



SANERING AV OSKARSHAMNS HAMNBASSÄNG

Förslag till riktvärden för grumling i ytvatten vid muddring

Rapport nr Oskarshamns hamn 2011:4

Oskarshamns kommun

Mars 2011

Författad av

Anders Bank¹, Structor Miljö Göteborg AB

¹ Delprojektledare miljö

INNEHÅLL

| | | |
|----------|---|---|
| 1 | BAKGRUND OCH SYFTE | 3 |
| 2 | GENOMFÖRANDE | 3 |
| 3 | RESULTAT | 4 |
| 3.1 | RIKTVÄRDEN INOM MUDDRINGSOMRÅDEN..... | 4 |
| 3.2 | RIKTVÄRDE I UTSTRÖMMANDE VATTEN | 6 |
| 3.3 | KORRELATION MELLAN SUSPENDERANDE ÄMNEN OCH TURBIDITET | 7 |
| 3.4 | RIKTVÄRDEN FRÅN ANDRA PROJEKT | 8 |
| 4 | FÖRSLAG TILL RIKTVÄRDEN | 9 |
| 5 | REFERENSER | FEL! BOKMÄRKET ÄR INTE DEFINIERAT. |

BILAGOR

Bilaga 1. Akuta och kroniska jämförvärden

Bilaga 2. Diagram

1 Bakgrund och syfte

Oskarshamns kommun har erhållit bidragsmedel för förberedelseskedet för en eventuell sanering av Oskarshamns hamnbassäng från Naturvårdsverket via Länsstyrelsen i Kalmar län. Utredningarna har bedrivits inom ramen för Naturvårdsverkets riktlinjer för efterbehandling av förorenade områden och har följt kraven i tillämpliga rapporter och Naturvårdsverkets kvalitetsmanual för efterbehandling. I förberedelseskedet skall bl a en vattendomsansökan för muddring och återanvändning av muddermassor för anläggningsändamål upprättas. En viktig del i detta arbete är att föreslå lämpliga riktvärden för vilken grumling muddringen får åstadkomma utan att spridningsbegränsande skyddsåtgärder behöver vidtas.

Syftet med föreliggande rapport är således att ta fram ett underlag till lämpliga riktvärden för acceptabel grumling vid muddring. Riktvärdena som tas fram i denna rapport är riskbaserade, dvs de är framräknade så att negativa miljöeffekter inte uppstår vid muddring eller så att inte extremt stor spridning sker under åtgärdsfasen. Det kan finnas andra motiv till att slutligen fastställa lägre eller högre riktvärden, t ex bästa möjliga teknik, riktvärden som satts i andra muddringsprojekt samt ekonomiskt rimliga.

2 Genomförande

Två olika typer av riktvärden har beräknats:

- Riktvärde för suspenderande ämnen i anslutning till mudderverket. Detta riktvärde blir olika beroende på att föroreningshalterna i sedimenten varierar inom respektive delområde.
- Riktvärde för suspenderande ämnen i ytvatten som strömmar ut från inre hamnen.

Riktvärdena i anslutning till mudderverket inom respektive delområde har utgått från uppmätta föroreningshalter i de sediment som avses muddras. Genom att teoretiskt slamma upp sediment erhålls olika totalhalter av metaller och organiska ämnen vid olika halter av suspenderande ämnen. Totalhalterna, justerade m h t att endast en del av totalhalterna är tillgängliga för upptag, jämförs sedan med olika typer av lågriskvärden för akuta och kroniska effekter.

Riktvärdena för suspenderande ämnen i ytvatten som strömmar ut från inre hamnen under muddringsperioden har beräknats med utgångspunkt från den genomsnittliga halten av suspenderande ämnen i utströmmande vatten under ett normalt år. Halten av suspenderande ämnen i utströmmande vatten från inre hamnen har i genomsnitt under muddringstiden antagits få vara 2,5 ggr den normala halten, dvs den årliga spridningen av föroreningar under åtgärdstiden får vara 2,5 ggr högre än normalt.

Förslag till riktvärden har sedan lämnats dels inom respektive delområde i anslutning till muddringsverket, dels i utströmmande vatten från inre hamnen oavsett var muddringen sker.

De framräknade riktvärdena har slutligen jämförts med riktvärden för suspenderande ämnen som Miljödomstolar m m fastställt i andra muddringsprojekt under senare år.

För att snabbt kunna kontrollera villkorsefterlevnad i fält har en korrelationsanalys utförts av uppmätta turbiditetsvärden och halter av suspenderande ämnen i prover från hamnbassängen.

3 Resultat

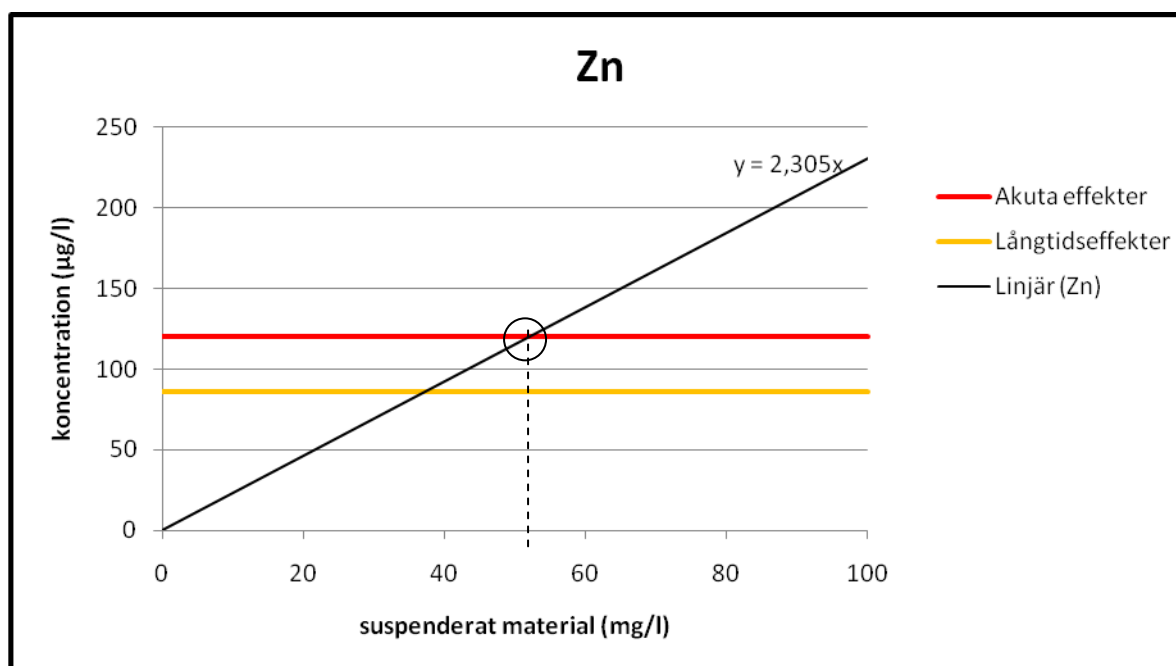
3.1 Riktvärden inom muddringsområden

En stor mängd sedimentprover har uttagits från Oskarshamns hamnbassäng. Med underlag av resultaten av dessa samt framtida användning av hamnen har hamnen delats in i 7 delområden, se *figur 1*. Baserat på analysresultaten från provtagningarna har aritmetiska föroreningshalter i sedimenten för respektive delområde beräknats för 11 ämnen (As, Cd, Cu, Fe, Hg, Pb, Zn, Ni, dioxiner, PCB och TBT). Utifrån medelvärdena beräknas därefter de teoretiska totalhalterna i ytvattnet vid muddring som funktion av halten suspenderande ämnen i vattnet vid respektive delområde, se *figur 2* för exempel.



Figur 1. Indelning av hamnbassängen i sju delområden

Toxikologiska lågriskvärden för kroniska och akuta effekter för marint vatten hämtades från www.rais.ornl.gov samt Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). Alla källor till lågriskvärden finns i *bilaga 1*. Genom att infoga lågriskvärdena i diagrammen kan mängden suspenderat material som teoretiskt motsvarar kroniska och akuta effekter i vattenmiljön utläsas, se *figur 2*. Observera att lågriskvärdena avser metaller som är 100 % tillgängliga för upptag i organismer. Mätningar i ytvattnet i hamnbassängen visar dock att mer än 90 % av metallerna är partikelburna vid kraftig grumling, d v s <10 % är tillgängliga för upptag. Undantag gäller dock för kadmium (80 % partikelbundet) och nickel (50 % partikelbundet).



Figur 2. Exempel på hur totalhalten i vatten av zink ökar linjärt med koncentrationen suspenderat material i delområde C samt lågriskvärden för kroniska och akuta effekter i marin vattenmiljö.

Med utgångspunkt från riktningskoefficienterna och jämförvärdena beräknades riskbaserade riktvärden för halten suspenderat material för respektive ämne och delområde. Samtliga underlag finns i **bilaga 2**. Riktvärdena anger den halt suspenderat material som kan tillåtas i ytvattnet utan att lågriskvärdena överskrids och har sammanfattats i **tabell 1** och **2** nedan. I tabellerna har riktvärdena för suspenderande ämnen avseende tungmetaller justerats med en faktor 10 eftersom mätningar visat att >90 % av metallerna i ytvattnet är partikelbundna. För kadmium har dock en justering med en faktor 5 gjorts och för nickel en faktor 2. I tabellerna har de värden som blir dimensionerande för riktvärdet markerats.

Tabell 1. Riskbaserade riktvärden för kroniska effekter. Värdena avser den halt suspenderat material (mg/l) som motsvarar lågriskvärdet för kroniska effekter

| Delområde | A | B1 | B2 | C | D | E | F |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Cu | 50 | 40 | 20 | 20 | 30 | 20 | 80 |
| Pb | 210 | 190 | 60 | 140 | 230 | 100 | 400 |
| Zn | 510 | 550 | 220 | 370 | 440 | 240 | 960 |
| As | 2 910 | 1 870 | 440 | 1 260 | 1 620 | 1 070 | 4 170 |
| Cd | 25 | 60 | 45 | 50 | 50 | 55 | 200 |
| Hg | 180 | 160 | 90 | 130 | 170 | 250 | 630 |
| Fe | 260 | 160 | 80 | 140 | 220 | 60 | 260 |
| Ni | 170 | 320 | 260 | 260 | 400 | 600 | 720 |
| Dioxiner | 103 | 60 | 19 | 67 | 92 | 86 | 222 |
| PCB | 600 | 455 | 203 | 1 034 | 333 | 1 034 | 2 143 |
| TBT | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 11 | 14 |

Tabell 2. Riskbaserade riktvärden för akuta effekter. Värdena avser den halt suspenderat material (mg/l) som motsvarar jämförvärdet för akuta effekter

| Delområde | A | B1 | B2 | C | D | E | F |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Cu | 210 | 180 | 70 | 100 | 130 | 90 | 350 |
| Pb | 5 500 | 4 920 | 1 530 | 3 670 | 5 930 | 2 570 | 10 230 |
| Zn | 720 | 770 | 310 | 520 | 610 | 340 | 1 340 |
| As | 16 050 | 10 300 | 2 450 | 6 970 | 8 960 | 5 900 | 23 000 |
| Cd | 8 600 | 20 000 | 15 000 | 17 000 | 17 000 | 20 000 | 70 000 |
| Hg | 15 000 | 13 130 | 7 780 | 10 500 | 14 000 | 21 000 | 52 500 |
| Fe | 340 | 210 | 100 | 180 | 290 | 80 | 340 |
| Ni | 1 530 | 3 000 | 2 300 | 2 500 | 3 600 | 5 600 | 6 500 |
| Dioxiner | 862 069 | 502 513 | 156 740 | 558 659 | 763 359 | 714 286 | 1 851 852 |
| PCB | 21 000 | 15 909 | 7 095 | 36 207 | 11 667 | 36 207 | 75 000 |
| TBT | 1 150 | 713 | 886 | 1 098 | 1 045 | 5 169 | 6 571 |

Av tabellerna framgår följande:

- Om kroniska effekter (långtidsexponering) skall vara dimensionerande blir acceptabla susp-halter extremt låga (enstaka mg/l) beroende på TBT-innehållet i sedimenten.
- Om akuta effekter (korttidsexponering) skall vara dimensionerande blir acceptabla susp-halter mellan 70 och 350 mg/l beroende på innehållet av koppar och järn i sedimenten.

3.2 Riktvärde i utströmmande vatten

Bakgrundshalten av suspenderande ämnen i inre hamnens vatten har beräknats med underlag av vattenprover som tagits när Gotlandsbåten opererat i hamnen år 2004 och 2010 samt uppgifter om hur ofta färjan anländer och ankommer. Resultaten visade att halterna ökade markant vid färjerörelserna och att det räknat i tid handlar om ungefär 20% av året då halterna är förhöjda till följd av färjerörelser.

Årsmedel beräknades och maximala halter utlästes för Cu, Pb, Zn, As, Cd, Hg, dioxiner, suspenderat material och turbiditet, se **tabell 3** nedan. För Fe, PCB och TBT är bakgrundsvärdena beräknade utifrån årsmedel och maximalt uppmätt suspenderat material, då dessa parametrar ej analyserades alternativt att rapporteringsgränsen hos laboratoriet var för hög för att kunna påvisa ämnena. Observera att dessa värden är beräknade med utgångspunkt från medelvärden av halterna i de förorenade sedimenten i hela inre hamnbassängen. I tabellen redovisas en uppskattning av halterna av lösta metaller (0,45 µm) eftersom olika typer av effektbaserade riktvärden i regel är baserade på tillgängliga metaller.

Tabell 3. Bakgrundshalter i inre hamnbassängen samt jämförvärden för akuta och kroniska effekter ($\mu\text{g/l}$; suspenderat material i mg/l och turbiditet i FNU)

| Ämne | Bakgrund - årsmedel | Varav löst ^{a)} | Bakgrund - max | Varav löst ^{b)} | Akuta effekter ¹ | Långtidseffekter ² |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Cu | 8 | 1 | 64 | 5 | 13³ | 2,9 |
| Pb | 6 | 0,2 | 67 | 3 | 220 | 8,5 |
| Zn | 20 | 3 | 118 | 14 | 120³ | 86⁸ |
| As | 1 | 0,3 | 13 | 1,5 | 69 | 12,5⁸ |
| Cd | 0,1 | 0,02 | 0,5 | 0,1 | 43 | 0,12 |
| Hg | 0,009 | | 0,1 | 0,002 | 2,1 | 0,025 |
| Fe | 528 | 16 | 3 183 | 310 | 1 300⁴ | 1 000⁹ |
| Ni | 1,5 | 0,6 | 1,8 | 1 | 75 | 8,3 |
| Dioxiner | 0,000005 | | 0,00002 | | 0,1^{4,6} | 0,000012⁶ |
| PCB | 0,0004 | | 0,0025 | | 1,05⁷ | 0,03⁷ |
| TBT^{c)} | 0,0012 | | 0,007 | | 0,46³ | 0,001⁸ |
| Suspenderat material | 7 | | 41 | | | |
| Turbiditet | 3 | | 16 | | | |

¹ EPA R4 Acute Salt Water

² EPA R4 Chronic Salt Water

³ NAWQC Acute Surface Water

⁴ LCV Fish Surface Water

⁵ EPA R4 Acute Surface Water

⁶ Riktvärdet är baserat på TCDD, 2, 3, 7, 8-

⁷ Riktvärdet är baserat på Aroclor 1254

⁸ CCME Chronic Marine Water

⁹ EPA R4 Chronic Surface Water

a) Beräknat utifrån genomsnittliga uppmätta lösta halter 2010.

b) Maximalt uppmätta lösta halter år 2010.

c) Enbart TBT, ca 50 % av de tennorganiska ämnena utgörs av TBT.

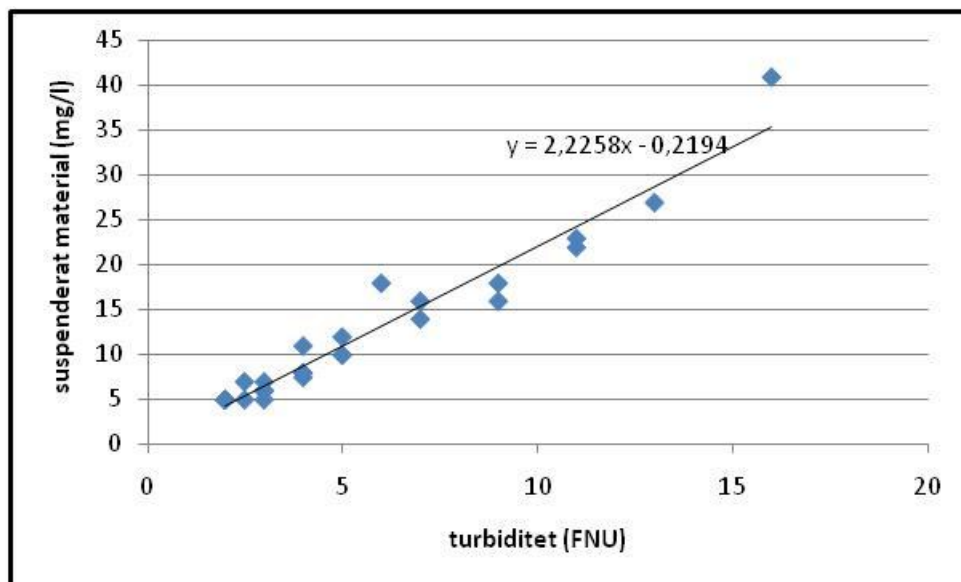
Av tabellen framgår att den beräknade årsmedelhalten av suspenderande ämnen i inre hamnbassängens vatten är 7 mg/l . Vidare framgår att beräknad årsmedelhalt av TBT överskrider de kroniska lågriskvärdena, under förutsättning att TBT är till 100 % tillgängligt för upptag.

Maximalt uppmätt halt av suspenderande ämnen i inre hamnbassängen är 41 mg/l . Denna halt uppmättes när Gotlandsfärjan opererar i hamnbassängen.

Om spridningen av föroreningar från inre hamnbassängen får vara 2,5 ggr större än normalt under muddring kan en genomsnittlig respektive maximal halt av suspenderande ämnen på 20 respektive 100 mg/l i utströmmande vatten tillåtas.

3.3 Korrelation mellan suspenderande ämnen och turbiditet

I *figur 3* visas uppmätta halter av suspenderande ämnen och turbiditet i vattenprover från inre hamnbassängen år 2004. Av figuren framgår att inom de givna intervallen motsvarar 1 FNU ungefär 0,5 mg/l .



Figur 3 Halt suspenderande ämnen som funktion av uppmätt turbiditet.

3.4 Riktvärden från andra projekt

En genomgång av aktuell domar avseende riktvärden vid muddring och utsläpp av rejektvatten från avvattning av muddermassor.

(Trelleborgs hamn AB, Växjö tingsrätt 2010-04-26, M 8667-08) Arbetena skall avbrytas om halten susp översteg 30 mg/l under mer än 6 timmar i sträck i kontrollpunkt utanför hamnen.

(Valdemarsviks kommun, Växjö tingsrätt 2010-02-12, M 154-08) Grumlingsbegränsande åtgärder vidtas så att turbiditeten inte ökar mer än 10 NTU omedelbart utanför avskärmning samt i en punkt 50 m från mudderverket. Om rejektvatten som rullande veckomedelvärde överskrider 35 mg/l ska sökanden inom fem dagar redovisa skyddsåtgärder.

(Timrå kommun, Östersunds tingsrätt 2010-01-13, M 1523-09) Muddringsarbetena inleds när grumlingen innanför skyddsskärmarna understiger 100 FTU (~100 FNU).

(Akzo Nobel, Vänersborgs tingsrätt 2008-12-01, M 1939-07, Svea hovrätt Miljööverdomstolen 2009-10-15, M 9995-08) Grumlingen mäts en gång per dygn på två platser under muddringsarbetenas genomförande.

(Malmö kommun, Växjö tingsrätt 2008-07-10, M 3296-07) Suspenderad halt orsakad av sedimentspill från muddringen får som medelvärde mätt över tid muddring pågår inte överskrida riktvärdet 10 mg/l utanför hamnområdet.

(Stockholms kommun, Stockholms tingsrätt 2006-06-26, M 34162-05) Sedimentens föroreningshalter är relativt höga. Vatten som återleds till recipienten ska återledas till det med dubbla skärmar omgärdade området och behandlas så att halten suspenderat material inte överstiger 50 mg/l.

(Hultsfreds kommun, Växjö tingsrätt 2004-09-27, M 160-03) Turbiditeten i utgående vatten i den muddrade sjöns mynning får inte överstiga 7 NTU som riktvärde och dygnsmedelvärde samt 5 NTU som riktvärde och rullande veckomedelvärde. Halten suspenderat material i den muddrade sjöns utlopp får som riktvärde och rullande veckomedelvärde inte överstiga 10 mg/l. Halten suspenderat material i returvattnet från behandlingsanläggning får inte överstiga 35 mg/l som rullande veckomedelvärde samt 50 mg/l som dygnsmedelvärde.

4 Förslag till riktvärden

Med underlag av resultaten ovan föreslås sammanfattningsvis följande riktvärden vid muddring av Oskarshamns hamnbassäng, se **tabell 4**. Riktvärdena har utgått från **tabell 2** (akuta effekter), avrundats och justerats nedåt med hänsyn till att det finns flera föroreningar i sedimenten (samverkans effekter).

Tabell 4 Förslag till riktvärden vid muddring i Oskarshamns hamnbassäng.

| Muddringsområde | Riktvärde suspenderande ämnen (mg/l) |
|-----------------|--------------------------------------|
| A | 100 |
| B1 | 100 |
| B2 | 50 |
| C | 50 |
| D | 100 |
| E | 50 |
| F | 200 |

Eftersom riktvärdena grundar sig på risken för akuta effekter och dessa är framtagna i tester som pågår 24 – 96 h föreslås att riktvärdena inte bör överskridas under mer 24 h i sträck.

Vid inre hamnens utlopp (se **figur 4**) (eller vid yttre hamnens utlopp vid muddring i yttre hamnen) föreslås halten suspenderande ämnen under åtgärdsfasen som årsmedelvärde inte få överstiga 20 mg/l (ca 2,5 ggr beräknad årsmedelhalt av susp i nuläget). Maximalt får halten suspenderande ämnen inte överstiga 100 mg/l. Med hänsyn till att akuta effekter inte får uppkomma föreslås att det maximala riktvärdet inte får överstigas mer än 24 h i sträck.



Figur 4 Inre och yttre hamnens utlopp.

I **tabell 1** nedan har en sammanställning gjorts över olika jämförvärden för kroniska och akuta effekter från http://rais.ornl.gov/tools/eco_search.php. Lila markering representerar de värden som valts som jämförvärden i projektet. De värden som bedömdes lämpligast att användas var i första hand EPA R4 Acute/Chronic Salt Water. Fördelarna med dessa är att de finns för både kroniska och akuta effekter samt att de är avsedda för saltvatten. Då värden inte fanns för saltvatten användes EPA R4 eller NAWQC avseende ytvatten istället. För As, Cd och TBT byttes de kroniska värden mot CCME:s värden i marint vatten då dessa bedömdes mer relevanta.

Tabell 1. Jämförvärden för akuta och kroniska effekter ($\mu\text{g/l}$). Lila markering avser de jämförvärden som valts för Oskarshamn.

| Jämförvärde | Aroclor 1254 | As | Cd | Cu | Pb | Hg | Ni | TCDD, 2,3,7,8- | TBT | Zn | Fe |
|---------------------------------------|--------------|--------|----|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
| Canadian WQG Surface Water | | 5 | | 2 | 2 | 0,1 | 65 | | 0,008 | 30 | 300 |
| EC20 Daphnids Surface Water | 1,2 | 633 | | 0,205 | | 0,87 | 45 | | | | 16 |
| EC20 Fish Surface Water | 0,52 | 20 130 | | 5 | 22 | 0,87 | 62 | | | 47 | |
| EC20 Sensitive Species Surface Water | | 55 | | 0,26 | 0,35 | 0,18 | 11 | | | 210 | |
| EC25 Bass Population Surface Water | 0,63 | 2 000 | | 8,6 | 71 | 0,32 | 215 | | | 80 | |
| EPA R4 Acute Surface Water | 0,2 | 360 | | 9,22 | 33,78 | 2,4 | 789 | 0,1 | | 65,4 | |
| EPA R4 Chronic Surface Water | 0,014 | 190 | | 6,54 | 1,32 | 0,012 | 87,71 | $1 \cdot 10^{-5}$ | 0,026 | 58,91 | 1 000 |
| LCV Aquatic Plants Surface Water | 0,1 | 20 320 | | 1 | 500 | 5 | 5 | | | 30 | |
| LCV Daphnids Surface Water | 2,9 | 914 | | 0,23 | 12,3 | 0,96 | 5 | | | 467 | 158 |
| LCV Fish Surface Water | | 20 960 | | 3,8 | 18,9 | 0,23 | 35 | | | 36,4 | 1 300 |
| LCV Non-Daphnid Inverts Surface Water | | | | 6,07 | 25,5 | | 128 | | | 5 240 | |
| NAWQC Acute Surface Water | | 340 | | 13 | 65 | 1,4 | 470 | | 0,46 | 120 | |

| Jämförvärde | Aroclor 1254 | As | Cd | Cu | Pb | Hg | Ni | TCDD, 2,3,7,8- | TBT | Zn | Fe |
|---|---------------------|------|------|------|------|--------|------|---------------------|-------|------|-------|
| NAWQC Chronic Surface Water | | 150 | | 9 | 2,5 | 0,77 | 52 | | 0,063 | 120 | 1 000 |
| OSWER Ambient Water Quality Criteria | | 190 | | 11 | 2,5 | 1,3 | 160 | | | 10 | 1 000 |
| SW EPA R5 ESL Surface Water | | 148 | | 1,58 | 1,17 | 0,0013 | 28,9 | $3 \cdot 10^{-9}$ | | 65,7 | |
| SW EPA R6 FW Surface Water | | 190 | | 7 | 1 | 1,3 | 87,4 | | 0,024 | 58,1 | 1 000 |
| SW EPA R6 Mar Surface Water | | 78 | | 3,6 | 5,3 | 1,1 | 13,1 | | 0,043 | 84,2 | |
| Tier II SAV Surface Water | 0,6 | | | | | | | | | | |
| Tier II SCV Surface Water | 0,033 | | | | | 1,3 | | | | | |
| EPA R4 Acute Salt Water | 1,05 | 69 | 43 | 2,9 | 220 | 2,1 | 75 | | | 95 | |
| EPA R4 Chronic Salt Water | 0,03 | 36 | 9,3 | 2,9 | 8,5 | 0,025 | 8,3 | $1,2 \cdot 10^{-5}$ | 0,01 | 86 | |
| EPA R3 BTAG Freshwater | $7,4 \cdot 10^{-5}$ | 5 | 0,25 | 9 | 2,5 | 0,026 | 52 | $3,1 \cdot 10^{-9}$ | | 120 | 300 |
| EPA R3 BTAG Marine | | 12,5 | 0,12 | 3,1 | 8,1 | 0,016 | 8,2 | | | 81 | |
| CCME Chronic Marine | | 12,5 | 0,12 | | | | | | 0,001 | | |