

## RAPPORT

FMV

### Metaller inom försvarssektorn

Uppdragsnummer 1300658000



Jönköping 2011-12-02

#### Sweco Environment AB

Jönköping och Kristianstad Vatten och Miljö

Anna Nettelblatt / Annelie Rossander

|

<b>1</b>	<b>Sammanfattning</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Syfte</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Metodik och Avgränsningar</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Bedömningsgrunder</b>	<b>7</b>
5.1	Naturvårdsverkets generella riktvärden	7
5.2	EU:s Vattendirektiv	8
<b>6</b>	<b>Aktuella rikt-, gräns-, och jämförvärden</b>	<b>9</b>
6.1	Mark	9
6.2	Sediment	10
6.3	Slam	10
6.4	Ytvatten	11
6.5	Grundvatten	13
6.6	Dag-, spill- och avloppsvatten	15
<b>7</b>	<b>Resultat</b>	<b>19</b>
7.1	Mark	20
7.2	Sediment	20
7.3	Slam	20
7.4	Ytvatten	21
7.5	Grundvatten	21
7.6	Dagvatten, avloppsvatten och spillvatten	21
7.7	Sammanställning av kunskapsunderlaget i diagram och figurer	22
<b>8</b>	<b>Rapportmall för miljöutredningar inom försvarssektorn</b>	<b>24</b>
<b>9</b>	<b>Diskussion och slutsatser</b>	<b>24</b>
9.1	Generellt miljötillstånd "metaller inom försvarssektorn"	26
9.2	Behov av kompletteringar/ytterligare utredningar?	26
<b>10</b>	<b>Källförteckning</b>	<b>27</b>
<b>11</b>	<b>Ordlista</b>	<b>28</b>

2 (29)

RAPPORT  
2011-12-02 **Fel! Ingen text med  
angivet format i dokumentet.**  
METALLER INOM FÖRSVARSEKTOREN

Bilaga 1: Sammanställda analysresultat jämförda mot gällande riktvärden

1A Jord

1B Sediment

1C Slam

1D Ytvatten

1E Grundvatten

1F Dagvatten

1G Avloppsvatten

1H Spillvatten

Bilaga 2: Mall rapport inom miljöområdet

Bilaga 3: Dokumentförteckning över ingående underlag i projektet

Bilaga 4: Dokumentförteckning över ursprungligt underlag

## 1 Sammanfattning

Spridning av metaller i naturen kan orsaka både miljöpåverkan och påverkan på människors hälsa. Inom försvarssektorn har flertalet utredningar och analyser genomförts under de senaste decennierna. Underlaget är spritt, omfattande och av varierande kvalitet och det har därför bedömts motiverat att underlaget sammanställs och utvärderas. En projektgrupp inom försvarssektorn startades därför upp under 2010. Sweco handlades upp som konsult att genomföra uppdraget i mars 2011, vilket resulterat i denna rapport inklusive bilagor.

Projektet har omfattat ett 60-tal små och stora utredningar, samt ett 50-tal analysrapporter, varav många innefattade ett flertal analyser. Huvudsyftet med rapporten har varit att belysa förekomst och halter av metaller, främst kadmium, i det ingående underlaget. I projektet har även ingått att ta fram en mall till försvarssektorn för utredningar inom miljöområdet, samt att överföra underlag som endast funnits i pappersformat till digitalt media (PDF - filer). Att bedöma eventuell spridning av metaller till följd av verksamhet inom försvarssektorn har inte varit aktuellt i föreliggande rapport och inte heller varit möjligt på grund av begränsningar i underlaget.

Analysresultaten och de ingående utredningarna har sammanställts i excelbilagor, vilka finns med som bilagor till denna rapport. Resultaten har bedömts mot relevanta rikt- och jämförvärden och delats in i olika verksamhetsområden och olika medium (jord, slam, sediment, grundvatten, dagvatten, ytvatten, spillvatten och avloppsvatten). Då underlaget i flera fall varit bristfälligt, antingen i omfattning och/eller i kvalitet, har det varit svårt att dra generella slutsatser kring miljötillståndet på nationell basis. Däremot konstateras att en påverkan av metaller förekommer inom alla verksamhetsområden och för alla medium, men att problembilden är mest påtaglig för spillvatten, dagvatten och avloppsvatten. Underlaget till rapporten är inte heller komplett så till vida att flera områden inom försvarssektorn där miljöpåverkan från metaller sker helt utelämnats, t.ex. utredningar kring skjutvallar. Detta påverkar bland annat resultaten och bedömningen avseende miljötillståndet i mark. Möjlighet finns att bygga vidare på och komplettera underlaget framgent, vilket rekommenderas.

## 2 Bakgrund

Från 1970-talet och framåt, med tonvikt på det senaste decenniet, har ett antal miljöutredningar/undersökningar med inriktning mot metaller genomförts inom försvarssektorn. Underlaget speglar förekomst och spridning av metaller inom olika verksamheter framförallt inom flygvapnet, men även inom marinen i form av undersökningar av bottensediment i hamnar, samt inom armén där prover tagits vid utbyggnad och drift av tvätt- och spolhallar. Underlaget är omfattande, ej tidigare sammanställt, av varierande kvalitet och med stor bredd både geografiskt och verksamhetsmässigt.

Då spridning av metaller naturen kan orsaka både miljöpåverkan och påverkan på människors hälsa har det bedömts angeläget att ovan nämnda underlag sammanställs och eventuell påverkan på miljötillståndet utvärderas.

Mot bakgrund av detta bildades under 2010 en projektgrupp inom försvarssektorn med uppdrag att identifiera och gå igenom relevanta dokument inom området. Under januari 2011 skickades förfrågningsunderlag och kravspecifikation ut till flera konsultbolag och i februari tecknades avtal med Sweco Environment AB att utföra uppdraget. Projektet påbörjades i samband med ett startmöte på FMV i Stockholm i mars 2011.

## 3 Syfte

Huvudsyftet med utredningen har varit att sammanställa faktaunderlagen i tillhandahållna utredningar och analysrapporter avseende metallförekomst och metallhalter inom försvarssektorn. Inriktningen har i huvudsak varit tungmetaller, med tyngdpunkten lagd på kadmium.

En rapport över arbetet som belyser kunskapsläge och miljötillståndet har utarbetats. Stor tyngd har lagts på sammanställningen av analysresultat från underlaget i excelfiler med jämförelse mot relevanta rikt- och gränsvärden. Dessa redovisas som bilagor till rapporten.

I rapporten ägnas även ett kapitel åt identifiering av framtida behov/problemställningar/områden som kan/bör utredas vidare.

Utöver detta har i uppdraget även ingått att överföra i huvudsak äldre dokument som endast påträffats i pappersform till digital media i form av PDF: filer, samt att ta fram en exempelmall för hur rapporter inom miljöområdet kan utformas anpassat till försvarssektorn.

#### 4 Metodik och Avgränsningar

Utredningen har initierats av en projektgrupp inom försvarssektorn bestående av:

Lena Enberg (projektledare)	FMV
Sture Nordgren	FM
Anna E Eriksson	FM
Lars Moe	FM
Jan-Henrik Eriksson	FM
Emma Van Hal	FM
Per A Nilsson	FM
Jan-Erik Moberg	FORTV
Åsa Persson	FM

Arbetet med sammanställning av underlag och föreliggande rapport har utförts av:

Anna Nettelblatt (uppdragsledare)	SWECO Environment Jönköping
Annelie Rossander	SWECO Environment Kristianstad

Initialt omfattade uppdraget 35 utredningar och 100 analysrapporter. Efter en närmare genomgång ökade underlaget till cirka 120 utredningar och drygt 120 analysrapporter. Allt underlag sammanställdes och bedömdes översiktligt av konsulten avseende innehåll och fakta kopplat till metallområdet. En avgränsning av underlaget visade sig nödvändig för att projektet skulle kunna genomföras. De utredningar som innehöll begränsad information kopplat till metaller, eller av andra skäl bedömdes vara mindre prioriterade, behandlas därför inte i denna utredning. Dessa tas över av försvarssektorns projektgrupp för vidare bearbetning.

Efter ett antal gallringar återstod 57 utredningar och 47 analysrapporter. Dessa ligger till grund för denna rapport och har sammanställts och redovisas i bilaga 3.

Sammanställning över alla de ursprungliga utredningarna/analysrapporterna med kommentarer och argument till varför vissa valts bort redovisas i bilaga 4.

Analysresultaten från de ingående utredningarna och analysrapporterna har sammanställts i excelbilagor uppdelat på olika medier och jämförs mot relevanta rikt- och gränsvärden (se bilagorna 1A-1H). Riktvärden och eller gränsvärden som fastslagits i beslut och/eller tillstånd kopplat till specifika verksamheter har dock inte bedömts. Analysresultaten i underlaget till rapporten kommer uteslutande från prover tagna inom Sveriges gränser.

Sammanställningen och avgränsningen av underlaget samt utarbetandet av rapporten inklusive bilagor har utförts av Anna Nettelblatt, Sweco Environment Jönköping, samt Annelie Rossander Sweco Environment, Kristianstad, i samråd med projektgruppen från försvarssektorn.

## 5 Bedömningsgrunder

Detta kapitel ger en bakgrund till hur rikt-, gräns-, och jämförvärden tagits fram, för vilka områden de gäller, samt vilken instans/myndighet som står bakom dem. I kapitel 6 beskrivs sedan mer i detalj de rikt-, gräns-, och jämförvärden som använts för jämförelse mot analysresultaten i underlaget.

### 5.1 Naturvårdsverkets generella riktvärden

Naturvårdsverkets generella riktvärden är beräknade för vanliga förhållanden vid förorenade områden i Sverige. De anger en nivå som ger skydd mot hälso- och miljöeffekter vid flertalet förorenade områden, dock inte samtliga. Naturvårdsverkets generella riktvärden har tagits fram för två olika typer av markanvändning, känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM).

- Känslig markanvändning, KM, där markkvaliteten inte begränsar val av markanvändning. Alla grupper av människor (barn, vuxna, äldre) kan vistas permanent inom området under en livstid. De flesta markkosystem samt grundvatten och ytvatten skyddas.
- Mindre känslig markanvändning, MKM, där markkvaliteten begränsar val av markanvändning till t.ex. kontor, industrier eller vägar. De exponerade grupperna antas vara personer som vistas i området under sin yrkesverksamma tid samt barn och äldre som vistas i området tillfälligt. Markkvaliteten ger förutsättningar för markfunktioner som är av betydelse vid mindre känslig markanvändning, till exempel kan vegetation etableras och djur tillfälligt vistas i området. Grundvatten på ett avstånd av cirka 200 meter samt ytvatten skyddas.

Även för att bedöma föroreningar i *grundvatten* används riktvärden i första hand. Idag finns svenska förslag på riktvärden för ett antal ämnen vid bensinstationer.<sup>1</sup> För övriga ämnen används svenska gränsvärden för dricksvatten där dessa är hälsomässigt grundade. Även gränsvärden för dricksvatten från andra länder, EU eller WHO kan användas om det inte finns svenska sådana och under förutsättning att de är hälsomässigt grundade.

För förorenade *ytvatten* finns inga riktvärden i Sverige. Här används i stället material framtaget i arbetet med "Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag" framtagna av Naturvårdsverket eller kanadensiska vattenkvalitetskriterier som är utarbetade för att skydda akvatiskt liv.

<sup>1</sup> Spimfab, Svenska Petroleum Institutets miljösaneringsfond AB, har tagit fram riktvärden specifika för efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar (Spimfab, dec 2010.) Riktvärdena från Spimfab är framtagna för mark och grundvatten.

För *sediment* finns inte heller några svenska riktvärden framtagna. I föreliggande rapport används istället indelning i tillstånd och nationella bakgrundshalter som jämförelse (Naturvårdsverkets, 1999b). Det finns även riktvärden för sediment från andra länder som kan vara till hjälp vid t.ex. riskbedömningar. Dessa måste dock användas med stor försiktighet eftersom de inte är anpassade för svenska förhållanden (Naturvårdsverket, 2003). I bilaga 1 redovisas Holländska riktvärden för metaller i sediment, samt det så kallade EQS<sup>2</sup> värdet för kadmium, men de används inte för utvärdering av resultaten avseende underlaget till föreliggande rapport.

I rapporten "Strategi för miljörisikbedömning av förorenade sediment" (Naturvårdsverket, 2008) beskrivs internationella riktvärden för sediment, hur de tagits fram och vilka begränsningar de har. I rapporten framgår bland annat att de svenska bedömningsgrunderna för sediment är baserade på ett tillstånd motsvarande en förmodat opåverkad miljö, medan de flesta internationella riktvärden är relaterade till risk för toxikologiska effekter. Det konstateras även att det råder stora skillnader mellan effektbaserade riktvärden från olika länder eller studier, vilket visar på svårigheten i att bestämma dessa. Rapporten ger även exempel på de europeiska s.k. EQS<sup>1</sup>-värdena som numera gäller som miljökvalitetsnormer även i Sverige. Dessa värden är beräknade med en metodik som närmast motsvarar den så kallade RIVM<sup>3</sup>-metodik. I rapporten görs bedömningen att om man avser använda internationella riktvärden som jämförelse mot svenska halter bör man eftersträva att de i möjligaste mån representerar en miljö som liknar det aktuella området. Eftersom de s.k. EQS<sup>1</sup>-värdena har status som miljökvalitetsnormer rekommenderas att man i första hand använder dessa, eller värden framtagna med motsvarande metodik (RIVM). De Holländska riktvärdena är framtagna genom RIVM-metodik och bör därmed kunna användas i fall då svenska riktvärden saknas (författarnas kommentar).

## 5.2 EU:s Vattendirektiv

Styrande för alla vattenförekomster är EU:s Vattendirektiv (2000/60EG) vilket införlivades i den svenska lagstiftningen 2004 (SFS 2004:660). Enligt direktivet ska miljömål ställas upp för att uppnå en god status för ytvatten och grundvatten, dessutom ska en försämring av statusen förhindras. I Sverige har direktivets miljömål genomförts i lagstiftningen som miljökvalitetsnormer, MKN, vilka utgör kvalitetskrav för yt- och grundvattenförekomster. Samtliga definierade ytvattenförekomster har klassificerats avseende ekologisk och kemisk status. För grundvattenförekomster gäller klassificering avseende kvantitativ och kemisk status. Klassningen av ekologisk status baseras på en rad parametrar, där de biologiska parametrarna (fisk, bottenfauna, kiselalger o.s.v.) är betydande. Men även vattenkemiska och hydromorfologiska faktorer vägs in. I princip innebär direktivet att miljöfarliga verksamheter måste se till så att deras utsläpp av förorenat avlopps-, spill-,

<sup>2</sup> EQS = Environmental Quality Standard, "Miljökvalitetsnormer". Värdena beräknade med EqP-metoden eller från toxtester på sediment (tox).

<sup>3</sup> RIVM 2001, Ecotoxicological Serious Risk Concentrations for soil, sediment and (ground)water: updated proposals for first series of compounds. RIVM rapport 711701020.



dag- och/eller processvatten inte leder till att miljö kvalitetsnormer för miljögifter (prioriterade ämnen, särskilt förorenande ämnen, andra förorenande ämnen och huvudsakligen förorenande ämnen) överskrids i recipienten (exempelvis sjö, hav, dike, å, vattendrag) strax utanför deras utsläppsområde (blandningszonen).

## 6 Aktuella rikt-, gräns-, och jämförvärden

### 6.1 Mark

De generella riktvärdena för förorenad mark har tagits fram av Naturvårdsverket utifrån följande förutsättningar: De baserar sig på den kemiska form i vilken ämnena förekommer i jorden och som förväntas ge de största riskerna. De baserar sig på normaltäta jordarter och är beräknade för förorening som ligger i mark ovanför grundvattenytan. Riktvärdena är rekommendationer och ett av flera verktyg i riskbedömningen av förorenade områden. De är inte juridiskt bindande värden såvida de inte är fastställda i beslut från tillsyns- eller tillståndsmyndighet. Naturvårdsverkets generella riktvärden representerar en föroreningshalt under vilken risken för negativa effekter på människor, miljö eller naturresurser normalt är acceptabel i efterbehandlingssammanhang. De generella riktvärdena är beräknade för att kunna gälla nationellt och för ett stort antal situationer. Naturvårdsverkets generella riktvärden har tagits fram för både enskilda ämnen och ämnesgrupper, exempelvis dioxiner (Naturvårdsverket, 2009).

Tabell 1: Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark (mg/kg TS).  
KM/MKM= känslig/mindre känslig markanvändning, (Naturvårdsverket, 2009)

Ämne	KM	MKM	Kommentar
Antimon	12	30	
Arsenik	10	25	
Barium	200	300	
Bly	50	400	
<b>Kadmium</b>	<b>0,5</b>	<b>15</b>	
Kobolt	15	35	
Koppar	80	200	
Krom totalt	80	150	Om andelen krom (VI) är större än 1 % av den totala kromhalten bör även krom (VI) riskbedömas.
Krom (VI)	2	10	Ämnen som i stor utsträckning kan förekomma i grundvatten. Kompletterande analyser av grundvatten rekommenderas.
Kvicksilver	0,25	2,5	
Molybden	40	100	
Nickel	40	120	
Vanadin	100	200	
Zink	250	500	

## 6.2 Sediment

Vid bedömning av föroreningsnivå i sediment ges avvikelse från jämförvärde större tyngd än riktvärden. För *sediment* i sjöar och vattendrag är nationella jämförvärden framtagna i NV rapport 4913 "Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag". Det finns också jämförvärden för vissa summaparametrar och toxicitetstester baserade på den försöksinventering som gjorts 1994-1995. För *havssediment* är nationella jämförvärden framtagna i NV rapport 4914 "Bedömningsgrunder för kust och hav". Värdena anger de koncentrationer i sediment vid eller över vilka biologiska effekter kan förväntas på känsligaste art (Naturvårdsverket 1999a och 1999b).

Tabell 2: Naturvårdsverkets jämförvärden för sediment (mg/kg TS)  
(Naturvårdsverket, 1999b)

Parametrar	Klass 1 Mycket låg halt	Klass 2 Låg halt	Klass 3 Måttligt hög halt	Klass 4 Hög halt	Klass 5 Mycket hög halt	Bakgrundshalt i södra Sverige
Arsenik	< 5	5–10	10–30	30–150	> 150	10
<b>Kadmium</b>	<b>&lt; 0,8</b>	<b>0,8–2</b>	<b>2–7</b>	<b>7–35</b>	<b>&gt; 35</b>	<b>1,4</b>
Kobolt	-	-	-	-	-	-
Krom	< 10	10–20	20–100	100–500	> 500	15
Koppar	< 15	15–25	25–100	100–500	> 500	20
Nickel	< 5	5–15	15–50	50–250	> 250	10
Bly	< 50	50–150	150–400	400–2000	> 2000	80
Vanadin	-	-	-	-	-	20
Zink	< 150	150–300	300–1000	1000–5000	> 5000	
Kvicksilver	< 0,15	0,15–0,3	0,3–1	1–5	> 5	0,16

## 6.3 Slam

De nuvarande reglerna om avloppsslam bygger på EG-direktiv (86/278/EEG) om skyddet för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket. Direktivet är från 1986. I Sverige har direktivet omsattas i förordning (1998:944) om förbud med mera i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter. I förordningen finns gränsvärden angivna för metaller i avloppsslam med anledning av möjligheten att använda slammet som jordförbättring på åkermark. Ett förslag till ny förordning med uppdaterade begränsningsvärden för kadmium, kvicksilver och silver finns framtaget av

Naturvårdsverket. Det är dock osäkert om och när de nya reglerna kommer att träda i kraft.

Tabell 3. Gränsvärden för halter (mg/kg TS) av tungmetaller i slam avsett att användas i jordbruket enligt SFS 1998:944.

Parameter	Gränsvärde
Bly	100
Koppar	600
Zink	800
<b>Kadmium</b>	<b>2</b>
Krom	100
Nickel	50
Kvicksilver	2,5

#### 6.4 Ytvatten

Inom EU har s.k. "environmental quality standards" (EQS) föreslagits för 33 prioriterade ämnen vilka innebär en betydande risk för vattenmiljön eller via denna kan utgöra en sådan risk. Bland de prioriterade ämnena återfinns 4 metaller inklusive dess föreningar kadmium, kvicksilver, nickel och bly (EC, 2006). Varav de båda förstnämnda kadmium och kvicksilver ingår bland de prioriterat farliga ämnena vilka anges upphöra eller stegvis elimineras. De prioriterade ämnena har implementerats som miljö kvalitetsnormer (MKN) i Sverige.

Den kemiska statusen bedöms utifrån de på EU-nivå fastställda EQS-värdena för de prioriterade ämnena och de s.k. övriga ämnena (Direktiv 2008/105/EG) samt gränsvärden i fisk- och musselvattenförordningen (SFS 2001:554). Gränsvärden finns framtagna för ytvatten, sediment och biota. Sverige har med motsvarande metodik tagit fram värden även för koppar, krom och zink<sup>4</sup>. Eftersom metaller är naturligt förekommande är ekosystem anpassade för viss metallexponering.

Effektbaserade riktvärden för metaller i ytvatten återfinns i CCME (2003a)<sup>5</sup> från Kanada och RIVM (2001)<sup>6</sup> från Nederländerna.

Då metaller förekommer naturligt i miljön bör hänsyn tas till naturliga bakgrundshalter. I Naturvårdsverkets rapport 4913<sup>7</sup> redovisas jämförelserna vilka kan representera ett

<sup>4</sup> Naturvårdsverket, Förslag till gränsvärden för särskilda förorenade ämnen, Rapport 5799, april 2008

<sup>5</sup> The Canadian Council of Ministers of the Environment

<sup>6</sup> The National Institute for Public Health and the Environment

<sup>7</sup> Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, sjöar och vattendrag, 1999

naturligt tillstånd, "utan mänsklig påverkan" i sjöar och vattendrag. I ovan redovisade gränsvärden har hänsyn tagits till dessa naturliga bakgrundshalter av metaller.

Tabell 4. Gränsvärden (AA-EQS) för ytvatten ( $\mu\text{g/l}$ ) av prioriterade metaller och dess föreningar samt för krom, zink och koppar (Naturvårdsverket 5799). Gränsvärdena utgör miljö kvalitetsnorm, MKM.

Parameter	Gränsvärde
Bly	7,2
Nickel	1,7
<b>Kadmium</b>	<b>0,08-0,25 (Inlandsvatten)</b> <b>0,2 (andra ytvatten)</b>
Kvicksilver	0,05
Zink	3* eller 8** (Inlandsvatten) 3 (andra ytvatten)
Krom	3 (Inlandsvatten) 3 (andra ytvatten)
Koppar	4 (Inlandsvatten) - (andra ytvatten)

\* $>24 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$  \*\* $<24 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$

I Naturvårdsverkets rapport 4918 redovisas indelning av tillstånd för förorenat ytvatten, se tabell 5 nedan. Gränsen mellan "mindre allvarligt" och "måttligt allvarligt" utgör en nivå som ger ökade risker för biologiska effekter.

Tabell 5. Indelning av tillstånd i ( $\mu\text{g/l}$ ) för ytvatten enligt Naturvårdsverkets Rapport 4918, Förorenade områden, (Naturvårdsverket 1999a).

Ämne	Mindre allvarligt	Måttligt allvarligt	Allvarligt	Mycket allvarligt
Koppar	<9	9-30	30-90	>90
Zink	<60	60-180	180-600	>600
<b>Kadmium</b>	<b>&lt;0,3</b>	<b>0,3-1</b>	<b>1-3</b>	<b>&gt;3</b>
Bly	<3	3-10	10-30	>30
Krom	<15	15-45	45-150	>150
Nickel	<45	45-140	140-450	>450
Arsenik	<15	15-45	45-150	>150

I naturvårdsverkets rapport 4913 anges bedömning av tillståndet i ytvatten indelat i haltintervall, där klass 1 "mycket låga halter" innebär ett opåverkat tillstånd med inga eller endast mycket små risker för biologiska effekter till klass 5 "mycket höga halter" som

innebär ökande risker för biologiska effekter redan vid kort exponering. Tillståndintervallen redovisas i tabell 6 nedan.

Tabell 6. *Indelning av tillstånd för förorenat ytvatten ( $\mu\text{g/l}$ ) enligt Naturvårdsverkets Rapport 4913,. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, sjöar och vattendrag, (Naturvårdsverket 1999b).*

Parametrar	Mycket låga halter klass 1	Låga halter klass 2	Måttligt höga halter klass 3	Höga halter klass 4	Mycket höga halter klass 5
Arsenik	<0,4	0,4-5	5-15	15-75	>75
<b>Kadmium</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,01-0,1</b>	<b>0,1-0,3</b>	<b>0,3-1,5</b>	<b>&gt;1,5</b>
Krom	<0,3	0,3-5	5-15	15-75	>75
Koppar	<0,5	0,5-3	3-9	9-45	>45
Nickel	<0,7	0,7-15	15-45	45-225	>225
Bly	<0,2	0,2-1	1-3	3-15	>15
Zink	<5	5-20	20-60	60-300	>300

## 6.5 Grundvatten

Sveriges Geologiska Undersökningar har tagit fram riktvärden avseende bl.a. de prioriterade metallerna för grundvatten på nationell nivå och utgångspunkter för att vända trender (SGU-FS 2008:2)<sup>8</sup> i enlighet med Vattendirektivets mål. Riktvärdena avser den koncentration av ett särskilt förorenande ämne eller föroreningsindikator i grundvatten som inte bör överskridas, för att människors hälsa och miljön ska skyddas. Det kan gälla för en grundvattenförekomst eller grupp av grundvattenförekomster, ett vattendistrikt, svensk del av ett internationellt avrinningsdistrikt eller på nationell nivå.

Tabell 7. *Riktvärden för prioriterade metaller enligt SGU-FS 2008:2.*

Parameter	Riktvärde ( $\mu\text{g/l}$ )
Bly	10
<b>Kadmium</b>	<b>5</b>
Kvicksilver	1
Nickel	10

<sup>8</sup> Sveriges Geologiska Undersökningens föreskrifter om statusklassificering och miljö kvalitetsnormer för grundvatten. Besluts datum 21 november 2008.

I Naturvårdsverkets rapport 4915<sup>9</sup> anges avvikelse från jämförvärden i intervall motsvarande, "Ingen eller liten påverkan av punktkälla" till "Mycket stor påverkan av punktkälla". Gränsen mellan "mindre allvarligt" och "måttligt allvarligt" utgör en nivå som ger ökade risker för biologiska effekter. Jämförvärdena redovisas i tabell 8 nedan.

Tabell 8. Jämförvärden för grundvatten enligt Naturvårdsverkets Rapport 4915, Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, grundvatten, (Naturvårdsverket 1999b).

Ämne	Ingen / obetydlig avvikelse	Måttlig avvikelse	Påtaglig avvikelse	Stark avvikelse	Mycket stark avvikelse
Zink (µg/l)	<100	100-200	200-400	400-700	>700
Kadmium (µg/l)	<0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 2	2-5	>5
Bly (µg/l)	<1	1-1,5	1,5 - 2,5	2,5-5	>5
Arsenik (µg/l)	<1	1-2	2-5	5-10	>10

I Naturvårdsverkets rapport 4915<sup>10</sup> anges även bedömning av tillståndet i grundvattnet indelat i haltintervall, där klass 1 "mycket låga halter" innebär ett opåverkat tillstånd med inga eller endast mycket små risker för biologiska effekter till klass 5 "mycket höga halter" som innebär ökande risker för biologiska effekter redan vid kort exponering.

Tillståndsintervallen redovisas i tabell 9 nedan.

Tabell 9. Indelning av tillstånd (µg/l) för grundvatten enligt Naturvårdsverkets Rapport 4915, Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, grundvatten, (Naturvårdsverket 1999).

Parametrar	Mycket låga halter klass 1	Låga halter klass 2	Måttligt höga halter klass 3	Höga halter klass 4	Mycket höga halter klass 5
Arsenik	<1	1-5	5-10	10-50	>50
Kadmium	<0,05	0,05-0,1	0,1-1	1-5	>5
Bly	<0,2	0,2-1	1-3	3-10	>10
Zink	<5	5-20	20-300	300-1000	>1000

<sup>9</sup> Naturvårdsverkets rapport 4915, 1999. "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - Grundvatten". Klassning av avvikelse från jämförvärdet (tabell 15) - Inverkan av punktkälla.

<sup>10</sup> Naturvårdsverkets rapport 4915, 1999. "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - Grundvatten". Effektrelaterade tillståndsklasser (tabell 13) - dricksvattenrelaterat

## 6.6 Dag-, spill- och avloppsvatten

En stor del av laboratorieanalysresultaten för vatten som ingått i underlagsmaterialet har varit analyser av dag-, spill- eller avloppsvatten.

Nationella riktvärden och en nationell metodik för att ta fram plats specifika riktvärden i dagvatten saknas i dagsläget. Riktvärden för dagvatten används i syfte att kunna bedöma reningsbehovet av dagvatten från ett visst område och i kontrollprogram för befintliga reningsanläggningar.

Förslag på riktvärden (årsmedelvärde) för bl.a. metaller är framtagna inom ramen för regionala **dagvattennätverket** i Stockholms län (Riktvärdesgruppen, 2009)<sup>11</sup>. Riktvärdena är ett förslag och det är upp till varje myndighet att besluta om och hur de ska användas. Riktvärdena har därför inte använts för utvärdering av analysresultaten i föreliggande rapport. Olika riktvärden har tagits fram utifrån utsläppspunkt. Nivå 1 avser direktutsläpp i recipient och nivå 2 avser ett delområde som inte har direktutsläpp i recipient medan nivå 3 används för specifik verksamhetsutövare utan direktutsläpp i recipient. Därutöver skiljer riktvärdena för utsläpp i mindre (M) respektive större (S) recipient. Riktvärdena redovisas i tabell 10 nedan.

Tabell 10. Riktvärdesgruppens föreslagna riktvärden ( $\mu\text{g/l}$ ) för dagvattenutsläpp. Riktvärden avser årsmedelhalter och totalhalt.

Utsläppspunkt / recipient	1 M	2 M	1 S	2 S	3 VU
Bly	8	10	10	15	15
Koppar	18	30	30	40	40
Zink	75	90	90	125	150
<b>Kadmium</b>	<b>0,40</b>	<b>0,50</b>	<b>0,45</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>
Krom	10	15	15	25	25
Nickel	15	30	20	30	30

Med **spillvatten** menas förorenat vatten från hushåll, industrier eller andra verksamheter. Spill- och avloppsvatten leds via avloppsreningsverk innan utsläpp i recipient. Krav finns att inkommande vatten till avloppsreningsverk i form av spill- och avloppsvatten samt i vissa fall dagvatten skall vara behandlingsbart i avloppsreningsverket och inte riskera att medföra störningar i reningsprocessen. Den kommunala VA-enheten i respektive kommun meddelar allmänna bestämmelser, ABVA (Allmänna bestämmelser för brukande av den allmänna vatten – och avloppsanläggningen), om avledning och vad som får tillföras avloppsvattnet, med stöd av vattentjänstlagen (SFS 2006:412). För merparten av VA-enheterna har riktlinjer för utsläpp av **avloppsvatten** från industrier och andra verksamheter tagits fram som ett förtydligande av ABVA.

<sup>11</sup> Svenskt Vatten Utveckling, Rapport Nr 2010-06, Förekomst och rening av prioriterade ämnen, metaller samt vissa övriga ämnen i dagvatten.

Varje kommun har därmed riktlinjer för utsläpp av avloppsvatten från industrier och andra verksamheter, vilka innehåller riktvärden för högsta tillåtna halter av vissa ämnen. För utgående vatten vilket inte är behandlingsbart i gemensamma avloppsreningsverk ställs krav på rening vid lokalt reningsverk innan avledning till avloppsreningsverk alternativt utsläpp till recipient. För tillståndspliktiga eller anmälningspliktiga verksamheter finns oftast specifikt satta rikt- eller gränsvärden för utgående halter av för verksamheten relevanta ämnen i spill- och avloppsvatten. Utgående halter skall säkerställas genom provtagning och analys samt journalföring i enlighet med egenkontrollprogram. Även för ej tillståndspliktig eller anmälningspliktig miljöfarlig verksamhet där spillvatten planeras att avledas till kommunalt avloppsreningsverk behöver verksamhetsutövaren informera den kommunala VA-enheten om sin verksamhet i syftet att bedöma om utsläppen är acceptabla för ledningsnätet och avloppsreningsverket.

Riktlinjerna innehåller riktvärden för högsta tillåtna halter av vissa ämnen vid utsläpp till det allmänna VA-ledningsnätet. Riktlinjerna måste uppfyllas för att ledningsnätet och reningsprocessen inte ska påverkas samt för att slutprodukterna, slam och renat vatten, ska ha hög kvalitet.

Riktvärden finns dels för ledningspåverkande parametrar såsom pH, temperatur och klorid. Dessutom finns riktvärden för ämnen som kan påverka reningsprocessen eller slammet vilket gäller för vissa metaller och petroleumprodukter.

Riktvärdena varierar något för de olika VA-enheterna främst beroende av olika förutsättningar vid de olika avloppsreningsverken och ledningsnäten. Generellt ligger riktvärdena för utsläpp till ledningsnätet för rening vid avloppsreningsverk i nedan intervall vad gäller metaller. Betydande avvikelser kan dock förekomma inom vissa kommuner. Svenskt vatten har därför tagit fram generella värden härför<sup>12</sup>, vilka redovisas i tabell 11 nedan.

Tabell 11. Svenskt vattens riktvärden för spill- och avloppsvatten som når avloppsreningsverk. Riktvärden avser årsmedelhalter och totalhalt.

Metaller	Riktvärdes intervall	P 95 Svenskt Vatten 2009
Bly	30 – 50 µg/l	50 µg/l
Kadmium	Får ej förekomma – 0,5 µg/l	Bör ej förekomma
Koppar	200 – 500 µg/l	200 µg/l
Krom- tot.	15 - 50 µg/l	50 µg/l
Kvikksilver	Får ej förekomma – 0,5 µg/l	Bör ej förekomma
Nickel	45 - 50 µg/l	50 µg/l
Zink	200 – 500 µg/l	200 µg/l
Silver	10 - 50 µg/l	50 µg/l

<sup>12</sup> Svenskt vatten, Publikation P95, Råd vid mottagande av avloppsvatten från industri och annan verksamhet.



Ett flertal utav de i uppdragsunderlaget ingående analysrapporterna avser **tvättvatten**. Vid tvättanläggningarna finns oftast lokala reningsanläggningar för rening av uppkommet tvättvatten innan vattnet släpps till spillvattenledning för anslutning till slutligt avloppsreningsverk alternativt för utsläpp till recipient. Ingående tvättvatten har sitt ursprung i tvätthallar där tvättning av fordon tillhörande Försvarets verksamhet, främst flygplan och helikoptrar men även terrängfordon, bedrivs.

Försvarssektorn och fortifikationsverket har tagit fram gemensamma riktvärden för utsläpp från tvätthallar, varav de riktvärden som avser metaller redovisas i tabell 12 nedan.

Tabell 12. Försvarssektorns och fortifikationsverkets gemensamma riktvärden för utsläpp från tvätthallar.

Förorening <sup>13</sup>	Σ bly, krom & nickel		Kadmium		Zink		Olja (Oljeindex)	
	Max halt mg/l	Total mängd mg/fordon	Max halt mg/l	Total mängd mg/fordon	Max halt mg/l	Total mängd mg/fordon	Max halt <sup>14</sup> mg/l	Total mängd <sup>15</sup> g/fordon
Tvättvatten	0,15	-	0,005	-	1	-	50	-
Personbil	0,15	5 <sup>16</sup>	0,005	0,10 <sup>17</sup>	1	50	50	3
Lastbil/Terrängbil/ Bandvagn/Räddningsfordon	0,15	30	0,005	0,75	1	150	50	8
Fälthållningsfordon	0,15	50	0,005	2,00	1	200	50	10
Fältarbetsmaskiner	0,15	60	0,005	1,50	1	500	50	25
Stridsfordon	0,15	90	0,005	1,50	1	600	50	30
Stridsflygplan	0,15	120	0,005	3,00	1	600	50	30
Trp/specialflygplan	0,15	300	0,005	9,00	1	2 000	50	100
Helikopter	0,15	120	0,005	3,00	1	600	50	30

Riktvärdena är framtagna för en fast tvättanläggning som efter rening leder ut sitt **spillvatten** direkt i spillvattennätet. Om avspolning av fordon sker på annan plats än vid en fast tvättanläggning, t.ex. på en spolplatta utomhus med otillräcklig reningsanläggning, något som enbart får ske när tvätt i tvätthall inte är möjlig, finns risk att vattnet avleds till

<sup>13</sup> Maximal mängd förorening från tvättanläggningen bör per fordon och räknat som ett genomsnitt under en månad inte överstiga i tabellen angivna värden. Värdena ska innehållas senast ett år efter att anläggningen tagits i drift.

<sup>14</sup> Värdet avser ny- eller ombyggnad. För befintlig anl. är kravet 100 mg

<sup>15</sup> Värdet avser ny- eller ombyggnad. För befintlig anl. tillåts dubbla mängden.

<sup>16</sup> Värdet avser ny- eller ombyggnad. För befintlig anl. är kravet 10 mg

<sup>17</sup> Värdet avser ny- eller ombyggnad. För befintlig anl. är kravet 0,25 mg

och infiltrerar i omgivande mark. Metallerna fastläggs då till viss del i jorden, men kan också sprida sig vidare ned till grundvattnet.

I ett allmänt perspektiv kan detta vatten jämföras med tvättvatten från biltvättсанläggningar eller anläggningar där tågfordon tvättas. Naturvårdsverket har tagit fram en publikation avseende fordonstvättar, Branschfakta, utgåva 1, maj 2005. För att minska utsläppen av olja och metaller och annan miljöpåverkan från fordonstvättar ställs krav på att spillvattnet behandlas (renas) på lämpligt sätt före utsläpp till avloppsnät eller recipienten. Riktvärdena som redovisas i tabell 11 nedan har ofta använts som krav i förelägganden oavsett vilken utsläpps- eller anslutningspunkt som varit aktuell för det utgående vattnet från fordonstvättar.

Tabell 13. Naturvårdsverkets riktvärden avseende fordonstvättar. <sup>1</sup> Detta utgår från ett 12 m långt fordon, vilket innebär att en omräkning måste göras med hänsyn till fordonstyp.

Parameter	Halt	Mängd / lastbil, buss eller annat fordon <sup>1</sup> .
Σ bly, krom, nickel		30 mg
Kadmium	5 (µg/l)	0,75 mg
Zink	1000 (µg/l)	150 mg

Angivna generella riktvärden är som regel angivna som månadsmedelvärden i för respektive verksamhet angivet föreläggande.

Vid flertalet garnisoner finns för verksamheten gemensamma enskilda reningsverk för **avloppsvatten**. Till dessa avloppsreningsverk leds hushållspillvatten från förläggningar med tillhörande administrationsbyggnader samt från, verkstäder, garage, tvätthallar och andra anläggningar tillhörande verksamheten. Avloppsreningsverken tjänar i första hand till en närsaltsreduktion av det ingående vattnet innan vattnet släpps till recipienten. Även för metaller sker en kraftig reducering främst genom att metallerna avsätts i slamfraktionen genom sedimentering.

Riktvärden och/eller gränsvärden för utsläpp av renat avloppsvatten finns i respektive miljötillstånd. Utsläppsnivåerna följs upp genom provtagning och laboratorieanalyser i enlighet med egenkontrollprogram för verksamheten.

För utsläpp från avloppsreningsverk är förhållandena i den aktuella recipienten för utsläppet styrande för respektive riktvärde. Riktvärdena är satta utifrån recipientens känslighet. Generellt är inte metallerna ett problem i utgående vatten från avloppsreningsverk eftersom metaller företrädesvis är partikelbundna och ansamlas i slamfraktionen vid reningsprocessen.

## 7 Resultat

Totalt uppgår antalet sammanställda analyser till 329 stycken fördelat enligt nedan.

Undersökt medium	Antal sammanställda analyser
Jord	109
Slam	40
Sediment	33
Ytvatten	27
Grundvatten	14
Dagvatten	18
Avloppsvatten	33
Spillvatten	55

Majoriteten, cirka 90 %, av analyserna i det ingående underlaget till rapporten är utförda på 2000-talet. Övervägande delen, cirka 60 %, är utförda inom verksamheter kopplat till flygvapnet, 14 % hör till marin verksamhet och en fjärdedel har inte gått att härleda avseende vilken verksamhet de tillhör. Ur geografisk synvinkel kommer den största andelen av resultaten från södra Sverige, cirka 80 %, medan mellersta och norra Sverige står för cirka 10 % vardera.

För ytvatten, dagvatten, slam och avloppsvatten härrör flertalet analyser från några få platser/utredningar. För spillvatten, jord, grundvatten och i viss mån sediment härrör dock analysresultaten från många små utredningar och fler undersökta platser, även om det för jord också förekommer stora utredningar med många utförda analyser inom ett geografiskt begränsat område.

Generellt gäller för ingående analyser att fler metaller undersökts för jord-, sediment-, slam-, ytvatten- och grundvattenprover, medan färre metaller analyseras för dag-, spill-, och avloppsvatten.

Endast i ett fåtal utredningar har spridning till olika medier såsom mark, sediment, grund- och ytvatten undersökts och i dessa fall i ringa omfattning vad gäller metall förekomster. För kablar i mark har nationella utredningar genomförts vad gäller lakning av metaller och risker förknippade härmed.

Ett gediget underlagsmaterial finns för diverse objekt som avvecklats. Utredningarna som förelegat avvecklingsarbetet har i huvudsak inriktats på materialförekomst och innehåll av miljöstörande ämnen däri i syftet att säkerställa ett miljöriktigt omhändertagande av materialet i samband med rivningsåtgärder. Metaller förekommer främst i kablar och metallkonstruktioner men även vissa plastkomponenter och färger kan innehålla metaller.

De sammanställda analysresultaten redovisas i bilaga 1 där de även jämförs mot gällande riktvärden/ gränsvärden. I första hand har analysresultaten från det underlag som bestod av separata analysrapporter, samt analysbilagor till ingående utredningar sammanställts, men även de analysresultat som påträffats i löpande text i ingående utredningar har tagits med i möjligaste mån.

## 7.1 Mark

Av de 109 utförda jordanalyserna är det 14 stycken som uppvisar överskridanden av gällande riktvärden för kadmium. Alla överskridanden ligger mellan det lägre riktvärdet för KM och det högre riktvärdet för MKM.

För övriga metaller noterades överskridanden för koppar (7 st), krom (13 st) och zink (11 st). Beträffande koppar och zink överskrids även det högre riktvärdet för MKM i drygt 2/3 av fallen. Som högst har halter av koppar uppmätts till 12 200 mg/kg TS på Muskö i samband med undersökningar vid en brandövningsplats, det högre riktvärdet är satt till 200 mg/kg TS.

För zink har halter uppemot 4500 mg/kg TS uppmätts i en utredning avseende kablar i mark vid Åmsele flygplats och vid Rotens kustartilleribas. Flertalet (76 stycken) av analyserna för jord härrör från denna utredning. Ur rapportens ingående analysprotokoll har dock inte gått att utläsa från vilken av platserna de olika proverna är tagna. Motsvarande riktvärde är i detta fall 500 mg/kg TS.

Övriga analyser härrör i huvudsak från undersökningar vid brandövningsplatsen på Musköbasen, från en cisternanläggning vid en tidigare marinbas i Järnavik (Ronneby), samt från Örlogshamnen i Karlskrona.

## 7.2 Sediment

För sediment har 31 analysresultat sammanställts. Av dessa är det 4 som uppvisar påverkan från kadmium, jämfört med nationella bakgrundsvärden och Naturvårdsverkets indelning i tillståndsklasser. I alla fallen hamnar halterna inom den mellersta påverkansklassen motsvarande "måttligt hög halt".

För koppar, bly, zink och kvicksilver är dock bilden en annan. Här förekommer fler påverkade prover i högre tillståndsklass motsvarande "hög halt" och för koppar och kvicksilver även halter motsvarande den högsta tillståndsklassen "mycket hög halt". Framst har dessa halter uppmätts i sediment vid örlogsbasen i Karlskrona.

Sediment är det medium som uppvisar påverkan från flest antal metaller. Underlaget är dock begränsat både avseende antal analyser och geografiskt spridning, då analysresultaten till stor del härrör från endast två platser, Berga och Karlskrona.

## 7.3 Slam

Av 35 utförda slamanalyser är det 18 som uppvisar överskridande av det riktvärde för kadmium som finns framtaget för återföring av slam till jordbruket. Riktvärdet är satt till 2 mg/kg TS och de flesta överskridanden ligger i intervallet 2-5 mg/kg TS, men halter uppemot 120 mg/kg TS har uppmätts. För övriga metaller förekommer knappast några överskridanden, förutom för koppar i ett fåtal analyser.

I stort alla analysresultaten härrör från slamprover från Såtenäs avloppsreningsverk.

#### 7.4 Ytvatten

I materialet som legat till grund för denna rapport har det endast funnits enstaka laboratorieanalysprotokoll för ytvattenprov. I ett antal rapporter finns dock resultattabeller redovisade för ytvattenanalyser med avseende på metaller. Dessa analyser avser i flera fall provtagning i infiltrationsdike och utlopp från oljefällor men även från naturliga recipienter där utlopp från militära anläggningar sker. För flertalet (20 av 27) utav de analyserade ytvattenproven påvisades zinkhalter överstigande framtagna gränsvärden. Även förhöjda halter (över gränsvärdet) av främst koppar men även kadmium påvisades i de redovisade ytvattenproven. Majoriteten av analysresultaten kommer från undersökningar vid Lullkroksviken, resterande del från en FOI rapport avseende kablar i mark (Åmsele flygplats). Underlaget är allt för begränsat för att göra några säkerställda ställningstaganden.

#### 7.5 Grundvatten

I materialet som legat till grund för denna rapport har det endast funnits ett mindre antal, totalt 13 laboratorieanalyser, avseende prov på grundvatten. För de analyserade parametrarna visade inget prov på halter över av SGU framtagna riktvärden.

Underlaget är allt för ringa för att göra några säkerställda ställningstaganden.

#### 7.6 Dagvatten, avloppsvatten och spillvatten

Merparten av de ingående analysresultaten för vatten klassat som spillvatten är från anläggningar för tvätt av militära fordon såsom flygplan, helikoptrar och olika typer av fältfordon. Resultaten avser tvättanläggningar försedda med separata reningsverk för rening av tvättvattnet. Analysresultat finns både på inkommande och utgående vatten från reningsverken. För det orenade tvättvattnet är främst kadmiumhalterna mycket höga, maximalt 7 900 µg/l. Även för övriga analyserade metaller, bly, zink, arsenik och silver påvisas förhöjda halter. Endast i ett fåtal prov har dock arsenik och silver analyserats medan övriga förhöjda parametrar har analyserats i samtliga prov. Vid jämförelse med nationellt generella gränsvärden enligt P95 Svenskt Vatten visas att utgående vatten efter rening i flertalet fall innehåller metallhalter som överstiger dessa främst för kadmium. Utgående kadmiumhalter efter rening visar i flera fall på halter över de gemensamt framtagna riktvärdena för försvarssektorns tvättanläggningar och betydligt över ABVA.

I underlagsmaterialet har även ingått tre analyser avseende utgående spillvatten efter oljeavskiljare. För samtliga prov påvisades förhöjda kadmiumhalter i spannet 1,4 – 100 µg/l. För två utav proven låg uppmätta halter av metallerna krom, koppar, nickel, bly och zink mycket högt, betydligt över jämförande värden. Dock är det inte känt vart det utgående vattnet avleds vilket gör att risker förknippade med vattnet inte kan avgöras. Ur det fåtalet analyser som finns redovisade är det svårt att dra några slutsatser.

I underlaget ingick ett antal (18 st.) analyser på dagvatten varav merparten från Malmen. Något förhöjda halter av kadmium och zink har påvisats i ett fåtal prov. Generellt bör inte

kadmium förekomma i ett dagvattensammanhang vilket tyder på en oönskad spridning av metaller, främst kadmium, från den militära verksamheten. Utifrån de halter som uppmätts i tvättvatten från andra flygflottiljer kan ett samband sannolikt spåras till den pågående flygverksamheten.

I undersökningen har ingått ett antal analysrapporter avseende ingående respektive utgående renat avloppsvatten vid avloppsreningsverket tillhörande F7, Sätenäs. Samtliga analyser avseende inkommande vatten till avloppsreningsverket visar på kadmiumpåverkan. Generellt anges gränsvärdena (ABVA) för kadmium ligga i intervallet får ej förekomma – 0,5 µg/l. Halterna i det utgående renade avloppsvattnet visar på tillfredställande rening. Endast 2 av totalt 16 prov på utgående vatten visar på en halt överstigande laboratoriets detektionsgräns.

Metaller ansamlas i stor utsträckning i slammet vid avloppsreningsverken efter som de har en kemisk förmåga att binda starkt till partiklar. Förhöjda metallhalter i inkommande vatten kan resultera i höga halter i slammet och att man därmed inte kan finna någon avsättning för detta. Ansamling av metaller i slamfraktionerna kan medföra ett föreskrivet omhändertagande som farligt avfall.

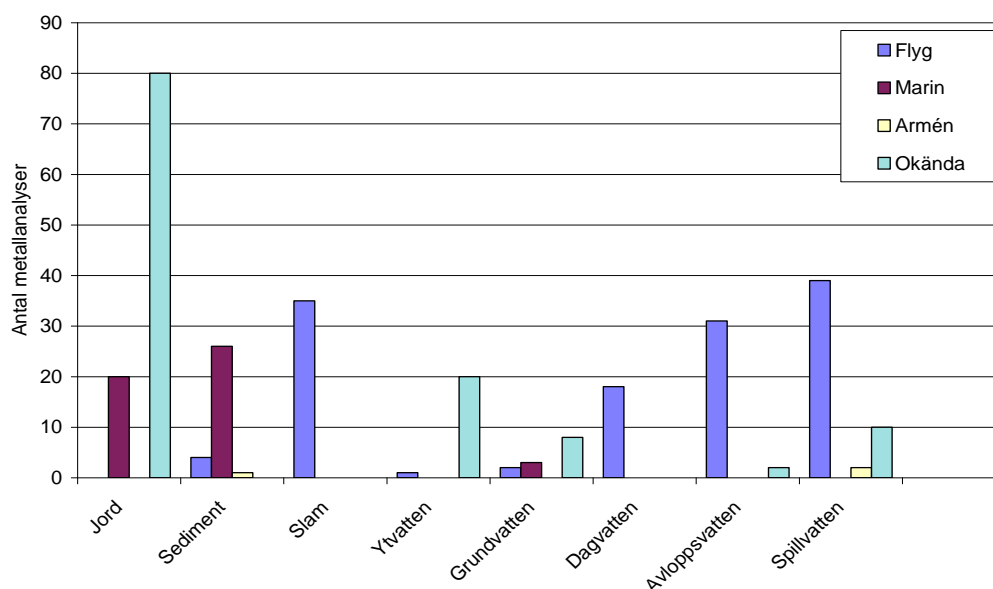
Befintligt material visar på ett förekommande problem samt förslag på hur man skall kunna finna tekniska och mer kostnadseffektiva lösningar för rening av uppkommet tvättvatten. Övergripande utredningar saknas dock avseende vilka risker som finns med det utgående vattnet, vilket fortfarande till stora delar innehåller metallhalter (kadmium i huvudsak) överstigande nivåer vilka anses godtagbara för spillvattenutsläpp enligt ABVA (P 95 Svenskt Vatten). Befintligt underlag visar att det kan ske utsläpp av metallhaltigt vatten från andra delar av verksamheten än enbart där tvättning av militära fordon bedrivs. Analysrapporter avseende utgående vatten från oljeavskiljare visar på höga metallförekomster. Det befintliga underlaget är dock ringa varför inga tydliga slutsatser kan dras härav.

Vad gäller underlaget för provtagningar och analyser av yt- och grundvatten är även detta allt för ringa för att några tydliga trender skall kunna härledas ur detta. I underlagsmaterialet ges inga svar på om de metaller vilka lakas ur från de militära fordonen utgör en risk och/ eller tidigare verksamhet/er har medfört föroreningar i främst mark och sediment, vilket i sin tur kan medföra en risk för urlakning och spridning med risk för påverkan på människors hälsa och miljön. Metaller är beständiga i kretsloppet vilket gör att risken för ökade koncentrationer i ett medium utgör ett riskscenario.

## 7.7 Sammanställning av kunskapsunderlaget i diagram och figurer

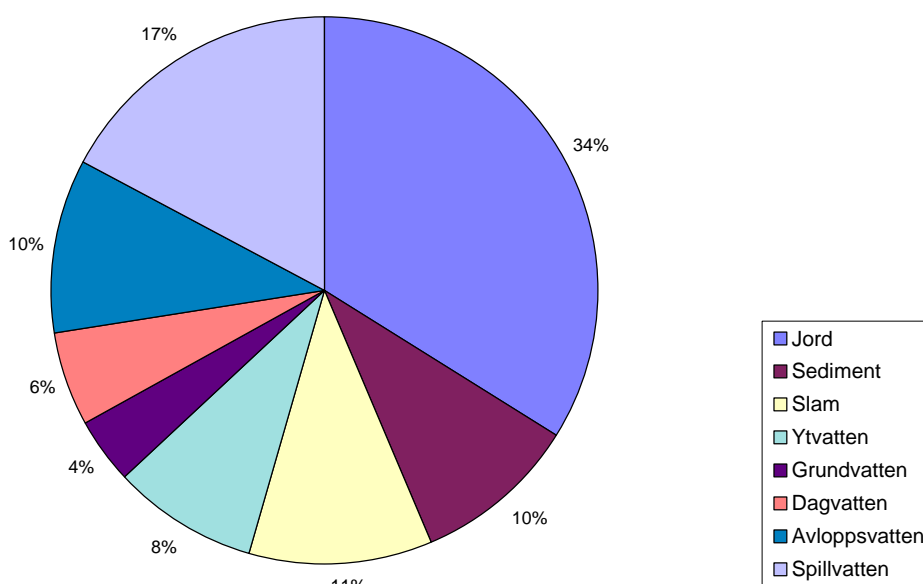
Figur 1 nedan visar att analyser inom flygvapnets verksamhet dominerar för alla medier utom för jord och sediment, där fler analyser utförts inom marin verksamhet. Diagrammet ger även viss vägledning över fördelningen av antalet analyser per medium. För jord dominerar stapeln med okända analyser. Detta är något missvisande då stor andel av dessa analyser härrör från en utredning gällande "kablur i mark" och prov tagna dels vid flygfältet i Åmsele och dels vid en kustartilleribas vid Roten strax norr om Grisslehamn.

Från analysprotokollen och utredningen har det dock inte gått att säkert härleda vilka analyser som hör till vilken verksamhet och därav har de placerats i kategorin "okända".



Figur 1: Analyser per verksamhetsområde och medium.

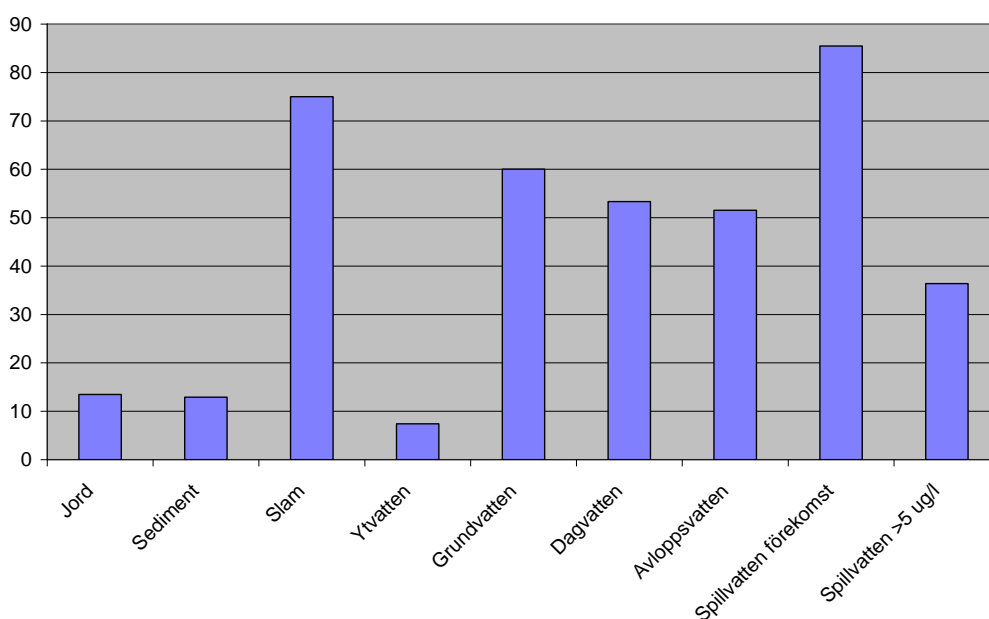
I figur 2 visas fördelningen av antal analyser i % för respektive medium. Figuren visar att antalet jordanalyser dominerar, efterföljt av spillvatten. Minst antal analyser har utförts för grundvatten och dagvatten. I övrigt är fördelningen rätt jämn mellan sediment, slam, ytvatten och avloppsvatten.



Figur 2: Antal analyser per medium

I figur 3 redovisas den procentuella andelen kadmiumanalyser som överskrider aktuella riktvärden alternativt jämförvärden/bakgrundsvärden i de fall riktvärden saknas. Staplarna visar att överskridanden främst påvisas för slam och spillvatten. Även för grundvatten, avloppsvatten och dagvatten är andelen överskridanden stort. Dock ska man ha i åtanke att omfattningen på analysunderlaget är bristfälligt för både dagvatten och grundvatten.

Beträffande spillvatten har jämförelse skett dels mot Svenskt Vattens rekommendation att kadmium inte bör förekomma alls och dels mot Naturvårdsverkets gränsvärde för utsläpp från biltvättar vilket sammanfaller med försvarssektorns riktvärde för utsläpp från tvätthallar, 5 ug/l.



Figur 3: Kadmium: andel överskridanden av riktvärde/jämförvärde i % av totalt antal analyser fördelat per medium.

## 8 Rapportmall för miljöutredningar inom försvarssektorn

Ett förslag till rapportmall för hur rapporter inom miljöområdet kan utformas bifogas i bilaga 2. Mallen är främst tänkt som ett stöd- och arbetsmaterial, där utövaren själv kan anpassa innehållet, detta mot bakgrund av att det varit svårt att utforma en mall som täcker in alla tänkbara miljöutredningar.

## 9 Diskussion och slutsatser

Generellt kan sägas att analysresultaten speglar en relativt god bild av källor till och halter av metaller inom de verksamheter som ingått i underlaget. Däremot är underlaget begränsat vad gäller vidare undersökningar och riskbedömningar avseende spridningen av metaller.



Underlaget till rapporten är inte heller komplett så till vida att flera områden inom försvarssektorn där miljöpåverkan från metaller sker helt utelämnats, t.ex. utredningar kring skjutvallar. Detta påverkar bland annat resultaten och bedömningen avseende miljötillståndet i mark. Författarna till denna rapport vill med detta påvisa att de slutsatser som dras för olika medier i denna rapport enbart grundar sig på det underlag som ingått i utredningen och inte generellt gäller för hela försvarssektorn. Möjlighet finns dock att framöver bygga vidare på den sammanställning av analysresultat som bifogats rapporten och successivt korrigera bedömningarna och slutsatserna därefter.

För jord är förvisso antalet ingående analyser i underlaget stort, men en stor andel av dem hänförs till en enda utredning, vilket medför att slutsatserna kring det generella miljötillståndet i mark blir osäkra. Motsvarande resonemang gäller även för slam. För dagvatten och grundvatten är slutsatserna också osäkra men i dessa fall till största del beroende på att antalet ingående analyser är så få. För grundvattens del kan underlaget dock vara missvisande då flertalet grundvattenanalyser regelbundet utförs i anknytning till de militära flygplatserna (ref: Per Nilsson, projektgruppen). Detta underlag har dock inte ingått i föreliggande rapport.

En stor del av underlaget behandlar tvättanläggningar för militära fordon och flygplan och visar på att kadmium förekommer både i orenat och renat spillvatten. Ett par utredningar behandlar även förslag till åtgärder och reningstekniker för att komma till bukt med problemet. Det har inte varit möjligt i föreliggande utredning att gå in djupare på hur och om dessa åtgärder genomförts, eller om resultaten av dem är tillräckliga. Syftet med rapporten har varit att peka på förekomst och halter av metaller oavsett var i verksamheterna de förekommer.

För både spillvatten, dagvatten och avloppsvatten är det svårt att göra egentliga bedömningar mot generella riktvärden då utsläppshalterna oftast regleras via befintliga tillstånd för den aktuella anläggningen. Resultaten visar dock att problem finns med höga halter i verksamheterna men spridningsrisken begränsas genom reningsåtgärder. Frågan blir hur det sett ut tidigare, eller på platser där tvättning eventuellt genomförs utan efterföljande rening. Finns det där risk för att dessa föroreningar spridits ut i miljön?

I samband med utarbetandet av denna rapport har även konstaterats kvalitetsbrister i flera analysrapporter/utredningar. Vanligast förekommande är brister i spårbarheten för analysresultat, då man bland annat inte tänkt på hur prover märks upp. Detta gör det svårt att från analysprotokollen läsa sig till var proverna kommer ifrån. Det förekommer även i utredningar/ rapporter att kartor och/ eller ritningsunderlag, samt övrig information om var inom ett område prover tagits, saknas. Detta har stor betydelse i de fall uppföljningar behöver utföras, nya prover behöver tas, samt om kompletterande undersökningar/riskbedömningar behöver utföras. I många fall avseende vattenanalyser saknas även information kring huruvida analys skett på ett filtererat vattenprov eller ej. Detta har stor betydelse då metaller ofta binds till partiklar i vattnet. Om dessa filterats bort före analys påverkas resultaten och bedömningen av dem. För de analyser som skett på spill-, dag- och avloppsvatten har man även valt att enbart analysera ett fåtal

metallparametrar. Detta innebär en risk att eventuella metallföroreningar förbises, oftast saknas en bedömning eller ett resonemang kring detta.

## 9.1 Generellt miljötillstånd "metaller inom försvarssektorn"

Utifrån det underlag som ingått till föreliggande rapport kan konstateras att:

- Överskridandet av kadmium i jord är måttligt. För zink och koppar förekommer dock höga halter, men i begränsad omfattning.
- För slam, ytvatten, grundvatten och dagvatten är överskridandet också måttligt, även om höga halter emellanåt förekommer även här.
- För spillvatten och avloppsvatten förekommer höga till mycket höga halter av både kadmium, men även av arsenik, bly, koppar, krom och zink, både över tiden och oavsett var i landet proverna är tagna.
- Sediment är det medium som uppvisar påverkan från flest antal metaller, nästan alla analyserade parametrar berörs. I de flesta fall utom för koppar och kvicksilver är dock påverkan måttlig.
- Begränsningen i underlaget gör det svårt att dra några generella slutsatser på nationell basis.

## 9.2 Behov av kompletteringar/ytterligare utredningar?

Begränsningen av underlaget gör det intressant att fortsätta arbetet med att sammanställa ytterligare analyser och utredningar inom metallområdet. Detta för att få både underlaget och slutsatserna så kompletta och korrekta som möjligt, men även för att kunna göra dem sökbara och användbara för hela försvarssektorn. Detta möjliggör en ökad kunskapsbas, en effektivare planering av framtida åtgärder och projekt, samt bättre användning av datat i framtiden. För att åstadkomma detta skulle någon form av bibliotek/katalogsystem i form av en databas behöva tas fram. Önskvärt vore att skapa en geografisk spårbarhet för främst analysresultat i denna databas, där även framtida analysresultat kan infogas i systemet.

I ett sådant system skulle även rutiner för provtagning och provhantering göras tillgängliga, exempelvis avseende:

- Spårbarhet för analyser: hur prov benämns och projekt betecknas på följesedlar till laboratoriet, så att tillräcklig information medföljer på analysrapporten.
- Hur provplatser om möjligt bör mätas in och markeras ut på ritning/karta, och bifogas som bilaga till tillhörande utredning/rapport.
- Rutiner för vilka analysparametrar som bör ingå för olika provtagna medier, samt hur och när exempelvis så kallade screeninganalyser kan vara motiverade.

Utifrån resultaten i underlaget till föreliggande rapport kan även konstateras att problem avseende främst kadmium, men även andra metaller fortfarande förekommer för

dagvatten, avloppsvatten och spillvatten. En djupare sammanställning och bedömning av underlaget kopplat till detta område bör kanske därför prioriteras, samt om möjligt kompletteras med en riskutredning avseende spridning och påverkan från dessa verksamheter. Frågeställningar att belysa ytterligare kan t.ex. vara: Finns tvättanläggningar utan tillräckligt reningssteg innan vattnet släpps ut till recipient? Går allt tvättvatten/spillvatten/dagvatten/avlopp direkt till kommunalt eller militärt reningsverk (hur är i så fall skicket på ledningsnätet, förekommer risk för sprickor och läckor)? Förekommer tvätt utanför tvättanläggningar med avledande av tvättvatten/spillvatten/dagvatten/avlopp direkt/indirekt ut till omgivande mark/ recipient?

## 10 Källförteckning

Naturvårdsverket 2009, *Riktvärden för förorenad mark- modellbeskrivning och vägledning. Rapport 5976.*

Naturvårdsverket 2008, *Strategi för miljöriskbedömning av förorenade sediment. Rapport 5886.*

Naturvårdsverket 2003, *Efterbehandling av förorenade sediment – en vägledning. Rapport 5254*

Naturvårdsverket 1999a, *Metodik för inventering av förorenade områden- bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Rapport 4918.*

Naturvårdsverket 1999b, *Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Rapport 4913*

Bilaga 3 till denna rapport. Dokumentförteckning över ingående underlag i projektet.

Sveriges Geologiska Undersöknings föreskrifter om statusklassificering och miljö kvalitetsnormer för grundvatten. Beslutsdatum 21 November 2008.

The Canadian Council of Ministers of the Environment

The National Institute for Public Health and the Environment

Naturvårdsverket, Förslag till gränsvärden för särskilda förorenade ämnen, Rapport 5799, april 2008

Naturvårdsverkets rapport 4915, 1999. "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - Grundvatten".

Svenskt vatten, Publikation P95, Råd vid mottagande av avloppsvatten från industri och annan verksamhet.

Naturvårdsverket, Fordonstvättar, Branschfakta, utgåva 1, maj 2005.

Svenskt Vatten Utveckling, Rapport Nr 2010-06, Förekomst och rening av prioriterade ämnen, metaller samt vissa övriga ämnen i dagvatten.

IVL, Rapport B1891, Bedömning av miljögiftspåverkan i vattenmiljö, Samordnad metodutveckling

## 11 Ordlista

**Avloppsvatten:** I rapporten avses vätskeformigt avfall som samlas upp från hushåll, industrier och annan mänsklig verksamhet

**ARV:** Förkortning för avloppsreningsverk

**Bakgrundsvärde:** Värdet på till exempel halten av en förorening i ett medie (exempelvis luft, vatten, jord) utanför det område man studerar

**Begränsningsvärde:** Samlingsbegrepp för gränsvärden och riktvärden. Reglerar vilka åtgärder som ska sättas in och när de ska utföras i händelse av att ett överskridande av begränsningsvärdet sker.

**Dagvatten:** I rapporten avses tillfälligt förekommande, avrinnande vatten på markytan eller på en konstruktion

**Egenkontroll:** Enligt miljölagstiftningen ska verksamhetsutövare regelbundet kontrollera verksamheten och dess påverkan på miljön, vilket görs via ett egenkontrollprogram

**Försvarssektorn:** FM, FMV, FHS, FRA, FOI, FORTV

**Grundvatten:** Markvatten som helt fyller marklagrens porer samt berggrundens sprickor och håligheter.

**Gränsvärde:** Ett värde som aldrig får överskridas

**Halt:** Avses i rapporten ett ämnes koncentration i något angivet medium

**Jämförvärde:** Avses i rapporten värde för tillstånd som representerar naturliga förhållanden utan mänsklig påverkan

**KM:** Känslig markanvändning. Markkvaliteten begränsar inte val av markanvändning. Alla grupper av människor (barn, vuxna, äldre) kan vistas permanent inom området under en livstid

**Markanvändning:** Det ändamål för vilket ett mark- eller vattenområde utnyttjas eller kommer att utnyttjas

**Medium:** Avses i rapporten jord, grundvatten, sediment, slam, dagvatten, avloppsvatten, spillvatten och ytvatten

**MKM:** Mindre känslig markanvändning. Markkvaliteten begränsar val av markanvändning till t.ex. kontor, industrier, eller vägar. Exponerade grupper antas vara personer som vistas i området under sin yrkesverksamma tid samt barn och äldre som vistas inom området tillfälligt

**Mängd:** Avses i rapporten vikt i kg, mg eller  $\mu\text{g}$  av något ämne i ett angivet medium. För jord anges mängd ofta i mg eller  $\mu\text{g}$  per kg TS

**Närsalter:** Avses mineralämnen som utgör näring till levande varelser

**Recipient:** I rapporten avses vattenmiljöer som tar emot t.ex. föroreningar.

**Riktvärde:** Ett värde som, om det överskrids, ska leda till åtgärder för förhindrande av upprepning

**Riskbedömning** De risker som ett förorenat område kan ge upphov till identifieras och kvantifieras

**Slam:** Ett avfall från t.ex. reningsverk

**Sediment:** De avlagringar som bildas när fasta partiklar sjunker ner genom stillastående vätskor

**Sedimentering:**

1: material som sjunker ner genom vattnet och samlas på havs- och sjöbottnar

2: en metod att rena avloppsvatten där man låter vattnet passera en bassäng, när strömmen blir obefintlig sjunker medföljande partiklar ner på botten där det kan samlas upp

**Spillvatten:** I rapporten avses förorenat vatten från hushåll, industrier eller andra verksamheter

**Toxicitet:** Giftighetsgrad.

**TS:** Torrsubstans.

**Tungmetaller:** I rapporten avses tunga (densitet högre än  $5 \text{ g/cm}^3$ ) och särskilt miljöfarliga metaller. De mest omtalade är i detta sammanhang bly, kvicksilver och kadmium

**VA:** Förkortning för vatten och avlopp

**Ytvatten:** Det vatten som finns på Jordens yta i sjöar, vattendrag, hav och våtmarker