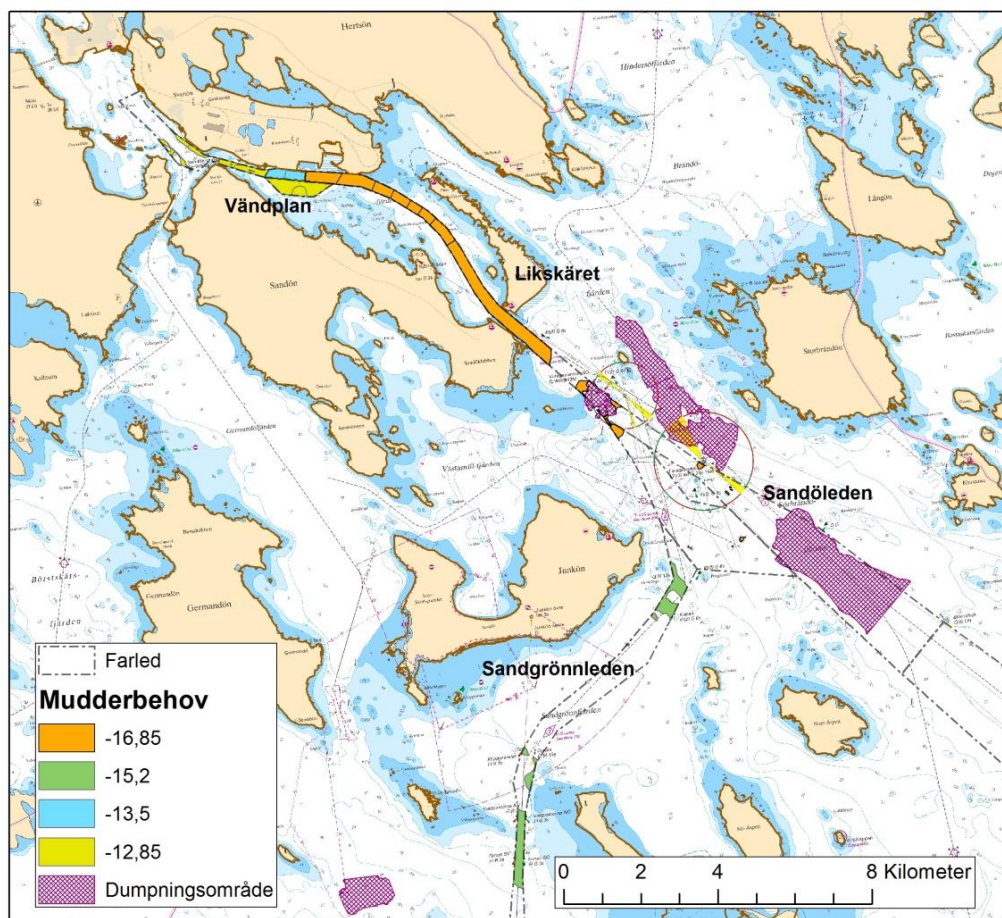
Steg i avfallshierarkin	Alternativ
1. Minska uppkomst	A. Mindre omfattande muddring
1. Minska uppkomst	B. Utökad sedimentundersökning
3. Materialåtervinning	C. Utfyllnad i Skvampen
5. Deponering	D. Omhändertata på land
5. Deponering	E. Dumpning

3.2 Minskad muddring


Farlederna Sandöleden och Sandgrönleden behöver anpassas till pågående globala förändringar i fartygsstorlekar. Det innebär bl.a. fartyg med ett maximalt djupgående av 15 meter. SSPA (2015) har genom simuleringar kontrollerat att föreslagen omfattning på muddring är tillräcklig med avseende på navigationssäkerhet. Med en önskad bottenklarning om 10 % och för att säkerställa djupen under kalkylperioden krävs därför en muddring till 16,85 m i större delen av farleden (Figur 2).

Att anpassa farleden till modernare fartyg och upprätthålla hög säkerhet är syftet med projektet. Detta medför bl.a. krav på ökade vattendjup i delar av farleden. Det finns därför inget utrymme för att minska uppkomst av förorenade muddermassor genom att förändra utformningen. Därutöver förekommer de förorenade muddermassorna enbart ytligt. En förändring av mudderdjupet kommer därför inte att påverka volymen på de ytliga massorna.

Sammanfattningsvis kan muddringens omfattning inte minskas, och därmed kan detta alternativ inte heller påverka volymerna av muddermassor i klass M2.



Figur 2. Mudderdjup i olika områden samt föreslagna dumpningsområden.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	

3.3 Utökad sedimentprovtagning

Sedimentundersökningar har utförts i fyra skeden mellan 2010 och 2015. Omfattning och resultat redovisas i en samlad slutrapport (WSP, 2015a). De mycket stora områden och volymer som ska muddras medför att undersökta provpunkter i vissa delområden är relativt glesa. Undersökningar har dock utförts stegvis och successivt inriktats mot att förtäta i de områden där föroreningar förekommer. En ytterligare förtätad provtagning skulle möjligen minska osäkerheterna men inte nödvändigtvis ge mindre volymer.

Det bedöms inte som att kompletterande undersökningar kommer att medföra mindre volymer av muddermassor i klass M2.

3.4 Utfyllnad för anläggningsändamål i Skvampen

Som del av den planerade utökade hamnverksamheten kommer det föreliggande behov av nya landtytor för att tillgodose möjligheter för den planerade utvecklingen av hamnverksamheten. Planerade nya anläggningar inom hamnområdet är bl.a. ny kaj, byggnader, vägar och järnväg. Det totala massbehovet för hela utbyggnaden av kaj och landområden uppgår till ca 2 500 000 – 3 000 000 m³ beroende på kajkonstruktion varav ca 1 900 000 m³ behövs för utfyllnad av ett större vattenområde i Luleå hamn kallat Skvampen, se Figur 1. Luleå hamn har hos miljödomstolen ansökt om tillstånd för ovan nämnda verksamheter (Luleå hamn, 2015a). Stora delar av massbehovet bedöms kunna täckas av överskottsmassor från muddringsarbetet.


Behovet av massor för utfyllnad i Skvampen bedöms av Luleå hamn till dels kunna täckas av de från muddringen uppkomna M2-massorna. Samtliga 530 000 tfm³ M2-massor bedöms kunna återvinnas som utfyllnadsmaterial i Skvampen och placeras under grundvattenytan för att förhindra oxidation av sulfider, se teknisk beskrivning till Luleå hamns tillståndsansökan (Luleå hamn, 2015b).

För Skvampen har platsspecifika kvalitetskriterier för återvinning av avfall i anläggningsarbeten avseende förorenande ämnen tagits fram, både för totalhalter och för lakbarhet (Luleå hamn, 2015c). Totalhaltskriterierna motsvarar skydd av hälsa och markmiljö enligt MKM (Naturvårdsverket, 2009). Påverkan på recipient till följd av utlakning av TBT och metaller har beräknats enligt SGI (2009) och bedöms av Luleå hamn ge fullt tillräcklig säkerhetsmarginal för de gränsvärden för ytvattenkvalitet som kraven på god kemisk status ställer. Utifrån framtagna kriterier bedömer därför Luleå hamn att M2-massor kan återvinnas i Skvampen utan oacceptabla miljö- och hälsorisker.

Sammanfattningsvis bedöms användning av M2-massor för anläggningsändamål i Skvampen vara ett möjligt alternativ för omhändertagande av samtliga 530 000 tfm³ M2-massor, under förutsättning att massorna kan placeras under grundvattenytan.

De uppmätta totalhalterna och lakbarheten i sedimenten gör att hälso- och miljörisker bedöms som acceptabla.

Genomförbarheten för alternativet bedöms som relativt god.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	

3.5 Omhändertagande på land


Aktuella M2-massor innehåller, ur avfallssynpunkt, förhållandevis låga föroreningshalter. Uppmätta totalhalter av föroreningar underskrider kriterier för avfall som får deponeras på deponier för inert avfall (NFS 2004:10). Genomförda laktester (WSP, 2015a, 2015b) visar i huvudsak låga lakbara föroreningshalter, under kriterier för inert avfall. För ett fåtal av proven översteg den lakbara halten av vissa tungmetaller kriterier för inert avfall vid L/S 10. I några av dessa prov sjönk pH-värdet kraftigt i lakväsken, sannolikt på grund av oxidation av sulfider. Då inga särskilda kriterier förekommer avseende försurningspotential för icke-farligt avfall bör risker och konsekvenser avseende försurande egenskaper särskilt tas i beaktande vid diskussioner angående deponering på land.

Deponering på land kan ske antingen i en befintlig deponi alternativt i en för ändamålet nyetablerad deponi. Golder Associates har på uppdrag av Luleå kommun genomfört en lokaliseringsutredning för en lokal deponi med avseende att deponera kvicksilverförorenade sediment (icke-farligt avfall) från Notviken i Luleå (Golder, 2015). Volymen förorenade massor från Notviken uppgår till ca 120 000 t³. Att placera Notvikens massor i en befintlig deponi bedömdes inte vara genomförbart eftersom det inte finns någon befintlig deponi, inom rimligt avstånd, som kan ta emot massorna. Inriktningen var därför att skapa en ny lokal deponi. Lokaliseringsutredningen ger genom multikriterieanalys 13 st möjliga områden för placering av en deponi. 10 områden förkastades inledningsvis i huvudsak på grund av för långa transportvägar, motstående markintressen samt ogynnsam geologi. Av de tre kvarvarande alternativen valdes slutligen ett huvudalternativ ut, Kalvholmen norr om Luleå. Viktigaste skälen till att Kalvholmen valdes var att området är beläget relativt långt från bostäder, att naturvärden kan undvikas samt att geologin är gynnsam. Transportavståndet med bil från muddringsplatsen i Notviken till Kalvholmen är ca 5,5 km.

Det bedöms vara en svårframkomlig väg att använda något av Golders framtagna områden för att deponera M2-massor. Främst på grund av orimligt långa transportavstånd (de tre, i första skedet, utvalda områdena ligger samtliga ca 1,5 mil från det yttre hamnområdet i Luleå) men även på grund av att volymen M2-massor är avsevärt större än volymen massor från Notviken.

Aktuella massor från Malmporten innehåller sulfider. I aerob miljö oxiderar sulfiderna vilket medför en försurande process som kan ge upphov till surt lakvatten, vilket i sin tur kan medföra ökad urlakning av tungmetaller. Detta bekräftar också genom laktester på muddermassorna, där utlakning av kadmium, nickel och kobolt ökar vid närvaro av syre (WSP, 2015a). I första hand bör därför sulfidjordar deponeras under grundvattenytan i anaerob miljö. Vid en deponering på land kommer massorna troligen placeras över grundvattenytan. För att förhindra försurning måste därför massorna täckas över för att möjligaste mån förhindra syre och regnvatten att nå sulfidjorden. Det finns ett antal riktlinjer för hur ett täckskikt ska konstrueras framförallt avseende materialval och tjocklek (Pousette, 2007). Det finns dock begränsat med erfarenhet av hur olika täckskikt ovan sulfidhaltiga massor fungerar i praktiken (Pousette, 2007).

Oxidation av sulfidhaltiga massor, i synnerhet om massorna innehåller s.k. monosulfider, är en förhållandevis snabb process. Muddringsarbete, transporter, deponering och skyddstäckning är tidskrävande arbete vilket medför att oxidation sannolikt inte kan förhindras genom täckning i ett kort tidsperspektiv. Det kan också ifrågasättas om det, ur

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	

ett långt tidsperspektiv, är möjligt att förhindra oxidation då sulfidmassor placeras över grundvattenytan, även om täckmassor läggs över jorden (Pousette, 2007).

Vid en bedömning av lämpliga åtgärder för hantering av sulfidjord är volymen jord en viktig parameter. Stora volymer jord kan medföra att en försurningsprocess och en urlakning av tungmetaller kan pågå under lång tid. Stora volymer upptar även en större yta och medför en större exponeringsyta för oxidation. En volym över 5000 m³ är att betrakta som en mycket stor volym (Pousette, 2007). Större volymer medför större krav på anläggningen, dess omgivning och på kontrollprogram. Ska hela volymen M2-massor, 530 000 tfm³, läggas upp i en deponi kommer deponin uppta en yta motsvarande ca 18 fotbollsplaner om mäktigheten på deponin sätts till 4 m.

Deponering på land medför en förhållandevis omfattande logistik. De muddrade massorna ska transporteras in till land, lastas på lastbilar och därefter transporteras till deponi. 530 000 tfm³ muddermassor ger ca 30 000 lastbilstransporter. Genomförandet av muddringsarbetet är planerat att ta 3-4 år där muddring sker ca 6 månader/år. Muddring av M2-massor kommer dock främst ske under det första året. I det tidsperspektivet skulle minst 160 lastbilstransporter krävas varje dag, 7 dagar/vecka, under ett halvår.

Sammanfattningsvis bedöms en deponering på land av samtliga 530 000 tfm³ M2-massor som orimligt ur ett logistiskt och hanteringsmässigt perspektiv på grund av den stora volymen.

Ur miljösynpunkt bedöms deponering på land som ett mindre lämpligt alternativ. Olägenhet för hälsa eller miljö på grund av oxidation av sulfider, urlakning av surt vatten och förhöjda metallhalter kan inte uteslutas, varken på kort eller på lång sikt. En ny deponi kommer behöva etableras vilket medför ett förhållandevis stort ingrepp i miljön.


Ett stort antal transporter med lastbil kommer behövas vilket medför betydande utsläpp till luft.

3.6 Dumpning

3.6.1 Inledning

De muddermassor som är i kategori M1 föreslås i projektet att dumpas i djupa lokala havsområden. I Sverige undviker man generellt att dumpa muddermassor där någon förorening förekommer i klass 5 enligt Naturvårdsverket (1999) eller TBT är högre än 100 µg/kg ts. Syftet är att minska risken för olägenhet för hälsa eller miljö. Dumpning av förorenade massor i en väl avgränsad djuphåla samt efterföljande skyddstäckning med renare massor är dock en väl beprövad metod internationellt.

Nämnda klassning av föroreningsnivåer utförs enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav från 1999. Dessa bedömningsgrunder utgår från rådande halter i Östersjöns ytsediment och har ingen direkt relevans för att bedöma om dumpning kan medföra olägenhet för miljö eller hälsa, t.ex. i form av toxiska effekter på djur och växter. Det finns i Sverige inga generella haltgränser som ska följas vid beslut om dumpning. Detta betonas också av Mark och miljööverdomstolen som i dom 1260-14

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	

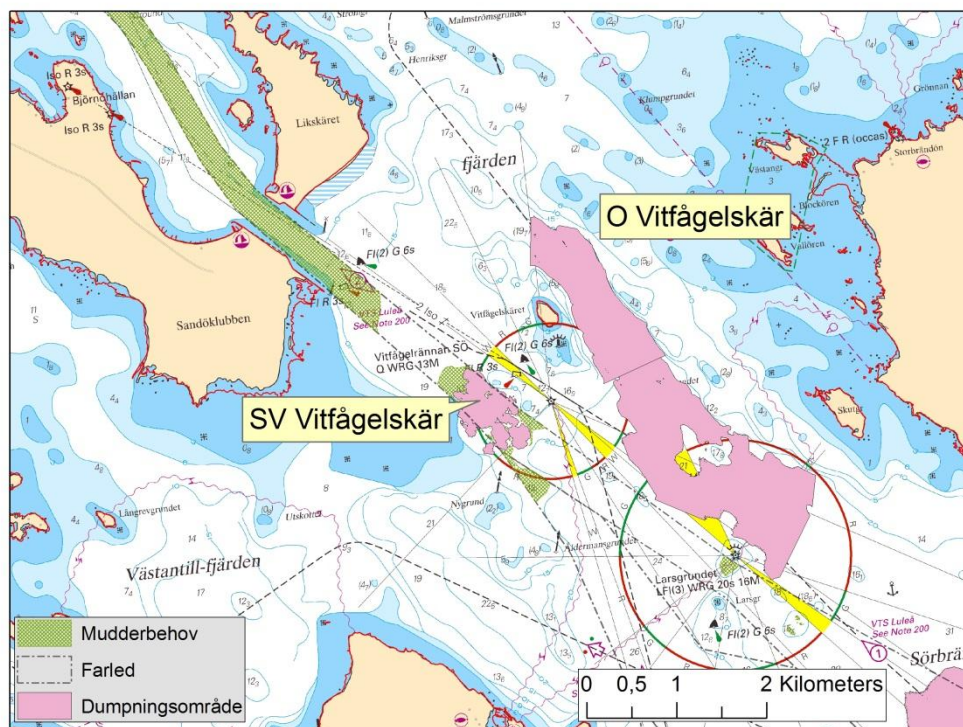
fastslagit att lokala aspekter ska vägas in vid fastställande av vilka begränsningsvärden som ska gälla. Det alternativ som presenteras nedan bygger på principen att förorenade massor dumpas djupt i ett avgränsat område för att sedan övertäckas med muddermassor i kategori M1.

3.6.2 Alternativ

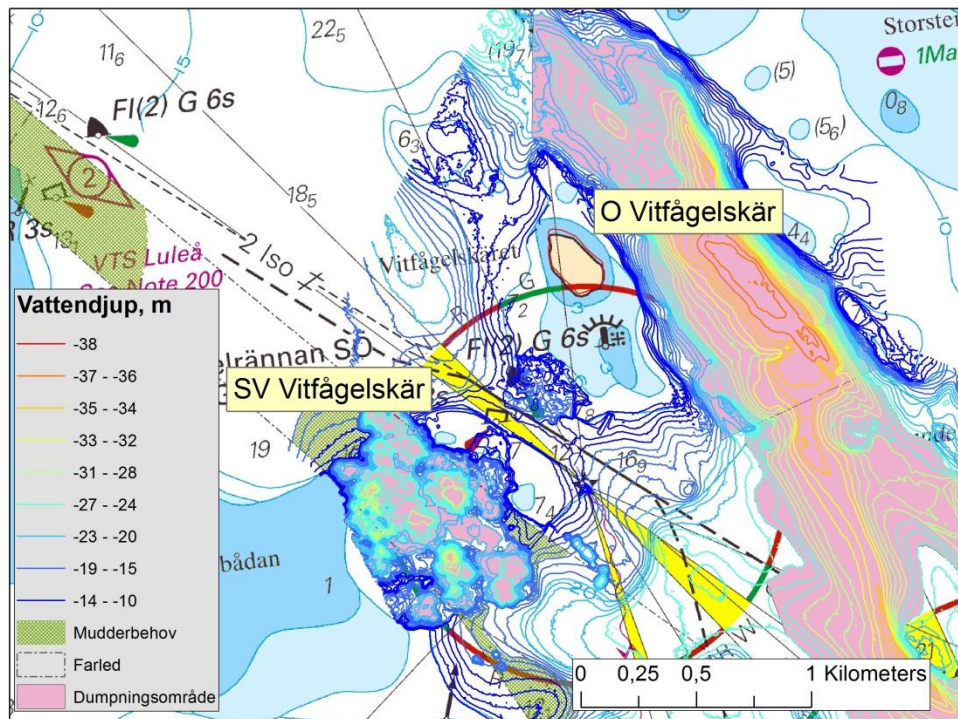
Inom projektet har flera lämpliga dumpningsområden valts ut. Två av dessa har särskilt lämpliga bottenförhållanden i form av väl avgränsade djuphålor där M2-massor skulle kunna inneslutas (Figur 3). SGUs maringeologiska karta tyder på att det är finsand i området. Eftersom massorna består av sandig silt eller siltig sand betyder det att man kan följa principen lika-på-lika vid dumpning i dessa områden.

Vattendjupen och de tydligt avgränsade djupområdena illustreras i Figur 4. Maximalt djupgående i farleden planeras till 15,0 meter och minsta farledsdjup i denna region kommer bli 16,85 meter. SV Vitfågelskär har tidigare sandsugits vilket lämnat djupa hålor som når ner mot -32 m (Figur 5). Runtom om dessa djuphålor är det betydligt grundare och i vissa delar är det grundare än -16,85 m varför muddring kommer att ske i närheten.

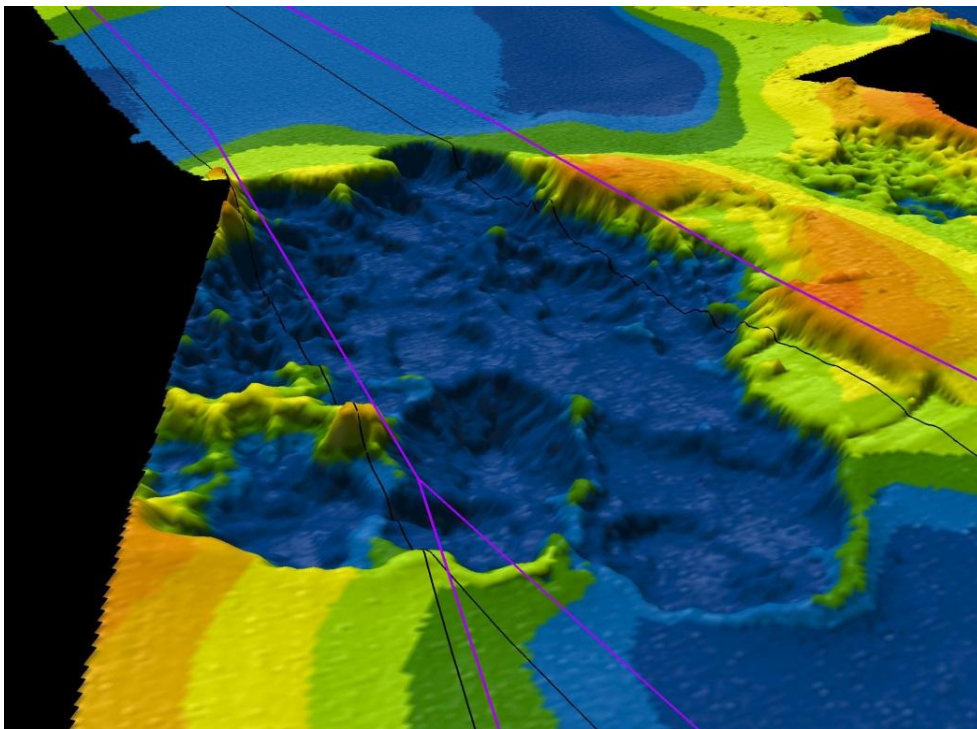
O Vitfågelskär är beläget öster om farleden. Bottenförhållandena är naturliga och kännetecknas av ett djupområde i SO-NV riktning. Djupområdet når ned till 37-38 meter och särskilt mot NO avgränsas djupområdet av en mycket skarp brant som går upp till -4 meter (Figur 4).




Figur 3. De föreslagna dumpningsområdena SV Vitfågelskär och O Vitfågelskär.



Figur 4. Djupförhållanden i de föreslagna dumpningsområdena SV Vitfågelskär och O Vitfågelskär.



Figur 5. Djupförhållanden i dumpningsområdet vid SV Vitfågelskär sett från sidan. Obs att bilden är höjdförstärkt.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	

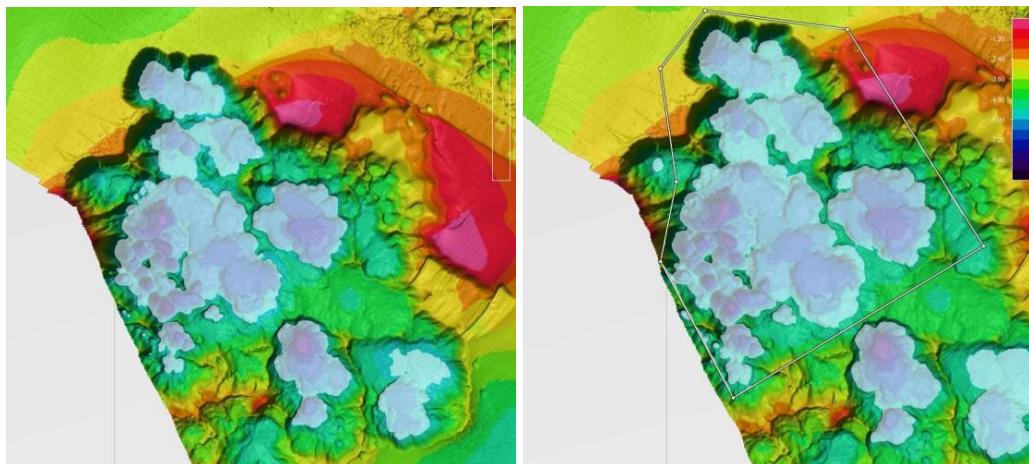
Volymsberäkningar visar att SV Vitfågelskär har kapacitet att ta hand om hela volymen M2-massor (530 000 t m^3). Beräkningar har utförts för två fall – jämn skyddstäckning samt skyddstäckning i de mer sammanhängande groparna. Resultaten illustreras i Figur 6 och resulterande bottendjup blir följande:

- 530 000 m 3 över hela gropen når upp till nivån -23.9 m
- 530 000 m 3 över en begränsad del av gropen når upp till nivån -23.3 m.


Detta visar att man kan täcka över dessa volymer med renare massor i en omfattning av flera meter och ändå ha en mycket god marginal upp till minsta farledsdjup om 16,85 meter. Om man täcker över med omkring 3 meter massor i kategori M1 kommer vattendjupet vara 20-21 meter. För denna övertäckning krävs för de olika scenarierna ovan 670 000 – 815 000 m 3 icke förorenade muddermassor. Det är volymer som kommer att finnas att tillgå i projektet.

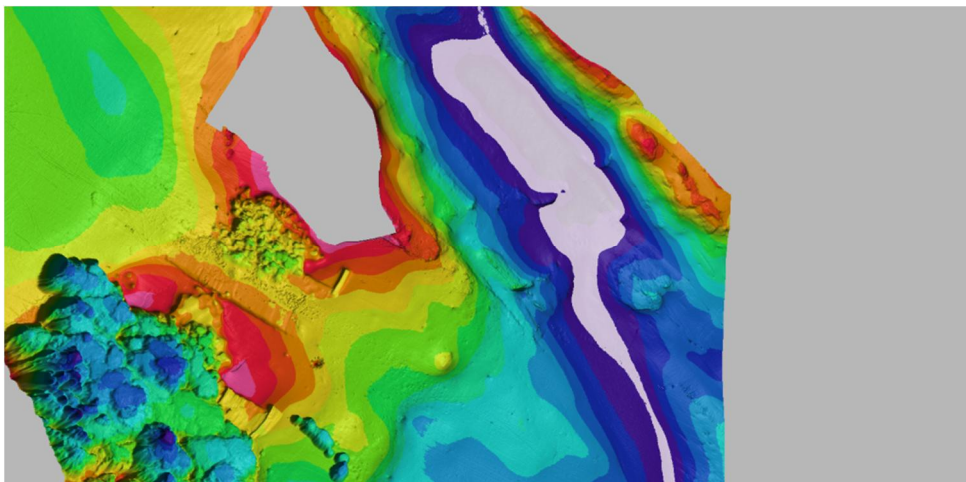
För området O Vitfågelskär kommer en utfyllnad med 530 000 m 3 medföra en uppgrundning till ca -33,5 meter (Figur 7). Denna volym kan läggas i det centrala djupområdet och därmed övertäckas effektivt. Dock är det i detta område en risk att en utfyllnad av denna storlek och med efterföljande övertäckning "rinner ut" mot söder (Figur 7) varför någon typ av invallning skulle krävas.

Sammantaget är förhållandena för en utfyllnad med övertäckning goda i båda dessa områden. Eftersom det rör som om övertäckning av M2-massor som har förhöjda föroreningsnivåer är SV Vitfågelskär genom sina unika bottenförhållanden med väl avgränsade djuphålor särskilt lämpad.



Figur 6. Utfyllnad av 530 000 m 3 muddermassor i dumpningsområdet SV Vitfågelskär. Den vänstra figuren illustrerar jämn utfyllnad över groparna till -23,9 m. Den högra figuren illustrerar utfyllnad endast över de sammanhängande groparna till -23,3 m.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	



Figur 7. Utfyllnad av 530 000 m³ muddermassor i dumpningsområdet O Vitfågelskär.

3.6.3 Konsekvenser

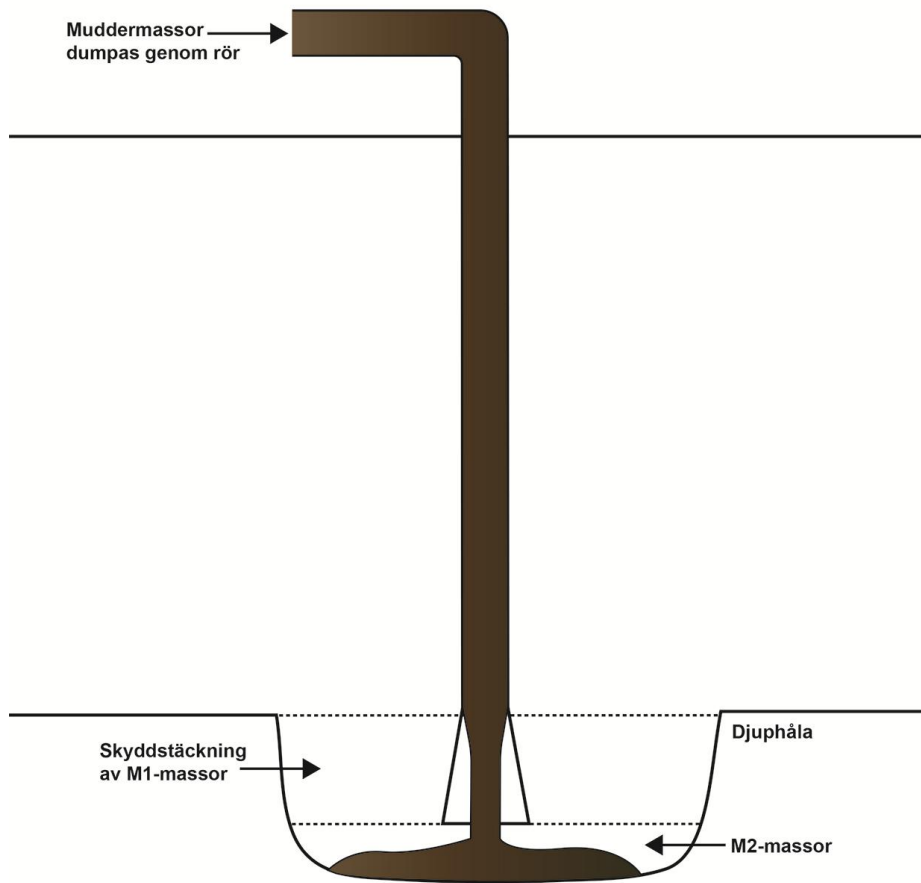
Avgörande för om ett visst dumpningsärende kan erhålla dispens från 15 kap MB är om det kan utföras utan olägenhet för hälsa eller miljö. Såsom nämns inledningsvis i detta kapitel ger klassning av föroreningsnivåer i sediment enligt Naturvårdsverket (1999) inte ett mått på olägenhet för hälsa eller miljö. Spridning och exponering för föroreningar samt ämnenas toxiska egenskaper är det som styr risken för olägenheter.

VID GENOMFÖRANDE

Vanligen dumpas massor från botten av en pråm ca 5 meter under vattenytan. Eftersom vattendjupen är stora i de aktuella dumpningsområdena kan det inte uteslutas att ett sådant förfarande skulle medföra viss grumling och spridning av förorenade sediment. Att sedimenten huvudsakligen består av silt och sand, och inte ler, medför dock att påverkan blir lokal.

För att minimera förorenings-spridning kommer dumpning att ske genom ett rör som mynnar strax över bottenytan (Figur 8). Röret kan också förses med en breddning nära utloppet, vilket minskar hastigheten och därmed risken för grumling. Denna teknik har dokumenterat mycket god effekt på att minska grumling och förorenings-spridning. Dessutom är bottenförhållandena vid SV Vitfågelskär mycket gynnsamma (Figur 5) för att minimera spridning till omgivande områden i samband med dumpningen.

Om de muddermassor som skyddstäcks har hög vattenhalt kommer vatten att pressas ut ur massorna vid den s.k. kompaktionen, i samband med skyddstäckningen. Detta vattenflöde har i vissa fall visat sig kunna dra med sig föroreningar upp till det täckande skiktet. M2-massorna kommer att muddras med miljökopa och behåller därmed sin ursprungliga relativt låga vattenhalt. Dessutom kommer skyddstäckningen vara omkring 3 meter tjock. Därför kan det inte förväntas att denna process medför förorenings-spridning.




Figur 8. Schematisk illustration av teknik för dumpning av M2-massor.

LÅNGSIKTIGT

Långsiktiga krav är att föroreningarna i de djupt dumpade M2-massorna inte ska vara tillgängliga för ekosystemet. Det betyder att det inte får föreligga risk för fysisk, kemisk eller biologisk spridning, och inte heller någon risk för framtida muddring i området. En förutsättning för följande bedömningar är att M2-massorna skyddstäcks med ca tre meter M1-massor.

Fysisk stabilitet av sediment styrs av bottenströmmarnas styrka. Modellberäkningar av bottenarnas stabilitet har utförts för de i projektet föreslagna dumpningsområdena. För dessa två dumpningsområden har det visats att även vid utfyllnad till -20 meter föreligger ingen risk för erosion till följd av havsströmmar eller interna vågor (DHI, 2015). För mycket kraftiga vindar, vilka bedöms ha en återkomsttid på 5-25 år, bedömdes det för SV Vitfågelskär dock föreligga viss risk för erosion på botten vid 20 meters djup. De vindstyrkor som förutsätts har dock en varaktighet på några timmar. Eventuell erosion kommer därför endast pågå under kort tid och därmed bara beröra de yttigaste lagren som består av rena massor. Mellan dessa sällan förekommande förlopp kommer sediment ackumulera i områdena, varför någon nettoerosion inte kan förväntas i ett längre tidsperspektiv.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	

Omgivande bottnar direkt utanför dumpningsområdet SV Vitfågelskär har vattendjup mellan 14 och 23 meter (Figur 4). Dessa delvis grundare bottnar består av liknande material som det som kommer att dumpas. Dessa bottnar och den branta gränsen mot djuphålen i nordväst har uppenbarligen bevarats under lång tid. Detta styrker bedömningen att utfyllnad till 20 meters vattendjup inte kommer medföra risk för nettoerosion i området. Sammanfattningsvis bedöms det att det dumpade materialet kommer att vara långsiktigt stabilt och att fysisk spridning inte kommer innebära risk för att föroreningarna i de djupare massorna friläggs.

Kemisk spridning kan ske genom molekylär diffusion i porvattnet. Detta är en mycket långsam process och de två föroreningarna TBT och PCB har relativt låg löslighet i porvattnet. Spridning genom diffusion minskar med ökande avstånd och med en övertäckning om 3 meter kommer processen vara obetydlig. Hastigheten på diffusion minskar med ökande avstånd. De M2-massor som ska dumpas är idag ytliga och kan sägas vara belägna 0-5 cm under sedimentytan. Efter dumpning och skyddstäckning kommer spridning via diffusion alltså minska minst 60 gånger, och sannolikt avsevärt mer än så.

Föroreningar såsom TBT och PCB kan anrikas i bottenfauna och därmed spridas vidare genom näringskedjan. Upptag sker i det ytliga sedimentet, vanligen de övre 1-2 dm. Den invasiva havsborstmasken *Marenzelleria* förekommer dock i området (Medins, 2015) och denna art är känd för att kunna gräva ned till 40 cm djup. Med en skyddstäckning om ca 3 meter bedöms risken för upptag och spridning i näringskedjan som obefintlig. Denna risk minskar således jämfört med dagens förhållanden.


Under överskådlig tid kan muddring inte förutses i dessa dumpningsområden. SV Vitfågelskär är med hänsyn till sina unika bottenförhållanden det mest lämpliga och rekommenderas således.

De M1-massor som avses användas för skyddstäckning består till 99 % av föroreningar i klass 1-3 enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav, och endast till 1 % i klass 4 (WSP, 2015a). Det innebär att den nya bottenytan kommer att uppvisa föroreningshalter i nivå med regional bakgrund. De M2-massor som härigenom isolerats är idag huvudsakligen ytligt belägna. Förfarandet med dumpning och skyddstäckning kommer medföra en totalt sett minskad föroreningsexponering i områdena.

TIDIGARE ERFARENHETER

Övertäckning av förorenade sediment är en metod som använts internationellt under lång tid, både som efterbehandling av befintliga förorenade sediment och vid hantering av förorenade muddermassor. Slutförvaring av förorenade muddermassor genom dumpning och övertäckning går internationellt under begreppet "Confined aquatic disposal". Detta innebär att de förorenade massorna innesluts både i sidled och genom övertäckning. Metoden har tillämpats i många länder, däribland Norge. I vissa fall gräver man ur botten för att skapa lämpliga hålor.

Exempel på denna typ av övertäckningar finns sammanställda i t.ex. Palmerton (2003) samt Porebski och Vogt (2010). Att föroreningsrelaterade risker minskar då muddermassor läggs i ett djupt beläget område och sedan övertäcks visas i flertalet genom-

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	

förda projekt (t.ex. LACTF, 2004; Fredette, 2006). Eftersom bottennivån i det övertäckta området normalt är djupare än omgivande bottnar är det också fysisk stabilt (Fredette, 2006).


Djuphålan i SV Vitfågelskär har till följd av tidigare sandsugning unika förutsättningar, med brant sluttande kanter vilket skapar en väl avgränsad djuphåla i förhållande till omkringliggande botten.

Dumpning kommer utföras genom ett rör hela vägen ned.

Djup dumpning av M2-massor i SV Vitfågelskär, följt av skyddstäckning om tre meter med M1-massor, kan genomföras utan olägenhet för hälsa eller miljö.

Detta gäller både vid genomförande och i ett långsiktigt perspektiv.

Förslaget kan hantera den totala volymen M2-massor.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	

4 SAMLAD UTVÄRDERING

De olika alternativ som beskrivits ovan har löpande utvärderats avseende genomförbarhet, om volymen 530 000 tfm³ kan hanteras samt miljökonsekvenser vid genomförandet och långsiktigt. Detta summeras i Tabell 2.


Följande alternativ bedöms kunna hantera hela volymen på 530 000 tfm³, vara genomförbara, och inte medför oacceptabla risker för miljö eller hälsa:

- C. Utfyllnad i Skvampen under grundvattenytan
- E. Dumpning följt av omfattande skyddstäckning

Omhändertagande på land bedöms ej som genomförbart eftersom det kräver mycket omfattande transporter. Dumpning med skyddstäckning är det alternativ som långsiktigt ger lägst risker och rekommenderas därför. M2-massor är idag belägna ytligt. Genom dumpning och skyddstäckning i SV Vitfågelskär minskar ekosystemets kontakt med föroreningarna. Varken fysiska eller biologiska processer kan förväntas frigöra föroreningarna eller oxidera sulfiderna på kort eller lång sikt. Förfarandet medför således inte någon olägenhet för hälsa eller miljön.


Tabell 2. Samlad utvärdering av de olika alternativen.

Alternativ	Hanterar 530 000 tfm ³	Genom- förbarhet	Risk för miljö eller hälsa		Övriga miljöaspekter
			Genomfö- rande	Långsiktigt	
A. Mindre omfattande muddring		NEJ			
B. Utökad sedimentundersökning		NEJ			
C. Utfyllnad i Skvampen under grundvattenytan	JA	JA	Hanterbart	Acceptabelt	
D. Omhändertagande på land		NEJ			Mycket omfattande transporter, ianspråktagande av land
E. Dumpning	JA	JA	Hanterbart	Nej	

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	

5 REFERENSER

- DHI (2015) Bedömning av strömförhållanden på deponeringsplatserna. Bilaga 2g till MKB.
- Golder (2015) Lokaliseringutredning för en lokal deponi. Bilaga 4 till MKB för efterbehandlingsåtgärder vid Karlshäll.
- LACTF (2004) Confined aquatic disposal site long-term monitoring program 2002-2003. The Los Angeles contaminated task force.
- Luleå hamn (2015a) 02.17.3 Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken till anläggning av ny djuphamn och ändring av verksamheten vid Luleå Hamn i Luleå kommun, Norrbottens län.
- Luleå Hamn (2015b) 02.17.2 Teknisk beskrivning Skvampens djuphamn
- Luleå Hamn (2015c) 02.15.7 PM Miljögeoteknik – Kvalitetskriterier för mottagning av muddermassor vid markbyggnation
- Luleå hamn (2015d) 02.15.6 PM Miljögeoteknik – Utökad sedimentprovtagning.
- Medins biologi AB (2015) Undersökning av bottenfauna i Luleå skärgård 2014-2015. Bilaga 2a till MKB.
- Naturvårdsverket (1999) Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Kust och hav, Rapport 4914.
- Naturvårdsverket (2009) Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning, NV Rapport 5976.
- NFS (2004:10) Naturvårdsverkets föreskrifter om deponering, kriterier och förfaranden för mottagning av avfall vid anläggningar för deponering av avfall.
- Palmerton D.L. (2003) Contained aquatic disposal (CAD) – a review of monitoring. 2nd Int. Symp. Cont Sediments.
- Porebski L och Vogt C. (2010) International assessment of the use of confined aquatic disposal facilities for contaminated dredged material. Proc. Western Dredging Ass. Thirtieth Techn. Conf., 2010.
- Pousette, Kerstin (2007) Miljöteknisk bedömning och hantering av sulfidjordsmassor, Institutionen för Samhällsbyggnad, Luleå tekniska universitet
- SGI (2009) Underlag till kriterier för återvinning av avfall i anläggningsändamål.
- SGI (2011) Vägledning för nyttiggörande av muddermassor i hamn och anläggningskonstruktioner.
- Sjöfartsverket (2015) Projekt Malmporten i Luleå, Fördjupning av farleder med mera, Miljökonsekvensbeskrivning.

Uppdragsnr: 10198698	Malmporten	
Daterad: 2015-10-12	Plan för hantering förorenade massor	

SSPA (2015) Riskanalys angående farledsuppgradering för större tonnage till Luleå Hamn – Projekt Malmporten. SSPA. 2015-01-21. Bilaga 2m till MKB.

WSP (2015a) Malmporten – Miljöundersökning av sediment. Bilaga 2n till MKB.

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

WSP Environmental 2015-10-12



John Sternbeck



Jerry Forsberg