

## Kadmium till Ryaverket



Foto: Fredrik Davidsson

## Gryaab rapport 2013:5

Fredrik Davidsson 2013-05-15

**Gryaab AB medverkar till en hållbar samhällsutveckling genom att införa och driva system som kostnadseffektivt samlar in och behandlar avloppsvatten från ägarkommunerna. Bolaget ägs av Ale, Göteborg, Härryda, Kungälv, Lerum, Mölndal och Partille kommuner. Bolaget ska begränsa föroreningarna från avloppsvatten till recipient, samt i möjligaste mån även tillvarata avloppsvattnets innehåll. Sedan Gryaab:s tillkomst 1970, har miljövårdssatsningar på över 2 miljarder kronor gjorts i tunnlar och reningsverk. Detta har resulterat i att regionens vattendrag har befriats från utsläpp och att vattenmiljön i skärgården har förbättrats.**

2009:1	Miljörapport enligt Miljöbalken 2008, Ryaverket
2009:2	Miljörapport enligt Miljöbalken 2008, Syrhåla
2009:3	Slamhydrolys på Ryaverket – fullskaleförsök 2005-2006 och slutrapport
2009:4	Energivärde, svavel- och kloridinhåll i Ryaverkets slam
2009:5	Separerade slamuttag från eftersedimenteringsbassänger - pilotförsök
2009:6	Skolinformation 2009 <i>"Jag tycker att det är bra att klasser får besöka Gryaab för då tänker man till när man är vuxen!"</i>
2010:1	Prioriterade spårämnen Kategori 2, Gryaab REVAQ
2010:2	Miljörapport enligt miljöbalken 2009, Ryaverket
2010:3	Miljörapport enligt miljöbalken 2009, Syrhåla
2010:4	Kartläggning av oönskade ämnen REVAQ 2009/210
2010:5	Vattenverksslammets bidrag till föroreningshalterna i Ryaverkets slam
2010:6	Omrörarhastighet på ED
2010:7	Tillskottsvatten påverkar Ryaverket – höga flöden och föroreningar
2010:8	Provtagning mottagning organiskt material, Ryaverket 2010
2010:9	PRIO-ämnen i övriga verksamheter, 2010
2011:1	Miljörapport enligt miljöbalken 2010, Ryaverket
2011:2	Miljörapport enligt miljöbalken 2010, Syrhåla
2011:3	Testlass av matavfallsslurry till Gryaab – innehåll och hanterbarhet
2011:4	Morya 2010 - a modeling project
2011:5	Hushållspillvatten, tillförsel av läkemedelsrester
2011:6	Avgasning av aktivt slam
2011:7	Skolinformation 2011 <i>"Ni hjälper naturen och kämpar för ett renare hav"</i>
2011:8	Nitratbelastningens påverkan på denitrifikationskapaciteten
2011:9	Carbon Footprint för Ryaverket 2010
2011:10	Silveravgång vid rengöring och kemisk polering av silvergods
2012:1	Belastning historiskt på Ryaverket och prognos för framtiden
2012:2	Tillförsel av läkemedelsrester från sjukhus
2012:3	Miljörapport Ryaverket 2011
2012:4	Miljörapport Syrhåla 2011
2012:5	Kvicksilver till Ryaverket
2012:6	Driftkostnader slamhantering
2012:7	Driftkapacitet slamhantering
2012:8	Viskositetsanalys och karaktärisering av slam
2012:9	Reningskapacitet på Gryaab 2011
2012:10	Provtagning av vatten ur kabelbrunn för teleutrustning
2012:11	Avgiftsfördelning mellan ägarkommuner och Gryaab AB
2012:12	Provtagning med passiva provtagare vid konstnärlig verksamhet
2012:13	Fullskaletest av maximal denitrifikationskapacitet i Efterdenitrifikationen
2012:14	Karaktärisering av inkommande vatten
2012:15	Metaller i fällningskemikalien järnsulfat
2012:16	Anläggningsdata 2012
2012:17	Omvärldsbevakning – om fosfor, avloppsslam till jordbruk och REVAQ
2012:18	Tillrinningen till Ryaverket - Hur blir det 2030?
2013:1	Vad är reningskapaciteten på Ryaverket- och hur kan den öka?
2013:2	Zink till Ryaverket
2013:3	Miljörapport Ryaverket 2012
2013:4	Miljörapport Syrhåla 2012

# Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	2
Syfte .....	2
Bakgrund .....	2
Lagstiftning och regelverk.....	4
Historisk användning.....	4
Begränsningsvärden i slam.....	4
REVAQ .....	5
Slamkvalitetsmål och metaltrender .....	5
Kadmiumbalans över Ryaverket .....	7
Källor till kadmium i avloppsvattnet.....	8
Allmänt.....	8
Punktkällor .....	9
Hushållsspillvatten och spillvatten från hushållsliknande verksamheter .....	10
Tillskottsvatten .....	10
Andra kända källor .....	11
Åtgärder.....	12
Slutsatser .....	14
Referenser.....	15

## Sammanfattning

Kadmium är en giftig tungmetall där användningen i Sverige i stort sett är förbjuden med några undantag sedan 30 år tillbaka. Halter och mängder i såväl slam som inkommande vatten har minskat avsevärt sedan 70-talet. För att nå de långsiktiga målen för slamkvalitet måste årsmängderna kadmium till Ryaverket minska från 2012 års nivå på 15 kg till 7 kg till och med år 2025. Gryaabs prognoser baserade på historik och förväntade minskningar ger vid handen att det är möjligt att nå målet. Det finns dock inte några marginaler. Hela den nödvändiga minskningen kan inte tillgodoräknas specifika åtgärder. Ytterligare sänkningar behöver ske, liksom hittills, av det atmosfäriska nedfallet och förekomsten av kadmium i samhället för att målet enligt REVAQ ska uppnås till år 2025. En förutsättning för att nå de långsiktiga målen är ett fortsatt progressivt arbete för att sänka kadmiumhalterna i slammet. Stora förbättringar kommer att behöva göras framförallt på den diffusa tillförseln där potentialen är störst.

## Syfte

Det övergripande syftet med denna rapport är att beskriva Gryaabs arbete med det prioriterade spårelementet kadmium. På en mer detaljerad nivå är syftena att beskriva de regler Gryaab har att förhålla sig till med avseende på kadmium, beskriva källor till kadmium i avloppsvattnet, redogöra för trender på kadmium i slammet samt beskriva relevanta åtgärder för att minska kadmiummängden i Ryaverkets slam.

## Bakgrund

Kadmium är en tungmetall som är relativt ovanlig i jordskorpan där den främst förekommer tillsammans med zink. Kadmium finns dock naturligt i alla jordar och halten avgörs av vilken geologisk bakgrund marken har.

Kadmium är en av de giftigaste tungmetaller vi använder. Växter tar lätt upp kadmium genom sitt rotsystem. Därför får vi i oss ämnet bland annat via spannmålsprodukter, rotfrukter, grönsaker och tobak. Kadmium lagras i kroppen och effekterna märks först senare i livet eftersom halterna byggs upp efter hand. Ämnet kan kopplas till olika slags hälsoproblem som njurbesvär och benskörhet.

Kadmium är ett problem på reningsverken eftersom merparten hamnar i slammet som man vill kunna använda som gödsel på åkermark och resten går ut i recipienten med det renade vattnet. Om halterna av kadmium är för höga kan avloppsslam inte spridas på åkermark. Halterna av kadmium i såväl slam som handelsgödsel har minskat kraftigt under de senaste decennierna. I början av 1970-talet tillfördes över tre gram kadmium/hektar (ha) och år med handelsgödsel. I dag är, enligt Kemikalieinspektionens rapport Nr 1/11, ”Kadmiumhalten måste minska – för folkhälsans skull” tillförseln nere på cirka 0,05 - 0,15 g/ha och år. Våtdepositionen av kadmium var som högst i Sverige under slutet av 1980-talet i Skåne. Depositionen av kadmium var då 1,7 g/ha och har successivt minskat till strax över 0,2 g/ha (Kemikalieinspektionen, 2011). I denna skrift finns ingen information om huruvida fortsatt minskning av depositionen kan förväntas. En sådan minskning skulle kunna vara relaterad till minskad användning av fossila bränslen, bättre rökgasrening och allmänt minskad kadmiummängd i teknosfären.

Avloppsslam står idag för en betydligt mindre andel av tillförseln av kadmium till åkermarken än i början av 1980-talet (Ericsson, 2009). Det beror dels på att mindre volymer slam sprids, och dels på att halterna av kadmium i slammet sjunkit med 70-80 procent sedan början av 1980-talet. Tillförseln av

kadmium från slam till ett hektar åkermark är i dag i samma storleksordning som tillförsel via andra organiska gödselmedel såsom matavfall och nötgödsel. Den ackumulering som redan skett i jordbruksmarken framförallt på grund av atmosfäriskt nedfall och tillförsel med handelsgödsel gör att man idag måste vara väldigt försiktig med ytterligare tillförsel via gödningsmedel.

Kadmium är en mycket lättörlig metall, särskilt i försurade miljöer. När halter av kadmium i svenska vatten jämförs med kritiska nivåer i EU:s vattendirektiv, visar det sig att nivåerna överskrider för kustvatten i sju procent av fallen (Kemikalieinspektionen, 2011). Det innebär att risken för att effekter av kadmium ska återfinnas i dessa vatten är så stor att risk-reducerande åtgärder är motiverade.

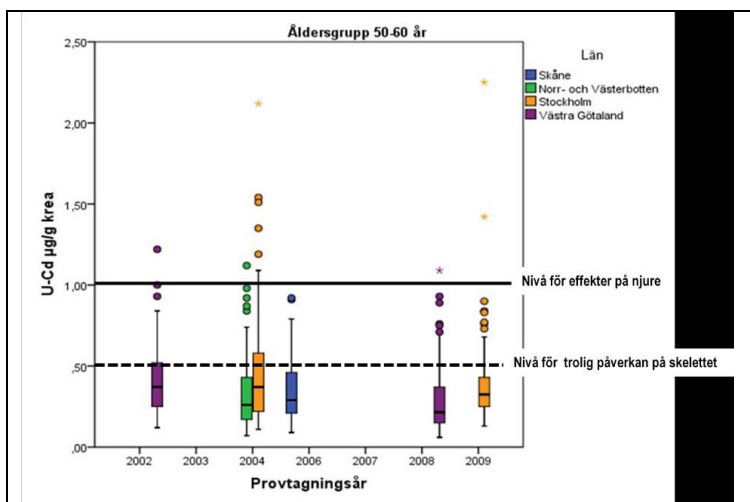
I sedimentinventeringar i vattenområden överskrider de kritiska nivåerna för sedimentlevande sötvattensorganismer i cirka 20 procent av referenssjöarna i Stockholmsområdet, samt i cirka 30 procent av de marina stationerna (Kemikalieinspektionens rapport Nr 1/11). Förhöjda halter av kadmium i vattendrag, sediment, jord eller i växter på land innebär också ett hot mot många andra högre organismer då kadmiumhalten ökar uppåt i näringskedjan.

Vi människor får främst i oss kadmium via maten. Rökare får i sig mycket kadmium via tobak eftersom lungorna har en stor förmåga att absorbera kadmium. Koncentrationen av kadmium i blodet hos en rökare är 4-5 gånger högre än hos icke-rökare och dubbelt så hög i njurarna. Faktorer som påverkar hur mycket kadmium vi får i oss är framförallt:

- Kaloriintag – mer mat ger högre kadmiumintag
- Matvanor – mer skaldjur, lever, njure och vissa svampar ger mer kadmium
- Odlingsplats – grödor odlade i jordar som innehåller mycket kadmium ger högre upptag
- Järnförråd – låga järnvärden i kroppen ger högre kadmiumupptag
- Rökning – rökare får i sig mycket mer kadmium än icke-rökare

Det är således på goda grunder som kadmium har haft och fortfarande har en särställning i REVAQ-reglerna och i det uppströmsarbete som utförs.

En möjlig positiv tendens är att jämförelserna över tiden i Kemikalieinspektionens rapport inte visar på en ökning av kadmiumhalterna för den mest utsatta befolkningsgruppen, kvinnor 50-60 år, för de grupper där mer än en studie genomförts under de senaste decennierna (Figur 1)



**Figur 1** Kadmiumhalter i urin ( $\mu\text{g/g}$  kretatinin) kvinnor 50-60 år från Västra Götaland, Norr- och Västerbotten, Stockholm och Skåne (Kemikalieinspektionen, 2011)

## Lagstiftning och regelverk

### Historisk användning

Kadmiumförbud gäller i Sverige sedan 1982. Kemikalieinspektionen har medgett en del undantag som gäller bland annat konstnärsfärger, viss användning inom flygsektorn, krigsmaterial och vissa elektriska apparater och maskiner. Innan kadmiumförbudet användes kadmium, främst i pigment, stabilisatorer, ytbehandling, batterier och som legeringsmetall. Den mängd kadmium som kommer till reningsverken har på grund av reglering minskat drastiskt de senaste 25 åren. Under senare hälften av 70-talet tog Ryaverket emot cirka 300 kilo kadmium per år med inkommande avloppsvatten. Idag kommer cirka 15 kilo till Ryaverket.

Mineralgödsel har under många år varit den största externa källan till kadmium på åkermark. (Kemikalieinspektionen, 2011) Under de senaste 20-30 åren har kadmiumhalterna i mineralgödsel blivit lägre. En bidragande orsak till detta har varit den miljöavgift på mineralgödsel som infördes 1988 och gjordes om till en skatt på kadmiuminnehållet med halter över 5 mg Cd/kg P 1995. Från och med den 1 januari 2010 togs skatten på kadmium i mineralgödsel bort, vilket många befarar kommer att leda till att användningen av mineralgödsel med högre kadmiumhalter kommer att öka på svensk åkermark.

### Begränsningsvärden i slam

I förordning (1998:944) om förbud m.m. i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter § 20 regleras att avloppsslam inte får saluhållas eller överlåtas om kadmiumhalten överstiger 2 mg/kg TS. I naturvårdsverkets förslag till skärpning från 2009 sänktes detta begränsningsvärdet till 1,3 mg/kg TS. I naturvårdsverkets kungörelse SNFS 1994:2 § 9 samt bilaga C regleras att från och med år 2000 får inte tillförd mängd kadmium som tillförs åkermark med avloppsslam vara större än 0,75 g/ha och år räknat som genomsnitt i en sjuårsperiod. I naturvårdsverkets förslag till skärpning från 2009 sänktes motsvarande värde till 0,55 g/ha år i

genomsnitt räknat för en femårsperiod. Vidare finns i förslaget en stegvis sänkning av tillförselbegränsningsvärdet, 0,45 g/ha och år (2020) samt 0,35 g/ha och år (2025).

## REVAQ

I REVAQs regelverk för 2013 gäller följande begränsningar för kadmium.

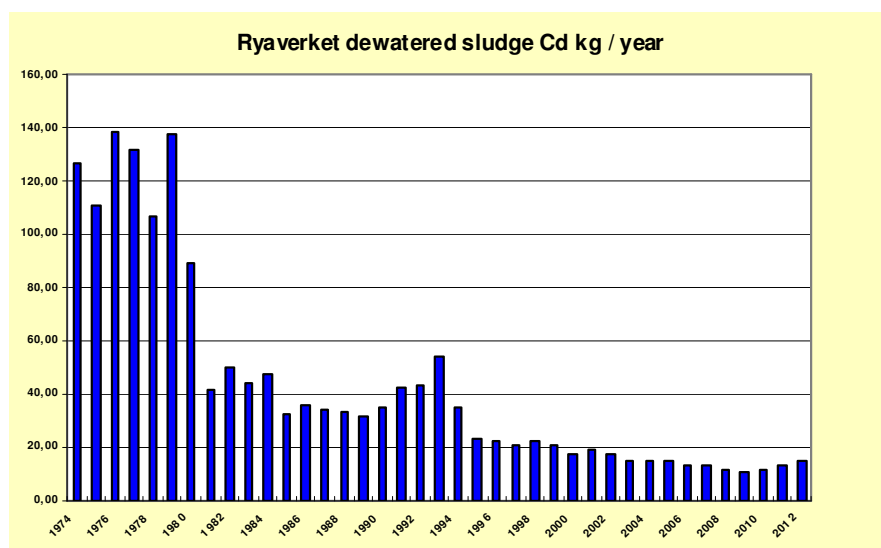
- Från den 1 januari får slamproducent som vill certifiera sig inte ha en högre kadmiumfosforkvot i sitt avloppsslam än 32 mg Cd/kg P, beräknat från respektive årsmedelvärde.
- Från och med 1 januari 2025 får kadmiumfosforkvoten vara högst 17 mg Cd/kg P.
- Från och med 2025 får max tillförsel av kadmium beräknat som gram per hektar och år vara högst 0,37. (Bilaga 11)

För 2012 år ligger Ryaverkets slam på 31 mg Cd/kg P.

## Slamkvalitetsmål och metaltrender

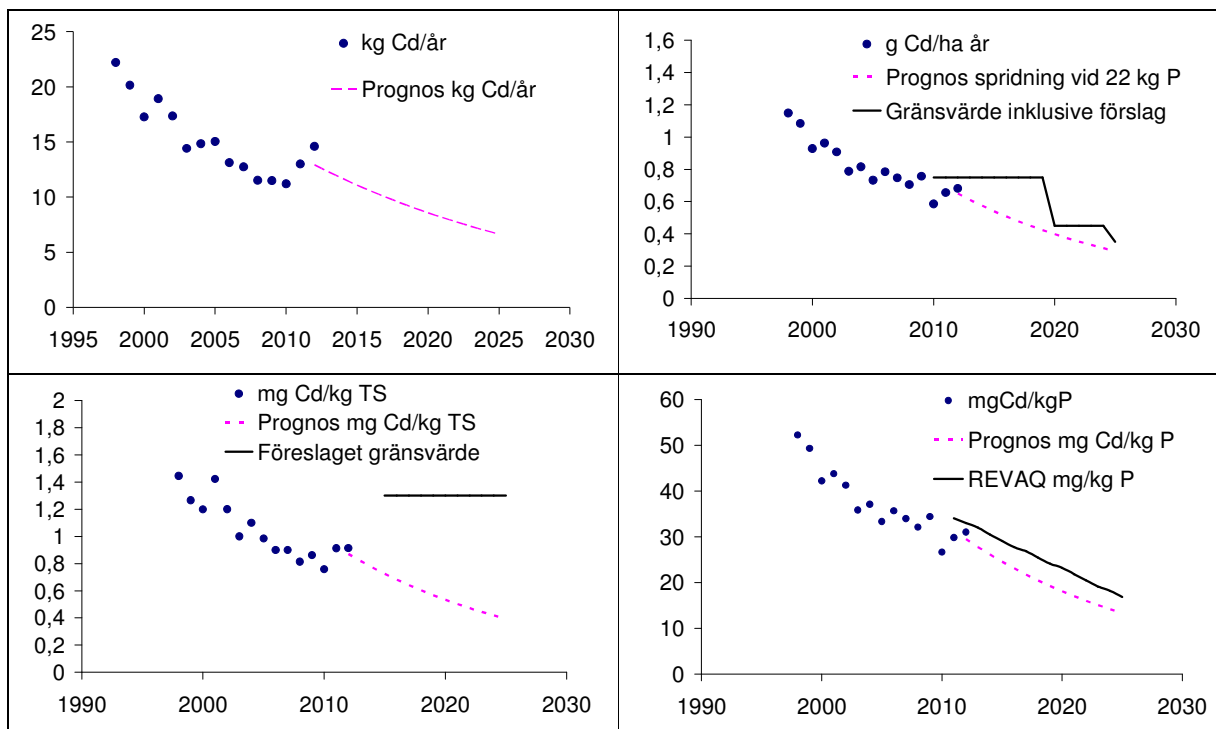
Som ovan nämnts är det långsiktiga målet i REVAQ-reglerna att kadmiumfosforkvoten 1 januari 2025 högst får vara 17 mg Cd/kg P. Med en sådan kvot anses det föreligga balans mellan tillförsel och bortförsel. Dock visar de långa försök med slam användning i Skåne (Per-Göran Andersson 2009) ingen ökning av kadmiumhalten i jorden även vid kvoter högre än 17 mg Cd/kg P. Vid kvalitén 17 mg Cd/kg P kan därför antas att bortförseln totalt sett är större än tillförseln vilket långsiktigt bör leda till en sänkning av kadmiumhalten i åkermarken.

Kadmiumfosforkvoter kan räknas om för att motsvara kadmiummängd i slam vid full fosforgiva 22 kg/ha och år. Kvoten 17 mg Cd/kg P motsvarar 0,37 Cd/ha och år. Max tillförsel till jordbruksmark av prioriterade spårelement i gram per hektar och år regleras i bilaga 11.



Figur 2 Utvecklingen av kadmiumtillförseln till Ryaverket under 40 år.

Den långa trenden på kadmiumtillförsel till Ryaverket och i slammet är utan tvekan positiv, det vill säga med minskande tillförsel. I Figur 2 visas avskiljd mängd kadmium i Ryaverkets slam årligen mellan åren 1974-2012. I diagrammet kan det tydligt utläsas hur kadmiumförbudet slog igenom i början på 1980-talet. På något eller några år sjönk innehållet av kadmium i slammet från en nivå på ca 130 kg per år till en nivå på ca 40 kg per år. Från den nivån har sedan kadmiuminnehållet fortsatt att sjunka och ligger idag på ca 15 kg årligen. Topparna under mitten av 90-talet beror på ett otillåtet utsläpp.



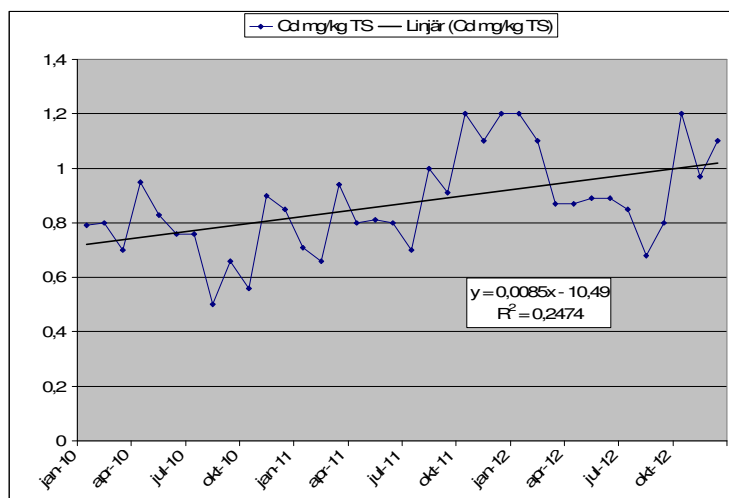
**Figur 3 Historisk utveckling och prognos för kadmiumtillförseln till Ryaverket.**

I REVAQ-arbetet gör Gryaab årligen en prognostisering av den framtida utvecklingen av alla prioriterade spårelement. Prognostiseringen görs baserat på historik och bedömd potential. Utfallet av beräkningarna jämförs med kända mål såsom REVAQ-reglernas bilaga 11, Naturvårdsverkets föreslagna haltgränsvärden och maxgivor samt metall och fosforkvoter. Vid prognostiseringen 2013 baserat på historiska värden fram till och med 2012 bedömdes att en 5 % årlig minskning fram till och med 2025 är rimlig (Figur 3). Känslighetsanalysen visar att 5 % också är den minsta procentuella årliga minskningen som krävs för att alla kända mål ska uppfyllas 2025. Vid en mindre procentuell årlig minskning nås varken målet i bilaga 11 eller Naturvårdsverkets förslag till tillförselbegränsningsvärde för 2025. Uttryckt i mängd får den årliga mängden kadmium år 2025 inte vara högre än 7 kg vilket innebär att kadmiummängden i Ryaverkets slam i stort sett måste halveras fram till år 2025.

Under de senaste två åren, från 2010, har såväl halter som mängder kadmium ökat något i slammet. I Figur 4 visas månadsvisa halter under perioden 2010-2012. Det finns i huvudsak två orsaker till att det ser ut på det sättet. Under mitten av 2010 gjordes ett byte av laboratorium. För flera parametrar ändrades nivåerna på halterna systematiskt. För de flesta parametrar analyserades det fram högre halter



men för någon parameter systematiskt lägre halter. För kadmium blev nivån något högre. Ett viktigare skäl till att kadmiumhalterna var högre 2011 och 2012 än 2010 är att det inkommande flödet var högt under 2011 och 2012 under perioden. En undersökning av sambandet mellan flöde och inkommande kadmiummängder visar att det finns en bra korrelation och att skillnaden i flödet i stort sett förklarar skillnaden i kadmiumflöde mellan åren. Kadmiummängden är proportionell mot flödet vilket indikerar att de ökade metallmängderna beror på bidrag från dagvatten vid höga flöden samt ursköljning av material från lednings- och tunnelsystem.



Figur 4 Regressionsanalys för kadmium i enlighet med REVAQs regler.

## Kadmiumbalans över Ryaverket

Kadmiumbalansen över Ryaverket för 2012 går i princip ihop (Tabell 1). Differensen är 4 % vilket får anses som god överrensstämmelse för en massbalans baserad på så många analyser och mätningar. Med hänsyn tagen till osäkerheterna i data kan man konstatera att 90-95 % av kadmiumflödet lämnar reningsverket med slammet. Minskad tillförsel ger alltså direkt effekt på mängderna i slammet.

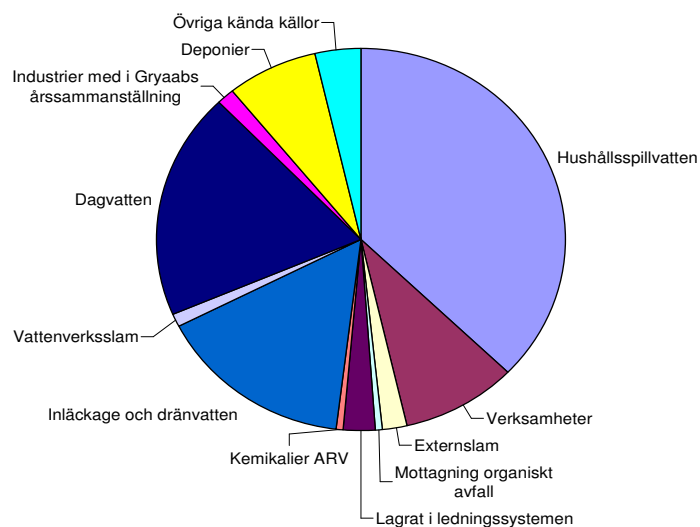
Tabell 1 Kadmiumbalans över Ryaverket 2012.

Balans över Ryaverket 2012		
	Cd kg/år	mg Cd/kg P
Avloppsvatten in	15,10	33,5
Mottagning organiskt avfall	0,10	26
Kemikalier ARV	0,06	
Total tillförsel	15,26	
Avloppsvatten ut	1,30	
Avloppsslam ut	14,60	30,8
Total uttransport	15,90	

## Källor till kadmium i avloppsvattnet

### Allmänt

Kunskapen om kadmiumkällor i Ryaverkets i upptagningsområde uppdateras årligen. I Figur 5 och Tabell 2 följer en sammanfattning om kunskapen som finns 2013. Siffrorna är i de flesta fall baserade på mätningar och beräkningar men i vissa fall överslagsmässiga bedömningar.



Figur 5 Tårtbitsdiagram över kadmiumbidraget till Ryaverket

Tabell 2 Kadmiumkällor till Ryaverket enligt 2012 års bedömning.

Kadmiumkällor i Ryaverkets upptagningsområde			
	Cd kg/år	mg Cd/kg P	%
<i>Deponier</i>			
Tagene	Ca 1		Ca 7
Sörmossen	0,004		0,03
Brudaremossen	0,01		0,07
Totalt deponier	Ca 1		Ca 7
<i>Vattenverksslam</i>			
Alelyckan+Lackarebäck	0,15	240	1,0
Mölnadal	0,02	240	0,14
Härryda	0,001	240	0,01
Totalt vattenverksslam	0,17		1,1

<i>Industrier/verksamheter med mätning av kadmium</i>			
Landvetter flygplats	0,014		0,09
Skrotfrag	0,047		0,31
VCC (Torslanda)	0,15	69,5	1,01
Volvo Lastvagnar (Lundby)	0,09		0,06
Berendsen	0,008		0,05
Renova (Marieholm)	0,02	20	0,13
Assa OEM	0,001		0,01
Eka Chemicals	0,03		0,20
<b>Totalt industrier/verksamheter med mätning</b>	<b>0,28</b>		<b>1,9</b>
<i>Annan verksamhet</i>			
Anmälningspliktiga fordonstvättar	0,13		0,86
Övriga fordonstvättar	0,13		0,86
Övrig verksamhet med oljeavskiljare	0,1		0,66
Småindustri	0,4		2,65
Övrig verksamhet (kontor, skolor, vård, affär)	1,1		7,05
<b>Totalt annan verksamhet</b>	<b>1,8</b>		<b>12,</b>
<i>Externslam</i>			
Trekammarbrunnar	0,36	86	2,4
Slutna tankar	0,03	13	0,2
<b>Totalt externslam</b>	<b>0,39</b>		<b>2,6</b>
<i>Tillskottsvatten</i>			
Dagvatten	3,8		25
Inläckage- och dränvatten	3,1		21
<b>Totalt tillskottsvatten</b>	<b>6,9</b>		<b>46</b>
<i>Hushållspillvatten</i>			
Hushållspillvatten	7,3	19	48
<i>Övrigt</i>			
Konstnärsfärger	0,69		4,6
Lagrat i ledningssystemet	0,5		3,3
<b>Totalt övrigt</b>	<b>1,19</b>		<b>7,9</b>

### Punktkällor

I över 20 års tid har kadmium haft något av en särställning bland förorenande ämnen i det uppströmsarbete som har bedrivits på avloppsreningsverk. I anslutna verksamheter har man inte sällan rutinmässigt låtit analysera kadmium. Det har lett till att punktkällor har hittats och åtgärdats och det finns numera få källor där man utan avsevärda insatser kan komma åt kadmiumutsläpp. De största källorna är idag utan tvivel så kallade diffusa källor där potentialen är stor men insatsen för att åstadkomma en minskning är oftast dyr och tidskrävande. Trots att stora anslutna industrier/verksamheter, med några undantag, idag inte utgör en stor källa till kadmium är det traditionella uppströmsarbetet viktigt för att de stora industrierna/verksamheterna fortsatt ska utgöra en liten kadmiumkälla.

De tre anslutna deponierna är punktkällor där åtminstone en av dem (Tagenedeponin) utgör ett betydelsefullt kadmiumbidrag. 2011 stod deponierna för drygt ca 7 % av kadmiumtillskottet till

Ryaverket. Det ska dock sägas att uppgifterna om kadmiumbidragets storlek från Tagenedeponin får betraktas som något osäkert på grund av vissa provtagningsproblem. Enligt REVAQs regelverk får REVAQ-certifierade avloppsreningsverk inte ha deponier påkopplade såvida det inte kan påvisas att lakvattnet är harmlöst. Gryaab styrelse har tagit ett beslut om att Tagenedeponin samt Brudaremossen ska kopplas bort senast 31/12 2015. Även om det finns ett styrelsebeslut om bortkoppling och ansvaret ligger hos deponiägarna Renova samt Göteborgs kommun krävs att Gryaab följer upp utvecklingen för att bortkopplingen ska bli verklighet inom angiven tidplan.

### **Hushållspillvatten och spillvatten från hushållsliknande verksamheter**

När punktkällornas bidrag minskat genom samhällets miljöarbete så utgör kadmiummängden i hushållspillvattnet en allt större andel av det totala kadmiumflödet till reningsverket. En stor del av detta kadmium kommer från mat som vi äter, men även andra källor så som atmosfäriskt nedfall, i form av damm som kommer in i husen och vilka material som husen är byggda av har betydelse. Eftersom vi inte är hemma hela dagarna så bidrar vi med hushållsliknande spillvatten även från skolor, arbetsplatser etc. under resten av dagen. Detta spillvatten är inte anmärkningsvärt förorenat även om det bidrar med en inte obetydlig del av kadmiumflödet. Hushållspillvattenprovtagningarna 1988 och 2006/2007 visade på en minskning av kadmiumflödet från hushållen med ca 70 %. Detta motsvarar en minskning med drygt 5 %/år och kan troligen hänföras till minskat atmosfäriskt nedfall och förbud att använda kadmium i hela samhället, vilket innebär att mindre kadmiumförorenat material finns även i hushållen. Hur och hur mycket man städar i hushållen bör också avgöra var det atmosfäriska nedfallet och slitaget från bostaden till slut hamnar, i skurhinken eller i dammsugaren. Städmonstret kan ändras över tiden.

### **Tillskottsvatten**

Tillskottsvatten, det vill säga dag-, inläckage- och dränvatten utgör en betydande del (45.7 %) av kadmiumbidraget till Ryaverket. Halterna av kadmium i tillskottsvatten är relativt låga men den stora mängden vatten gör att föroreningsbidraget blir stort. Dagvatten från hårdgjorda trafikerade ytor är vanligen mer förorenat av kadmium än dränvatten. Det så kallade inläckaget har varierande kvalitet och utgör egentligen en restpost när känt dagvatten och kända dränvattenkällor sammanräknats. Tyvärr är restposten stor varför mängden kadmium kan vara stor oavsett om det kvalitetsmässigt utgörs av dränvatten eller dagvatten men den mängden vatten är ca 5 - 6 gånger större. Vid beräkningar av tillskottsvattnets bidrag använder Gryaab idag schablonvärdena 0,3 µg Cd/l för dagvatten och 0,1 µg Cd/l för inläckage och dränvatten. Utan tillräckliga åtgärder som minskar kadmiumbidraget med tillskottsvatten är bedömningen att det kommer att bli svårt att nå de långsiktiga målen för kadmium. Åtgärder för att minska tillskottsvattenmängden är kostsamma och tar lång tid och det är därför nödvändigt att kraftfulla åtgärder kommer igång. I Göteborgs Stads, "Åtgärdsplan avlopp" (ÅPA) finns tre långsiktiga mål (2030) som har betydelse för kadmiummängder med tillskottsvatten till Ryaverket.

- Mängden dagvatten, dränvatten och inläckage till Ryaverket ska vara mindre än 50 % av Göteborgs avloppsmängd till Ryaverket.
- Ytor som är anslutna till kombinerat system ska minska med i genomsnitt 15 ha/år.
- Kvaliteten på avloppsvattnet ska ständigt förbättras.

Nedan följer ett försök att beräkna vad det första av de tre målen betyder i minskad kadmiummängd. Målet innebär att tillskottsvattenmängden måste minska med minst 10 000 000 m<sup>3</sup>. Förutsatt att minskningen av dagvatten och övrigt tillskottsvatten (läck och drän) minskar proportionellt innebär målet en minskning med 1,4 kg Cd/år när målet är genomfört. Det är en minskning med 20 % av kadmiummängden med tillskottsvatten från dagens läge. Eftersom kadmiummängden i Ryaverkets slam måste halveras och därmed minskas med ungefär 8 kg fram till och med 2025 samtidigt som tillskottsvattnet bidrar med ungefär 45 % av kadmiummängden idag, framstår det som rätt klart att ambitionsnivån i "Åtgärdsplan avlopp" inte räcker för att de långsiktiga målen för kadmium i Ryaverkets slam skall uppnås vid oförändrat kadmiuminnehåll i tillskottsvattnet.

Det andra målet i Åtgärdsplan Avlopp, att ytor som leds till det kombinerade systemet ska minska med 15 ha per år ger ingen eller mycket liten, ytterligare minskning jämfört med ambitionen om utspädningsgraden. Den totala ytan kopplade till det kombinerade systemet är enligt ÅPA 3930 ha. En minskning med 15 ha är 0,3 % av ytan. Fortgår den minskningen så är ytorna kopplade till det kombinerade systemet halverade på drygt 130 år.

Det tredje målet som kan påverka slamkvaliteten är att kvaliteten på avloppsvattnet ständigt ska förbättras. Detta kan ske aktiva åtgärder, på grund av samhällsförändringar eller genom en kombination av båda. Historiskt har föroreningsmängden i dagvatten och läck och drän förbättrats genom att det atmosfäriska nedfallet minskat. En studie av massbalanser över Stockholm indikerar en minskning av det atmosfäriska nedfallet av kadmium på ca 7,5 %/år mellan 1995 och 2002/2003. De aktiva åtgärderna kan utgöras av de åtgärder som togs fram av Göteborgs Stad inom Systemstudie Avlopp (Göteborgs Stad 2007). Föreslagna åtgärder var till exempel separat rening av dagvatten och målning av takytor. Exempel på samhällsförändringar som kan leda till förbättrad dagvattenkvalitet framöver är fortsatt minskning av atmosfäriskt nedfall, mindre trafik på ytor kopplade till det kombinerade ledningsnätet samt hur ytor och fordon ytbehandlas och vilket bränsle fordonen använder. Kunskapen om effekten av dessa förändringar behöver öka om sänkta koncentrationer i vattenmängden ska ge tillräckligt stor effekt på det totala massflödet av kadmium från dag och dränvatten.

Det behövs i högre utsträckning en samsyn mellan delägarkommunerna och Gryaab om vilken ambitionsnivå och inriktning som bör gälla för tillskottsvatten. Det har de senaste åren påbörjats ett sådant arbete där Gryaab har haft årliga möten med representanter för delägarkommunerna om tillskottsvatten. Kommunerna har också gjort en årlig redovisning av tillskottsvattenmängderna samt vilka åtgärder som vidtagits under föregående år. Detta arbete bör utvecklas ytterligare. Ett sätt att ytterligare sätta fokus på tillskottsvattenmängdfrågan skulle kunna vara att Gryaabs styrelse sätter ett mål för vad tillskottsvattenmängden bör eller får vara långsiktigt.

### **Andra kända källor**

Konstnärsfärger uppbär ett av de återstående undantagen från kadmiumförbudet. På marknaden finns konstnärsfärger med gula och röda färger som både innehåller kadmium och det finns även de som är utan kadmium. Enligt vissa konstnärer är imitationsfärgerna fullgoda alternativ. Det finns också konstnärer som tycker att de inte fungerar lika bra. Det är svårt att bedöma vad kadmiumtillskottet från konstnärsfärger är idag. En hel del av konstnärlig måleriverksamhet sker antagligen hemma och eventuella utsläpp kommer då med hushållsspillvatten. Detta innebär att en åtgärd som minskar mängden kadmium från konstnärsfärger till viss del syns genom minskat tillskott av kadmium från hushåll eller verksamheter. Betydande insatser har gjorts genom åren för att uppmärksamma den här

problematiken. 2004 gjordes en provtagningskampanj där mätningar gjordes utanför konstskolor. Kampanjen fick stort genomslag i media och problematiken uppmärksammades också vid det tillfället av Kemikalieinspektionen. Efter kampanjen besöktes konstnärsskolor av både Göteborgs miljöförvaltning och Gryaab. Flera konstnärsskolor meddelade att de hade för avsikt att inte tillåta eleverna att arbeta med kadmiumfärger fortsättningsvis. 2012 gjordes en ny provtagningskampanj där det mättes utanför bland annat Valands konsthögskola. Resultaten användes av Svenskt Vatten för att återigen påtala problemet för Kemikalieinspektionen. Resultatet blev att miljöministern uttalade sig om att Sverige skulle ta upp saken inom EU. Möjligen kan det finnas fog för ett förnyat hopp om att undantaget för kadmium i konstnärsfärger kan komma att omprövas. Om ingenting händer inom en rimlig tid bör Gryaab återigen genomföra en provtagningskampanj och offentliggöra resultaten för att sätta press på beslutsfattare i frågan.

## Åtgärder

För att de långsiktiga målen för kadmium ska nås måste minskningen vara 5 % årligen. Det motsvarar en minskning med drygt 600 gram per år. Detta överensstämmer väl med den historiska minskningen. En stor del av den historiska minskningen kan inte förklaras av enskilda punktkällors åtgärder. Det är troligt att den framtida minskningen inte heller kommer att begränsas till punktkällornas minskning.

**Tabell 3 Planerade, pågående och förslag på möjliga åtgärder för sänkt kadmiumtillförsel till Ryaverket.**

Åtgärder	Tidplan och kommentar	Minskad kadmiummängd g/år
<p>Verksamheter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bortkoppling av deponierna Tagene och Brudaremsen</li> <li>Annan hantering av vattenverksslamm</li> <li>Fortsatt brett uppströmsarbete mot anslutna verksamheter</li> </ul>	<p>2016 enligt styrelsebeslut.</p> <p>Åtgärden utreds av Göteborgs stad, (ÅPA Handlingsplan sid. 49)</p> <p>Pågående</p>	<p>Ca 1000</p> <p>Ca 200</p> <p>Potentialen bedöms som relativt liten.</p>
<p>Konstnärsfärg</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Få till bra avfalls- och rengöringsrutiner vid Klippans konstnärskollektiv i samarbete med Miljöförvaltningen i Göteborg och fastighetsägare, HIGAB.</li> <li>Genomföra en provtagningskampanj och offentliggöra resultatet för att sätta press på beslutsfattare.</li> </ul>	<p>Planerat att genomföras hösten 2013</p>	<p>Svårt att kvantifiera effekten</p> <p>Ett förbud skulle uppskattningsvis betyda en minskning av kadmiummängden med 690 gram årligen.</p>

Åtgärder	Ev. tidplan och kommentar	Minskad kadmiummängd g/år
<p>Tillskottsvatten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bortkoppling av Slätta Damm</li> <li>• Bortkoppling av andra grönytor enligt ÅPA</li> <li>• Utredda om Gryaabs styrelse bör sätta ett mål för vad tillskottsvattenmängden kan vara långsiktigt</li> <li>• Kvalitetsåtgärder för dagvatten enligt Systemstudie avlopp.</li> <li>• Intensifiera arbetet med att försöka få till en ökad samsyn på tillskottsvattenmängdfrågan mellan alla inblandade aktörer.</li> <li>• Se över Gryaabs taxestruktur för att höja motivationen för åtgärder på ledningsnätet.</li> <li>• Övriga planerade åtgärder i kommunernas planer för minskad tillskottsvattenmängd.</li> </ul>	<p>Pågående projekt, klart 2015</p> <p>Se ÅPA</p> <p>Enligt kommunernas planering.</p> <p>Pågår på initiativ av Partille Kommun.</p> <p>Enligt kommunernas planering. För Göteborgs stad: ÅPA 2010.</p>	<p>36</p> <p>Ej kvantifierat</p> <p>Inte möjligt att uppskatta men kan vara viktigt långsiktigt</p> <p>Se systemstudie avlopp.</p> <p>Inte möjligt att uppskatta men är viktigt för att nå långsiktiga mål</p> <p>Svårt att uppskatta effekten då en ev. höjning av tillskottsvattentaxan kanske ändå inte skulle ge tillräckligt incitament för att motivera åtgärder. Ingen kvalitetsrelaterad taxa är föreslagen.</p> <p>Uppskattningsvis 1400. OBS inkluderar en del av punkterna ovan.</p>
<p>Övriga åtgärder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utredda effekten av att mer systematiskt ta bort sediment ur tunnel/lednings-systemet och behandla det separat</li> <li>• Utredda potentialen och vilka möjligheter som finns för att minska påverkan från blästring och rengöring av fastigheter.</li> </ul>		<p>500 beroende på vilka åtgärder som genomförs.</p> <p>Ej uppskattat</p>

## Slutsatser

Kadmiummängden som kommer årligen till Ryaverket med inkommande avloppsvatten har sedan 70-talet minskat från ca 300 kg till 15 kg 2012. För att nå den nivå som idag anses långsiktigt hållbar måste ytterligare en halvering av kadmiummängden göras fram till år 2025. Gryaabs prognos som är baserad på historisk utveckling och potential visar att målet är möjligt att nå. Så som det ser ut 2013 finns det inga marginaler i prognosen utan det som är beräknat möjligt att uppnå är också det som är nödvändigt för att nå målet. En förutsättning för att Gryaab långsiktigt ska ha ett slam som är tillräckligt rent ur kadmiumsynpunkt är ett fortsatt progressivt arbete med avseende på kadmium.

Åtgärder som är på gång eller är planerade:

- Bortkoppling av deponierna Tagene och Brudaremossen (2016)
- Få till bra avfalls- och rengöringsrutiner vid Klippans konstnärskollektiv i samarbete med Miljöförvaltningen i Göteborg och fastighetsägare, HIGAB. (2013)
- Genomföra en provtagningskampanj och offentliggöra resultatet för att sätta press på beslutsfattare.
- Bortkoppling av Slätta Damm (2015).
- Bortkoppling av andra grönytor (tidplan enligt ÅPA).
- Se över Gryaabs taxestruktur för att höja motivationen för åtgärder på ledningsnätet (pågår).
- Övriga planerade åtgärder i kommunernas planer för minskad tillskottsvattenmängd (enligt respektive kommuns plan).

Ovan åtgärder bedöms ge maximalt 2400 - 3000 g minskning (lakvatten ca 1000 g, konstnärsfärger 0-690 g, åtgärder för tillskottsvatten enligt ÅPA och motsvarande, 1400 g). Minskingsbehovet i slammet är enligt beräkningarna ca 8000 g till år 2025. En ytlig betraktelse ger vid handen att åtgärder motsvarande ca 5000 - 6000 g saknas för att uppnå målet år 2025. En sådan betraktelse tar dock inte hänsyn till att den största minskningen, även historiskt, inte kan kopplas till enskilda åtgärder utan till en allmän samhällsutveckling. Denna samhällsutveckling omfattar minskat atmosfäriskt nedfall, ändrad användning av ytor i staden, ändrade material i stadens konstruktioner etc. Historiskt har detta svarat för en minskning i storleksordningen 5 %/år. Det finns dock ingen garanti för att en sådan minskning fortsätter i samma utsträckning även framöver. Därför bör ytterligare åtgärder utredas, samt utvecklingen följas noggrant över tiden för att bedöma hur målet för år 2025 uppnås.

De åtgärder som föreslås utredas närmare är:

- Annan hantering av vattenverksslammet i enlighet med ÅPA.
- Utreda om Gryaabs styrelse bör sätta ett mål för vad tillskottsvattenmängden kan vara långsiktigt
- Kvalitetsåtgärder för dagvatten enligt Systemstudie avlopp.
- Intensifiera arbetet med att försöka få till en ökad samsyn på tillskottsvattenmängdfrågan mellan alla inblandade aktörer.
- Utreda effekten av att mer systematiskt ta bort sediment ur tunnel/lednings-systemet och behandla det separat
- Utreda potentialen och vilka möjligheter som finns för att minska påverkan från blästring och rengöring av fastigheter.



## Referenser

Göteborgs Stad (2007), Systemstudie avlopp.

Jan Eriksson, 2009, Strategi för att minska kadmiumbelastningen i kedjan mark-livsmedel-människa Rapport MAT 21 nr 1/2009, SLU.

Kemikalieinspektionen (2011), Kemikalieinspektionens rapport Nr 1/11, ”Kadmiumhalten måste minska – för folkhälsans skull”

Nina Månsson, Bo Bergbäck, and Louise Sörme 2008 Phasing Out Cadmium, Lead, and Mercury Effects on Urban Stocks and Flows Journal of Industrial Ecology

Per-Göran Andersson 2009, Slamspridning på åkermark FÄLTFÖRSÖK MED KOMMUNALT AVLOPPSSLAM FRÅN MALMÖ OCH LUND UNDER ÅREN 1981–2008 HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPENS RAPPORTSERIE 15

Göteborgs stad 2012, Åtgärdsplan Avloppsavledning 2010