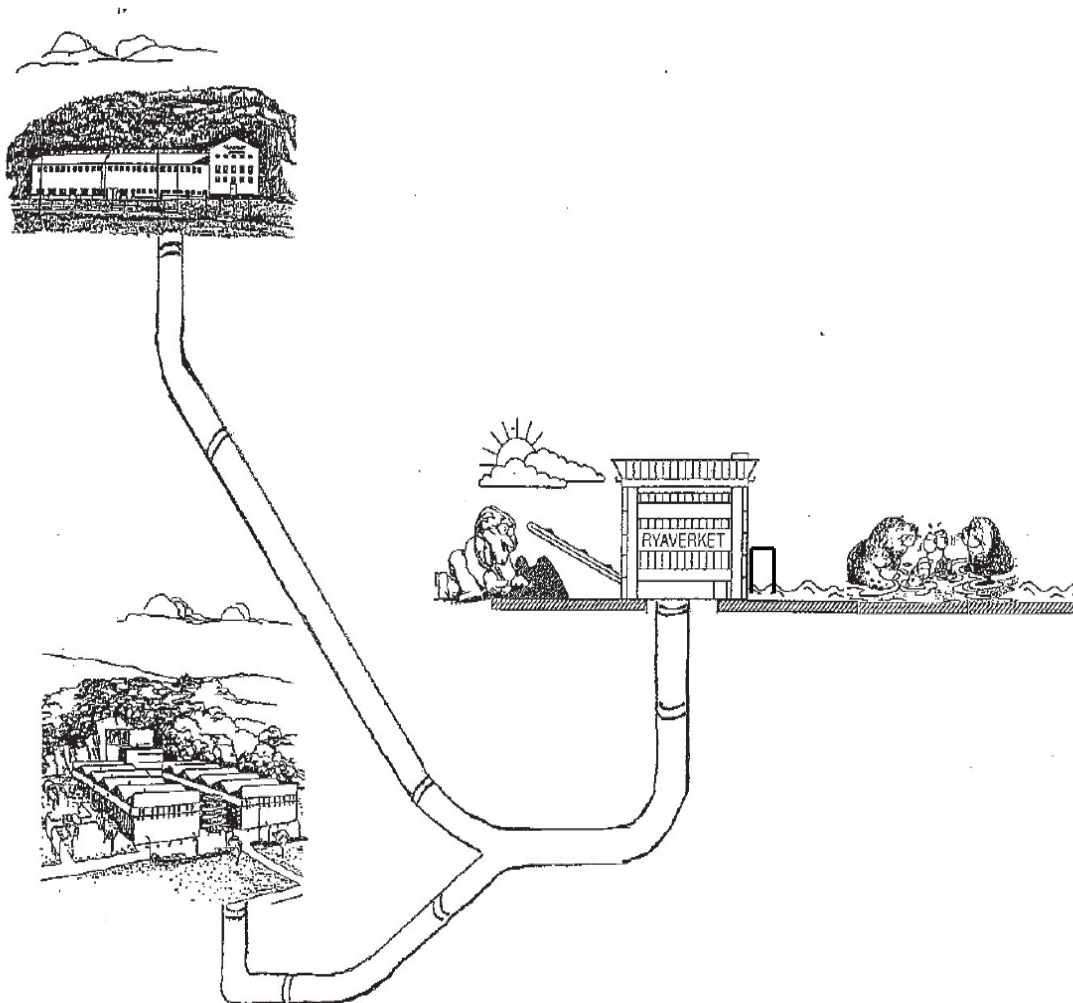


VATTENVERKSSLAMMETS BIDRAG TILL FÖRORENINGSHALTERNA I RYAVERKETS SLAM



Gryaab rapport 2010:5

Lars Nordén

2005:1	Ateljéprojektet
2005:2	Gryaab, Miljörapport 2004
2005:3	Utvärdering av processförändringar 24 maj-16 sept 2004, med anledning av avstängning av försedimenteringsanläggningen
2005:4	Skivfilteranläggning på Ryaverket
2005:5	Skolinformation 2004."Gryaab är bra för världen. Tack!"
2005:6	PCB-INVENTERING, Rapport gjord av CA bygg- och miljöanalys ab
2005:7	Potential för intern produktion av kolkälla för denitrifikation på Ryaverket – förstudie
2005:8	Hydrolysis of primary sludge and excess activated sludge - lab scale experiments
2005:9	Slamhydrolys på Ryaverket – fullskaleförsök sommaren 2005
2005:10	Val av provtagningspunkt och provtagningsmetodik på Ryaverket – En undersökning av representativiteten
2005:11	Membransystem som alternativ för NP 2004. Komplement till Gryaab rapport 2003:4
2006:1	Gryaab, Miljörapport 2005
2006:2	Utredning av Nitrifikationskapaciteten på biobäddarna
2006:3	Kalkat slam som markbyggnadsmaterial – lakning och strukturförändring under 16 år. En lysimeterstudie
2006:4	Riskanalys - Mikrobiologiska arbetsmiljöfaktorer. Ryaverket, 2006
2007:1	Gryaab, Miljörapport 2006
2007:2	Elenergirapport 2006
2007:3	Energisammanställning 2007
2008:1	Miljörapport enligt Miljöbalken 2007, Ryaverket
2008:2	Miljörapport enligt Miljöbalken 2007, Syrhåla
2008:3	Skolinformation 2007."Det säger ju sig självt rent vatten = bra"
2008:4	Dimensionering - Efterdenitrifikationsanläggning med nitrifikationszon
2008:5	Konsekvenser av belastningsökningar på Ryaverket
2008:6	Provtagningar i referensområden 2006/2007 Hushållspillvatten Del 1
2008:7	Jämförelse av provtagning i referensområden 1988 och 2006/2007 Hushållspillvatten Del 2
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 kloridinnehåll i Ryaverkets slam
2009:5	Separerade slamuttag från eftersedimenteringsbassänger - pilotförsök
2009:6	Skolinformation 2009 "Jag tycker att det är bra att klasser får besöka Gryaab för då tänker man till när man är vuxen!"
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 2009/2010

Innehållsföteckning	Sida
Sammanfattning	4
Bakgrund	5
Syfte	5
Provuttag, lab och parameterval	5
Analyser och beräkningar	6
Resultat	8

Sammanfattning

Av de parametrar som analyserades både 1993 och 2009 så har alla halter sjunkit i vattenverksslammet förutom kväve. Den ökade kvävehalten kan dock ha sin förklaring i att olika analysmetoder användes 1993 och 2009.

De halter som sjunkit mest i vattenverksslammet är bly, kadmium, kvicksilver, bor och arsenik.

Vattenverksslammetts procentuella bidrag avseende de analyserade parametrarna har med undantag för kväve sjunkit mellan 1993 och 2009.

Av de analyserade parametrarna 2009 så bidrar glödningsrest och kalium med en högre andel än vattenverksslammet totalbidrag till ryaslammetts TS-mängd.

Bakgrund

1993 gjordes en undersökning av hur mycket det vattenverksslam som avleddes till Ryaverket bidrog till föroreningar i Ryaverkets slam. Orsak till den undersökningen var kraftigt förhöjda metallhalter i slammet som senare visade sig bero på illegal dumpning. Eftersom bidraget från vattenverksslammet inte var lösningen på problemet blev uppgifterna liggande men räddades slutligen från förgängelsen i Gryaab Rapport 1995: 3.

I samband med Gryaabs certifiering enligt Revaq undersöks källor till olika föroreningsparametrar . Det ansågs då lämpligt att uppdatera kunskapen om vattenverksslammets bidrag till avloppslammet.

Syfte

Att bedöma bidraget till Ryaverkets slam av ett antal parametrar från vattenverksslammet och att se eventuella skillnader jämfört med 1993.

Provuttag, lab och parameterval

Prov togs ut vid Alelyckans vattenreningsverk av Göteborg Vatten. Provet togs i samband med utspolning av en bassäng.

Laboratoriet AlControl Laboratories i Linköping valdes eftersom de anlätades för ordinarie analyser av Ryaverkets slam och att vi hade avtal med dem.

Analysparametrar valdes utifrån ordinarie parametrar för avloppsslam och innefattade därmed alla de slamparametrar som analyserades 1993 plus ytterligare ett antal parametrar. En avvikelse från parametervalet 1993 var att dioxin inte analyserades. Vid provtagningen 1993 kunde inget dioxin påvisas i vattenverksslammet och det fanns ingen anledning att misstänka att dioxinhalten skulle vara högre och påvisbar vid denna provtagning. Dioxinanalys är en dyr och komplicerad analys med ibland tveksamma resultat (se Gryaab Rapport 1995:3) vilket gjorde att analyser ”av akademiskt intresse” uteslöts.

Analyser och beräkningar

Följande parametrar analyserades

pH	Arsenik, As
TS	Kalium, K-AL
Glödningsförlust och -rest	Fosfor, P-AL
Ammoniumkväve, NH ₄ -N	Magnesium, Mg-AL
Kväve tot, N (Devardas)	Nitratkväve, NO ₃ +NO ₂ -N
Fosfor tot, P	Tenn, Sn
Kalkverkan (CaO)	Linjära alkylsulfonater
Bly, Pb	PCB-28 Triklorbifenyl
Kadmium, Cd	PCB-52 Tetraklorbifenyl
Koppar, Cu	PCB-101 Pentaklorbifenyl
Krom, Cr	PCB.-118 Pentaklorbifenyl
Kvicksilver, Hg	PCB-138 Hexaklorbifenyl
Nickel, Ni	PCB-153 Hexaklorbifenyl
Zink, Zn	PCB-180 Heptaklorbifenyl
Nonylfenol	PCB summa 7 st
Toluen	Fluoranten
Bor, B	Benso(b+k)fluoranten
Magnesium, Mg	Benso(a)pyren
Kalium, K	Indeno(1,2,3-cd)pyren
Mangan, Mn	Benso(ghi)perylene
Kobolt, Co	PAH summa 6 st
Silver, Ag	Svavel, S
Järn, Fe	

Två analyser genomfördes. Orsaken till detta var att provmängden vid det första provtillfället var för liten för att räcka till samtliga analyser. Beslöts då att ta nytt prov och att köra samtliga analyser på detta prov. Således finns två analyser av två olika prover för vissa parametrar. Då vi ansåg analysnoggrannheten var för låg för parametrarna kadmium, bly, silver och tenn vid dessa analyser så kördes de om i regi av AlControl i Linköping på ett annat lab, ALS i Luleå. Endast dessa omkörda värden användes för beräkningar av kadmium, bly, silver och tenn. För övriga parametrar användes medelvärdet i de fall där två analysresultat fanns.

Mängden producerat slam från vattenverken beräknades enligt formel presenterad av Warden 1983 och återgiven i VAV Publikation P67 Sept 1990:

$$SP = 0,26 \times D + 2 \times G + 0,2 \times F + X$$

SP = Slamproduktion (g SS/M³)

D = Dos av konventionell aluminiumsulfat (Al₂ O₃ x 14 H₂O) , g/m³

G = Råvattnets grumlighet (FNU)

F = Minskning av råvattnets färgtal (dimensionslöst)

X = Slambidrag från andra ämnen som ger upphov till slamproduktion, t ex flockningsmedel eller aktiverat kol i pulverform.

Flockningsmedel används enligt uppgift inte och något aktiverat kol i slamfasen förekommer inte varför faktorn X bortsågs från vid beräkningarna.

Beräkning av producerad slammängd vid Alelyckan + Lackarebäck

	Alelyckan	Använt *	L-bäck	Använt*	Alel + L-bäck
SP	23		14		
D (g/m ³)	42,4		33,1		
G (FNU)	4,6		0,83		
F	>10	12,5 *	>15	17,5*	
X	0		0		
Prod vattenmängd (Mm ³)	31,74		31,16		
Mängd slam 2009 (ton)	721		429		1150

* Färgtalet för dricksvatten är < 5 mg Pt/l. Inkommande Alelyckan är 15 mg Pt/l och inkommande Lackarebäck är 20 mg Pt/l. Halva värdet för dricksvatten d v s 2,5 mg Pt/l valdes vilket ger en färgtalsminskning på 12,5 respektive 17,5.

Eftersom färgtalet för producerat dricksvatten endast redovisas som < 5 mg Pt/l så blir beräkningen i viss mån en gissningslek. Det är dock i de flesta läger vedertaget att använda halva värdet vid <-värden och en ändring av färgtalsminskningen ger inga dramatiska skillnader i producerad slammängd. Mängden slam är också i samma härad som 1993 fast lite mindre. Vilket förefaller rimligt eftersom Göta Älv under 17 år har blivit renare.

Analys gjordes, liksom 1993, enbart av slam från Alelyckan och slam från Lackarebäck antogs ha samma sammansättning. Det togs ingen hänsyn till att råvattnet till Lackarebäck passerar en tunnel och en sjö och att detta möjligen innebär att andra parametrar än mängden slam förändras på vägen till Lackarebäck.

Till skillnad från 1993 så leds en mindre del av Alelyckans slam numera till Göta Älv och kommer alltså inte till Ryaverket. Enligt Göteborg Vatten så kan denna mängd ses som försumbar i detta sammanhang.

Resultat

När det gäller halter av de analyserade ämnena i vattenverksslammets så kan konstateras att av de ämnen som mättes både 1993 och 2009 så har i stort sett alla halter minskat eller är oförändrade. Undantaget från detta är halten kväve som fördubblats men ökningen kan möjligen bero på att olika analysmetoder användes 1993 och 2009. Halten tetraklorbifenyl och hexaklorbifenyl har 2009 åsatts värden men 1993 låg detektionsgränsen högre än de värden som redovisats för 2009.

De parametrar som minskat mest i vattenverksslammets är bly, kadmium, kvicksilver, bor, och arsenik. Halten bly har minskat med 70 % (ryaslam -64 %), kadmium med 93 % (ryaslam -72 %), kvicksilver med 43 % (ryaslam -66 %), bor med 95 % (ryaslam -39 %) och arsenik med 96 % (ryaslam -71 %). Att halterna bly, kadmium och kvicksilver har minskat under perioden var väntat eftersom dessa ämnen legat i fokus under perioden men minskningen av bor och arsenik har vi ingen spontan förklaring till. Arsenik förekommer naturligt i vattendrag och gav tydligt avtryck i pannstenen under den tid som Gryaab hade egna värmepannor som eldades med egenproducerad biogas. Risken för detta har uppenbarligen minskat under perioden.

Vattenverksslammets procentuella bidrag till ryaslammet när det gäller mängden av de analyserade ämnena är lika eller mindre än 1993. Undantaget är även här kväve som ökat men det kan som nämnts ovan bero på att olika analysmetoder använts.

Vattenverksslammets från Göteborg står för 8,3 % av TS i Ryaverkets slam. Parametrarna glödningsrest och kalium är de parametrar som står för en procentuellt större andel än totalbidraget TS, övriga analyserade parametrar bidrar med lägre andel än totalbidraget TS. Att glödningsresten är högre än i ryaslammet får betraktas som förväntat, lyckligtvis innehåller vatten från Göta Älv lägre halter organiskt material än inkommande vatten till Ryaverket. Källor till kalium har inte utretts och får betraktas som i sammanhanget ointressant.

Av Gryaabs delägarkommuner så avleder förutom Göteborg också Mölndal och Härryda vattenverksslam till Ryaverket. Mölndal avleder ca 160 ton per år och Härryda ca 10 ton. I Härrydas fall så används polyaluminiumklorid som fällningsmedel. Wardens formel gäller aluminiumsulfat ($\text{Al}_2\text{O}_3 \times 14 \text{H}_2\text{O}$) så om beräkningen blir helt korrekt med insättandet av mängden polyaluminiumklorid är inte helt klarlagt men Härrydas bidrag är marginellt så deras påverkan får betraktas som försumbar. Härrydas vattenproduktion är ca 40 % av Mölndals. Om man förutsätter att dessa slam innehåller samma halter av de analyserade ämnena så blir bidraget av TS och de enskilda parametrarna givetvis något större. Se tabell i bilaga. Förutsättningen att slammets är av samma kvalitet i de dessa båda kommuner som i Göteborg är antagligen inte korrekt. Mölndal och Härryda tar sitt vatten från sjöar, Norra Långevatten respektive Finnsjön. Sannolikt innehåller dessa sjöar färre detekterbara ämnen än Göteborgs vattentäkt, Göta älv.. Eftersom de båda kommunernas bidrag är relativt litet i förhållande till Göteborgs så har ingen ytterligare analys av deras slam gjorts.

Bilaga

Parameter	Sort	Vattenverksslam				Ryaslam	Vattenverksslam				Ryaslam	Vattenverksslam bidrag %	
		1993	2009-11-17	2009-12-02	2009	1993	2009-11-17	2009-12-02	2009	1993	2009 ***		
Mängd slam	ton TS/år					1266		1150		13928	7,5	8,3	
pH		7,4	6,7	6,6									
		Halt	Halt	Halt *	Halt	Kg/år	Kg/år **	Kg/år **	Kg/år Medelv	Kg/år			
TS	%	2,2	2,08	2,29	3,0								
Glödgn-förlust	% av TS		42,2	35,9	55								
Glödgn-rest	% av TS	69,9	57,8	64,1	45	884934	664700	737150	700925	6267600	10,1	11,2	
Ammoniumkväve	g/kg TS		<2,4	< 2,2	10,6				147637				
N tot (1993 Kjell Dahl, 2009 Devardas)	g/kg TS	4,5	6,7	17	38	5697		19550	19550	529264	1,2	3,7	
P tot	g/kg TS	0,8	0,58	0,59	24	1013	667	678,5	672,75	334272	0,2	0,2	
Kalkverkan (CaO)	mg/kg TS		56000	78000				89700					
Pb	mg/kg TS	43	6	12,3	24	54,4	6,9	14,145	14,145	334	4,8	4,2	
Cd	mg/kg TS	1,1	< 0,30	0,0788	0,82	1,39		0,09	0,09	11,4	2,9	0,8	
Cu	mg/kg TS	40	32	37	373	50,6		42,55	42,55	5195	0,7	0,8	
Cr	mg/kg TS	15	12	20	27,3	19,0	13,8	23	18,4	380	4,7	4,8	
Hg	mg/kg TS	0,3	0,041	0,17	0,62	0,38	0,04715	0,20	0,121325	8,64	1,3	1,4	
Ni	mg/kg TS	13	10	12	17,5	16,5	11,5	13,8	12,65	244	5,4	5,2	
Zn	mg/kg TS	150	79	86	632	190	90,85	98,9	94,875	8802	1,0	1,1	
Nonylfenol	mg/kg TS	3,5	<1	< 1	11	4,4	0,05	0,05	0,05	153	1,1	0,03	
Toluen	mg/kg TS	0,2	<1	< 1	<1	0,25						0,5	
B	mg/kg TS	164	8,2	8,7	29,9	208	9,43	10,01	9,7175	416	25,2	2,3	
Mg	mg/kg TS		3300	3400	3400		3795	3910	3852,5	47355		8,1	
K	mg/kg TS		2300	2600	2000		2645	2990	2817,5	27856		10,1	
Mn	mg/kg TS	390	230	270	316	493,74	265	311	287,5	4401	9,3	6,5	
Co	mg/kg TS	6	3,7	4,1	8	7,6	4,26	4,72	4,485	111	3,5	4,0	
Ag	mg/kg TS		< 1,5	0,098	2,3			0,11	0,11	32		0,3	
Fe	mg/kg TS	17000	12000	12000	60000	21522	13800	13800	13800	835680	1,5	1,7	
As	mg/kg TS	81	< 3,8	3,4	4,1	103		3,91	3,91	57	43,5	6,8	
Kalium K-AL	mg/kg TS			160				184	184				
Fosfor P-AL	mg/kg TS			20				23	23				
Magnesium Mg-AL	mg/kg TS			480				552	552				
Nitratnitritkväve NO3+NO2-N	mg/kg TS		7,54	21			9	24,2	16,4				
Sn	mg/kg TS		<3	1,25	14			1,44	1,44	195		0,7	
Linjära alkylsulfonater	mg/kg TS			< 5	390					5432		e.d	
PCB-28 Triklorbifenyl	mg/kg TS	< 0,003	<0,003	< 0,003								e.d	
PCB-52 Tetraklorbifenyl	mg/kg TS	< 0,003	<0,003	0,00074				0,001	0,001			e.d	
PCB-101 Pentaklorbifenyl	mg/kg TS	< 0,003	<0,003	< 0,003								e.d	
PCB-118 Pentaklorbifenyl	mg/kg TS	< 0,003	<0,003	0,005				0,006	0,006			e.d	
PCB-138 Hexaklorbifenyl	mg/kg TS	< 0,003	<0,003	0,0036				0,004	0,004			e.d	
PCB-153 Hexaklorbifenyl	mg/kg TS	< 0,003	<0,003	< 0,003								e.d	
PVB-180 Heptaklorbifenyl	mg/kg TS	< 0,003	<0,003	< 0,003								e.d	
PCB Summa 7 st	mg/kg TS		<0,002	0,022	0,0405			0,025	0,025	0,56		4,4	
Fluoranten	mg/kg TS	< 0,3	<0,1	< 0,1								e.d	
Benso(b+k)fluoranten	mg/kg TS	< 0,6	<0,2	< 0,2								e.d	
Benso(a)pyren	mg/kg TS	< 0,3	<0,1	< 0,1								e.d	
Indeno (1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	< 0,3	<0,1	< 0,1								e.d	
Benso(ghi)perylen	mg/kg TS	< 0,3	<0,1	< 0,1								e.d	
PAH Summa 6 st	mg/kg TS		<0,3	< 0,3	1,4					19,5			
Svavel	mg/kg TS		11000	9900	5700		12650	11385	12017,5	79390		14,3	

* Cd, Pb, Ag och Sn kompletterade med noggrannare analys körd 2010-02-01 på samma prov (2009-12-02)
 När det gäller värden för Cd, Pb, Ag och Sn bör endast värden 2009-12-02 användas eftersom de är omkörda med lägre analysgräns
 ** Räknat med att allt slam från Alelyckan, går till rya
 *** Där två relevanta värden för halt finns har medelvärdet använts