

Sanering av Oskarshamns hamnbassäng

Uppskattningar av muddringsvolym och behovet av utrymme i deponin



Promemoria

2017-08-10

Författad av

Pär Elander¹

¹ Hifab AB

Innehåll

1	BAKGRUND.....	3
2	UPPSKATTNING AV TOTAL MUDDRINGSVOLYM.....	3
3	UPPSKATTNING AV BEHOVET AV UTRYMME I DEPONIN	4

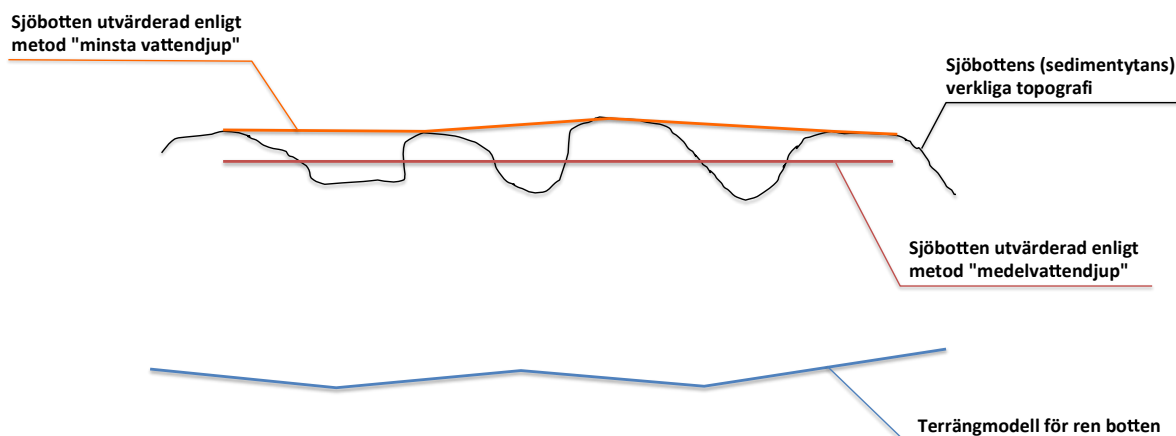
1 Bakgrund

Inom ramen för Projekt Sanering av Oskarshamns hamnbassäng muddras förorenade sediment i hamnbassängen under perioden 2016-2018. Under entreprenadgenomförandet har diskussioner uppkommit om hur stora volymer som egentligen kommer att muddras och hur stor volym dessa kommer att uppta i deponin, efter avvattning.

Frågorna belyses i detta PM tillsammans med beräkningar för prognostisering av volymerna.

2 Uppskattning av total muddringsvolym

Enligt mängdförteckningen som ingick i förfrågningsunderlaget för upphandling av entreprenaden är den förorenade mängden sediment som ska muddras 395 000 m³ (in situ). Denna volymberäkning är en överskattning såtillvida att den baseras på en terrängmodell av sjöbotten som är utvärderad från en ekolodning typ multibeam enligt metoden "minsta vattendjup". Detta är den metod som används för kartläggning av vattendjup i hamnar och innebär i praktiken att den högsta punkten inom varje delyta som mäts anges som vattendjup för hela delytan. Därmed introduceras ett "fel" som innebär att variationer med lägre nivåer inom delytorna bortses från. Volymberäkningen har alltså utgått från en sjöbotten som inte avspeglar alla små variationer i bottenpogografen utan i genomsnitt ligger lite högre än en "medelvattendjup". Med medelvattendjup avses en sjöbotten där man bortser såväl från försänkningar som upphöjningar inom varje delyta och kapar dessa till ett medelvärde. En sjöbotten som utvärderas på detta sätt representerar alltså en medelnivå inom varje delyta. Principerna för de olika sätten att konstruera en terrängmodell över sjöbotten framgår av Figur 1.



Figur 1 Illustration av de principiella skillnaderna mellan metod "minsta vattendjup" och metod "medelvattendjup" vid konstruktion av en terrängmodell över sjöbotten från de data som genereras vid ekolodning typ multibeam. Terrängmodellen för ren botten (underkant förorenade sediment) utgår i stället från en glesare punktvis mätning.

Samtidigt har den förorenade sedimentmängden utvärderats från sedimentprovtagningar med c/c 50 m där vattendjupen och därmed sjöbottens läge mätts manuellt med ett nätlod kombinerat med en sedimentekolodning av typen SBP (Sub Bottom Profiler). Från dessa har en terrängmodell för de förorenade sedimentens underyta (överyta för "ren" botten) konstruerats, som inte behäftats med samma "fel" som utvärderingen av sjöbotten utförd enligt metoden minsta vattendjup.

Utförs en volymläsningsberäkning från en terrängmodell för sjöbotten utvärderad enligt metoden "medelvattendjup" i stället för enligt metoden "minsta vattendjup" ned till terrängmodellen för överkant ren botten minskar volymerna som behöver muddras med ca 75 000 m³, dvs. till ca 320 000 m³. Detta bedöms som en mer trolig beräkning av den verkliga volymen förorenade sediment.

Till detta kommer den övermuddring (muddring under terrängmodellen för ren botten) som utförs av entreprenören. Övermuddringen uppskattas i dagsläget till ca 20 % av volymen muddrade sediment över terrängmodellen för ren botten. Utgående från den bedömda "verkliga volymen" förorenade sediment som ska muddras tillkommer därmed ca 64 000 m³ sediment som muddras.

Om dagens muddringsresultat extrapoleras till hela projekttiden innebär detta att beräkningsmässigt ca 385 000 m³ kommer att muddras, inklusive övermuddring. I denna volym inkluderas inte eventuell kompletterande muddring för det fall det finns förorenade sediment under terrängmodellen för ren botten som ännu inte lokaliserats. Inte heller inkluderas eftermuddring av återsedimenterat material som grumlats upp i samband med muddring (eller av färjetrafiken). Den omfattande övermuddringen minskar riskerna för att kompletterande muddring skulle behöva utföras. Det bedöms inte som sannolikt att eftermuddring kommer till stånd eftersom teknik för detta saknas. För det fall muddring av den f.d. dockgraven undantas och ersätts med täckning minskar volymerna med ca 25 000 m³ (med hänsyn tagen till övermuddring).

Det ska understrykas att alla volymläsningsberäkningar av den verkliga mängden förorenade sediment är behäftade med relativt stora osäkerheter eftersom avstånden mellan provtagningspunkterna är jämförelsevis stort (50 m) och sedimentekolodningar typ SBP utförts i linjer med c/c 10 m, dvs. med betydligt större avstånd än ekolodningen för bestämning av vattendjup/sjöbottennivå.

Sammantaget bedöms ändå att den verkliga muddringsvolymen kommer att hamna mellan 350 000 m³ och 400 000 m³ med 384 000 m³ som beräkningsmässigt utfall.

3 Uppskattning av behovet av utrymme i deponin

Deponin för förorenade muddermassor är dimensionerad för att inrymma 500 000 m³ förorenade massor. Av dessa har 30 000 ton (ca 20 000 m³) reserverats för kommunens behov. Kvarstående 480 000 m³ har varit reserverade för förorenade muddermassor. Denna volym inrymmer även en marginal för att det ska vara möjligt att inrymma såväl övermuddring som kompletterande muddring och eftermuddring.

Utgående från uppföljningar av muddrade volymer och deponerad mängd sediment under framför allt 2017 (muddringsvolymen under 2016 var i jämförelse liten) står det klart att de volymer som kommer att deponeras blir betydligt mindre än vad deponin dimensionerats för.

Detta beror dels på att den sedimentvolym som kommer att muddras blir mindre än beräknat (se avsnitt 2), dels på att avvattningen är effektivare vilket innebär att volymen vatten som förs till deponin tillsammans med sedimenten kommer att bli mindre än beräknat.

Under 2017 har 78 500 m³ sediment muddrats t.o.m. 2017-08-07. Samtidigt har 52 000 ton muddermassor deponerats med torrsubstanshalten 45,5 % som medelvärde. En densitetsbestämning på ett samlingsprov avvattnade sediment utfördes 2017-08-08. Densiteten utvärderades från detta till 1,27 ton/m³ på ett prov som avvattnats till torrsubstanshalten 58,5 %. Resultatet bedöms som rimligt utgående från att densiteten hos sediment in situ uppmättes till 1,24 ton/m³ (medelvärde från olika bestämningar i samband med geotekniska undersökningar). Densiteten efter avvattning bör vara högre än densiteten in situ (förutsatt att sedimenten fortfarande är vattenmättade) eftersom torrsubstanshalten ökar vid avvattning.

Antas densiteten 1,27 ton/m³ som representativ för alla sediment som muddrats hittills under 2017 kan volymen av de deponerade massorna beräknas till 41 000 m³. En viss ytterligare volym kan finnas i omlopp i avvattningsanläggningen och mellanlager inom arbetsområdet men volymen kan sammanlagt knappast överstiga 45 000 m³. Eftersom den muddrade volymen samtidigt har varit 78 500 m³ kan förhållandet mellan muddrad volym och avvattnad volym muddermassor som förs till deponi beräknas till 0,57, vilket innebär att volymen deponerat sediment kan prognosticeras till 180 000 – 230 000 m³ enligt Tabell 1.

Den beräknade deponeringsvolymen blir något större med en beräkning som enbart utgår från muddringsvolymen in situ och uppmätta densiteter samt torrsubstanshalter före och efter avvattning och som inte tar hänsyn till hittillsvarande relation mellan muddrad och deponerad volym (redovisad som beräkningsalternativ 2 i Tabell 1). Skillnaden beror sannolikt på att variationen mellan olika områden i hamnbassängen vad avser torrsubstanshalt och densitet är ganska stor.

Tabell 1 Beräkningar av volym i deponi utgående från muddringsvolymen.

Muddrad volym (m ³)	Behov av deponivolym (m ³) Beräkning enligt alternativ 1	Behov av deponivolym (m ³) Beräkning enligt alternativ 2
350 000	180 000	220 000
384 000	200 000	240 000
400 000	210 000	250 000
450 000	260 000	280 000

En rimlighetskontroll av beräkningarna har utförts genom att sedimentpartiklarnas kompakt-densitet beräknats från de undersökningar av geotekniska egenskaper som utförts på obehandlade samlingsprover från de fyra områden med större sedimentmängdigheter som identifierats. Kompaktdensiteten kan beräknas från bestämningarna av torrsubstanshalt och densitet med antagandet att proverna är helt vattenmättade och porvattnets kompakt-densitet är 1,0 ton/m³. Detta bedöms som rimliga antaganden för förhållandena in situ. Sedimentpartiklarnas kompakt-densitet har för de fyra proverna beräknats till 2,54 - 3,13 ton/m³ med medelvärdet 2,87 ton/m³, vilket är något högre än kompakt-densiteten för leror som vanligtvis är 2,70 – 2,80 ton/m³. Storleksordningen och variationen bedöms som rimlig eftersom de förorenade sedimenten innehåller en varierande andel järn som bör öka kompakt-densiteten men ställvis också organiskt material som minskar kompakt-densiteten.

Oskarshamns kommun

2017-08-10

Samma typ av kontroll har utförts för de muddrade och avvattnade sedimenten, med hjälp av uppmätt torrsbstanshalt och densitet. Med antagandet att de avvattnade massorna fortfarande är vattenmättade beräknas kompaktdensiteten till för det aktuella provet till $1,57 \text{ ton/m}^3$. Den stora skillnaden relativt beräkningen för sediment in situ tyder på att det avvattnade sedimentet inte varit vattenmättat vid densitetsbestämningen. Även de iakttagelser som gjordes i samband med inpackning av materialet tyder på att vattenmättnad inte uppnåtts. Provets torrsbstanshalt var också ovanligt hög (58,5 %).

Sammanfattningsvis kan behovet av deponeringsbehov beräknas till mellan $180\,000 \text{ m}^3$ och $280\,000 \text{ m}^3$ med ett sannolikt utfall under $250\,000 \text{ m}^3$.