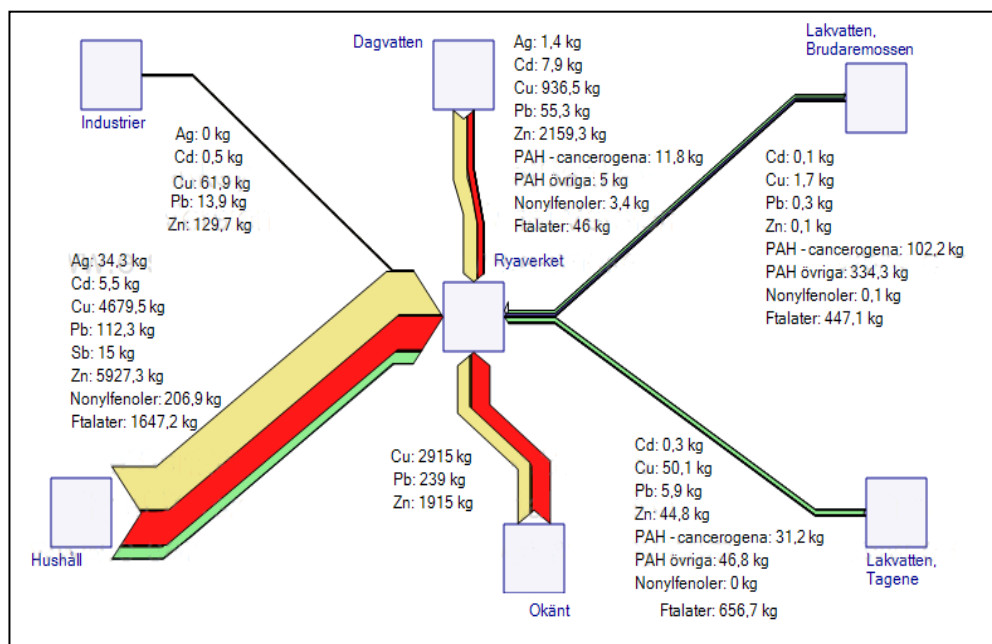




Organiska föroreningar och metaller i dag-, avlopps- och lakvatten i Göteborgsområdet – Källor, flöden och reningstekniker

Kandidatarbete inom Vatten Miljö Teknik

AZUR BISCEVIC	Bt3
HANIEH ESFAHANI	V3
VIKTOR NYMAN	V3
INGRID OLOFSSON	V3

Handledare:

Yuliya Kalmykova, Ann-Margret Strömvall och Britt-Marie Wilén

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 16-05-2012

Kandidatarbete/rapport BMTX01-12-72

Sammanfattning

I detta projekt har mätdata från Göteborgs industrier, hushåll, avfallsupplag och dagvatten undersökts för att hitta källor till föroreningar som för närvarande inte renas effektivt eller inte renas alls vid Ryaverket. Viktigt för processerna vid Ryaverket är att minska förorening av skadliga ämnen i rötslammet för att kunna använda det som gödning vid lantbruk då det innehåller mycket näring, och för att sedan kunna sluta kretsloppet. Därför är det bra om flöden av föroreningar till Ryaverket kan minskas genom att förhindra uppkomst av föroreningar och/eller att förorenat vatten kan renas lokalt innan det kommer fram till Ryaverket.

Syftet med detta projekt var att hitta punktkällor till några organiska föroreningar och ett antal metaller med kända miljöstörande effekter. Detta för att kunna ge ett förslagsunderlag för effektiva reningsmetoder, som både är kostnadseffektiva och tar hänsyn till ytbehov. De ämnen som är i fokus för denna undersökning är; polycykliska aromatiska kolväten (PAH), ftalater, nonylfenoler, silver (Ag), kadmium (Cd), koppar (Cu), bly (Pb), antimon (Sb) och zink (Zn).

Resultat från massflödesberäkningar visar att de approximerade hushållen för regionen Göteborg med omnejd var den klart största källan till de flesta metaller, framförallt zink och koppar, men också nonylfenoler och ftalater i avloppsvattnet. Även dagvatten stod för en betydande del av koppar- och zinkflödena till Ryaverket, men var även en stor källa till resterande metaller och organiska föroreningar. Tagene och Brudare mossens deponier var de största enskilda punktkällorna till ftalater och PAH.

Rekommendationer för lämpliga reningstekniker gjordes beroende på källa. Punktkällorna Brudare mossen och Tagene hade liknande problematik, och då även liknande reningsmetoder i form av adsorption och filtrering, men även specifik rening passande respektive deponi. För den mer diffusa källan dagvatten föreslogs en utökning av befintliga metoder, men även ett komplement till dessa i form av sorptionsfilter, vilken sort beroende på ytillgång. För att minska utsläppen för hushåll bör fokus istället ligga på konsumenten, att genom information minska användningen av de produkter som bidrar till föroreningarna.

Abstract

For this thesis, data from the industries of Gothenburg, stormwater and leachate from Brudaremossen and Tagene were analyzed for the purpose of locating sources of pollutants that at present are not sufficiently removed from the water at Ryaverket. Ryaverket has the goal of reusing their sludge in the agriculture industry as a fertilizer, but it is too contaminated. Therefore it is of interest to reduce the amount of pollutants reaching Ryaverket.

The purpose of this project was to find point sources of some organic pollutants and metals that have a known disruptive effect on the environment in the hopes of finding effective water purification methods, while being cost effective and taking the location of the source into account. The pollutants that were considered were; polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), phthalates, nonylphenols, silver (Ag), cadmium (Cd), copper (Cu), lead (Pb), antimony (Sb) and zinc (Zn).

The results from the mass balance flows showed that the approximated households in the Gothenburg region was the biggest source of metal, in particular copper and zinc, but also phthalates and nonylphenols. Stormwater was also a big source of the copper and zinc flow to Ryaverket, but also of other metals and organic pollutants. Tagene and Brudaremossen were the largest point sources of PAHs and phthalates.

Several recommendations were made based on the point source. The point sources Tagene and Brudaremossen had similar problems and therefore similar recommendations in terms of treatment technology. In this case, adsorption and filtration was suitable. As stormwater is a more diffuse source, a recommendation to extend the present methods with a complement of a sorption filter was made. To minimize the pollutions from households, it is better to focus on getting people to cut down on the consumption of products and services that contribute to pollution.

Innehåll

1 INLEDNING.....	1
1.1 BAKGRUND	1
1.2 SYFTE	1
1.3 PROBLEM OCH UPPGIFT	2
1.4 GENOMFÖRANDE	2
1.5 AVGRÄNSNINGAR	3
2 LITTERATURSTUDIE OCH TEORETISKA UTGÅNGSPUNKTER.....	4
2.1 RENINGSPROCESSEN VID RYAVERKET	4
2.1.1 FYSIKALISK RENING	4
2.1.2 KEMISK RENING.....	4
2.1.3 BIOLOGISK RENING.....	4
2.2 VATTENKVALITET OCH FÖRORENINGAR HOS UTSLÄPPSKÄLLOR	6
2.2.1 DAGVATTENS BILDANDE OCH FÖRORENINGAR	6
2.2.2 LAKVATTENS BILDANDE OCH FÖRORENINGAR.....	7
2.2.3 AVLOPPSVATTEN.....	8
2.3 FÖRORENINGAR I AVLOPPSVATTEN	9
2.3.1 TUNGMETALLER.....	9
2.3.2 KOPPAR (Cu).....	9
2.3.3 ZINK (Zn).....	10
2.3.4 BLY (Pb)	11
2.3.5 SILVER (Ag).....	11
2.3.6 KADMIUM (Cd)	11
2.3.7 ANTIMON (Sb).....	12
2.3.8 ORGANISKA ÄMNEN	12
2.3.9 POLYCYKLISKA AROMATISKA KOLVÄTEN (PAH)	12
2.3.10 FTALATER	13
2.3.11 NONYLFENOLER	13
2.4 RIKTLINJER OCH RIKTVÄRDEN ENLIGT MILJÖFÖRVALTNINGEN	14
2.5 ÅTGÄRDER OCH RENINGSMETODER.....	16
2.5.1 BIOLOGISKA RENINGSTEKNIKER.....	16
2.5.2 SEPARATIONSTEKNIKER	17
2.5.3 LOKALA RENINGSPROCESSER FÖR DAGVATTEN	19
3 METOD.....	20
3.1 SUBSTANSFLÖDESANALYS.....	20
3.2 BERÄKNINGAR	21
3.2.1 BERÄKNINGSGÅNG FÖR INDUSTRIER	21

3.2.2 BERÄKNINGSGÅNG FÖR HUSHÅLLSSPILLVATTEN.....	22
3.2.3 BERÄKNINGSGÅNG FÖR AVFALLSUPPLAG.....	22
3.2.4 BERÄKNINGSGÅNG FÖR DAGVATTEN.....	25
<u>4 RESULTAT OCH DISKUSSION.....</u>	<u>26</u>
4.1 RESULTAT AV BERÄKNINGAR FÖR INDUSTRIER	29
4.2 RESULTAT AV BERÄKNINGAR FÖR HUSHÅLLSSPILLVATTEN	30
4.3 RESULTAT AV BERÄKNINGAR FÖR AVFALLSUPPLAG	32
4.3.1 BRUDAREMOSEN.....	32
4.3.2 TAGENE	33
4.4 RESULTAT AV BERÄKNINGAR FÖR DAGVATTEN.....	33
<u>5 SLUTSATSER.....</u>	<u>35</u>
<u>REFERENSER.....</u>	<u>37</u>
<u>BILAGA 1 – 9 TABELLER MED INGÅNGSDATA</u>	<u>40</u>
<u>BILAGA 10 – 13 BERÄKNINGSTABELLER</u>	<u>49</u>

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Dagligen leds stora mängder spillvatten från hushåll och dagvatten till den kommunala reningen vid Ryaverket. Detta vatten är förorenat med metaller och organiska föroreningar¹. Många föroreningar binder till partiklar och dessa hamnar slutligen i slammet, som blir förorenat. Därmed kan rötslammet inte användas som näring inom jordbruk, vilket är det slutliga målet (Miljödepartementet, 2010). Små mängder av slammet från Ryaverket används som gödsel eftersom det är så pass rent, medan resterande del används som anläggningsjord eller deponitäckning av bland annat övergivna gruvor¹. Dessutom har Sverige nationella miljömål om bland annat en giftfri miljö med låga halter av skadliga ämnen som använts av människor, ett grundvatten som ska vara av god kvalitet och fri från föroreningar, samt ett hav i balans som inte är förorenat eller övergött (Miljödepartementet, 2010).

Den större användningen av kemikalier i bland annat konsumentprodukter har medfört att fler hälsovådliga kemiska ämnen släpps ut och att nya kemiska ämnen bildas oavsiktligt i de processer där kemikalier används och interagerar (Miljömål, 2012). Även avfallsupplag som urlakas vid nederbörd bidrar till föroreningar (Avfall Sverige, 2007). Vissa delar av det förorenade vattnet renas redan lokalt, vid industrier och restupplag, men mycket mer kan göras för att utveckla reningen.

Resultatet av rapporten är intressant för Gryaab (Göteborgsregionens Ryaverksaktiebolag), det kommunalt ägda bolaget för avloppsvattenrening i Göteborgsregionen (Gryaab, 2011a), eftersom de kan utnyttja slammet på ett mer effektivt sätt. Akademien har ett intresse av resultatet för vidare studier av ämnet och slutligen kan industrin och kommunen identifiera punktkällorna av föroreningar och få information om hur de kan renas lokalt och så effektivt som möjligt.

1.2 Syfte

Det övergripande målet med arbetet var att ge ett underlag för att kunna förbättra slamkvalitén hos Ryaverket. Detta gjordes genom att uppströms Ryaverket lokalisera punktkällor till olika föroreningar av det vatten som leds till verket. Koncentrationer och flöden av utvalda ämnen togs fram för att kunna skapa massbalanser som gav en överblick av andelen föroreningar från de olika källorna. Därefter utvärderades olika metoder av lokalt anpassad rening för att minimera tillförseln av skadliga ämnen till Ryaverket. I arbetet ingick även att jämföra de olika reningsmetoderna utifrån förutsättningen att de är kostnadseffektiva.

¹ Jan Mattsson (Kvalitet och miljöansvarig, Gryaab) Intervju vid studiebesök den 30 januari 2012

1.3 Problem och uppgift

Då det förorenade vattnet gör att det mesta av avfallsslammet vid Ryaverket är obrukbart som gödningsmedel², önskar man förbättra kvaliteten för att i framtiden möjliggöra en certifiering enligt REVAQ (Svenskt Vatten, 2012). Detta görs enklast genom att rena avfallsvattnet lokalt vid källorna till föroreningarna, vilket kräver olika reningsmetoder.

Projektet syftade till att identifiera källor till valda föroreningar med kända negativa miljöeffekter. Detta görs med hjälp av massbalansberäkningar av flöden från industrier, bostadsområden, avfallsupplag samt dagvattennätet i Göteborg. I uppgiften ingick också att utreda vilka reningsmetoder som kan användas vid de olika källorna.

Studieobjekt som valdes var Ryaverket då det är ett av Nordens största reningsverk och slutreningsstation för de flesta industrier och hushåll i Göteborgsregionen (Gryaab, 2010a). Lakvatten från tre deponier avleds till Ryaverket: Sörmossen, Brudaremossens och Tagene avfallsupplag. De sistnämnda två ansågs som representativa för att kunna utföra beräkningar på lakvatten på grund av att Sörmossen har både litet flöde och relativt rent vatten. För Gårda och Järnbrotts sedimentationsanläggningar fanns analysdata och olika reningsmetoder för dagvatten. Undersökningsmetoden som tillämpades var litteraturstudier samt utvärdering av data från de olika anläggningarna. Massbalanser och substansflödesanalys ställdes upp och beräknades för utvalda ämnen och följdes från Ryaverket uppströms till utsläppskällorna.

1.4 Genomförande

Projektet inleddes med att söka information om föroreningar som kommer till Ryaverket, vilket följdes upp med ett studiebesök. Detta för att få en genomgång av aktuella föroreningar och för att få mer förståelse för de processer som sker i de olika delarna av reningen. Dessutom har studiebesök genomförts till Brudaremossens avfallsupplag och till Fläskebo avfallsupplag. Lakvatten från Fläskebo avfallsupplag renas mycket effektivt tack vare en avancerad anläggning med kemisk fällning, flockning med polymer och sedimentation i fin Dyna-sand filter.

En litteraturstudie av diverse rapporter och artiklar relaterade till problemställningen genomfördes. Därefter studerades flöden av de utvalda ämnena och massbalanser beräknades för att upptäcka hur mycket olika källor bidrar med föroreningar. Därefter utvärderades olika tekniker för bästa möjliga av de aktuella föroreningarna vilka sedan rekommenderades för de olika källorna.

Vid källorna utvärderades olika tekniker för bästa möjliga rening av den aktuella sammansättningen av föroreningar.

² Jan Mattsson (Kvalitet och miljöansvarig, Gryaab) Intervju vid studiebesök den 30 januari 2012

1.5 Avgränsningar

Arbetet fokuserade på ett antal föroreningar som projektgruppen ansåg extra viktiga att utreda. Dessa inkluderade polycykliska aromatiska kolväten (PAH:er), nonylfenoler och ftalater, men även metallerna, koppar (Cu), zink (Zn), bly (Pb), silver (Ag), kadmium (Cd) och antimon (Sb) då dessa vid för höga halter har en känd negativ påverkan på miljö och organismer.

Området som undersökts var uppströms Ryaverket, vilket innefattar Göteborg och kranskommunerna Ale, Härryda, Kungälv, Lerum, Mölndal och Partille.

För att få en rättvis bild av problemet var alla mätdata valda i så stor utsträckning som detta var möjligt från samma år, 2010. Detta för att det var det senaste året med fullständiga mätdata från industrier samt dag- och lakvatten. Information om hushållens utsläpp av föroreningar till avloppsnätet var hämtade ur Gryaab's rapport om hushållsspillvatten med mätdata från 2006 och 2007.

2 Litteraturstudie och teoretiska utgångspunkter

I detta kapitel har befintliga reningsprocesser på Ryaverket undersökts för att få en bild av vad som sker i de olika stegen. Kapitel 2.2 belyser de olika problemområden som idag finns, i form av dag-, lak- och avloppsvatten och vad som är karaktäristiskt för de olika vattentyperna samt varför de olika föroreningarna hamnar i avloppsvattnet. Föroreningarna som är aktuella i denna rapport beskrivs sedan i kapitel 2.3. I kapitel 2.4 berörs de olika riktlinjerna som finns för vad som är tillåtet för både industrier och hushåll att släppa ut i avloppsvattnet. Riktlinjerna är satta för att förenkla och underlätta för slutreningen vid Ryaverket. Slutligen har olika typer av reningsmetoder undersökts i kapitel 2.5 Rening vid Ryaverket.

2.1 Reningsprocessen vid Ryaverket

Avloppsvatten i Göteborgsområdet renas vid Ryaverket och detta sker i tre steg: fysikalisk-, kemisk- och biologisk rening (Gryaab, 2010a). Ryaverket har dock inte möjlighet att ta bort alla föroreningar i form av tungmetaller och organiska föreningar som återfinns i Ryaverkets inkommande avloppsvatten. Dessa föroreningar hamnar antingen i slammet eller släpps ut i recipienten. Just nu innehåller avloppsreningsverkets slam höga halter av tungmetaller, som bör avskiljas.

2.1.1 Fysikalisk rening

Avloppsvatten pumpas in till Ryaverket med fyra pumpar (Gryaab, 2010a). Vattnet strömmar sedan genom ett galler med spaltvidd 20 till 25 millimeter. Här avskiljs större partiklar från vattnet som till exempel pappershanddukar, trasor och bindor. I sandfången avskiljs sand och grus genom att det sjunker till botten och sedan pumpas bort. Vattnet leds sedan till 12 sedimentbassänger där partiklar som är tyngre än vatten sedimenterar och förs bort i form av primärslam.

2.1.2 Kemisk rening

Då vattnet genomgått den inledande mekaniska reningen tillsätts järnsulfat, som reagerar med den fosfor som finns i avloppsvattnet (Gryaab, 2010a). Tillsatsen ger en utfällning och aktivslamflockar bildas. Bra flockbildning är viktigt för reningsprocessen eftersom flockarna koagulerar och sjunker till botten där de lägger sig med slammet i eftersedimenteringsbassängerna.

2.1.3 Biologisk rening

Före den biologiska behandlingen blandas det inkommande avloppsvattnet med aktivslam, som är ett koncentrat av bakterier och andra mikroorganismer, samt med recirkulerat vatten från biobäddarna som innehåller kväve i nitratform (Gryaab, 2010a). Vattnet genomgår sedan en rad olika biologiska reningsprocesser som aktivslamprocess, eftersedimentering, biobäddar och denitrifikation.

Vid aktivslamprocessen blandas avloppsvattnet med aktivslam. Blandningen förs sedan vidare till aktivslambassängerna, som består av en oluftad, anoxisk, del och en luftad, aerob, del (Gryaab, 2010a). I den anoxiska delen tvingas bakterierna att använda nitrat istället för syre för att bryta ner organiska ämnen och därmed omvandlas nitratet till kvävgas som då frigörs i

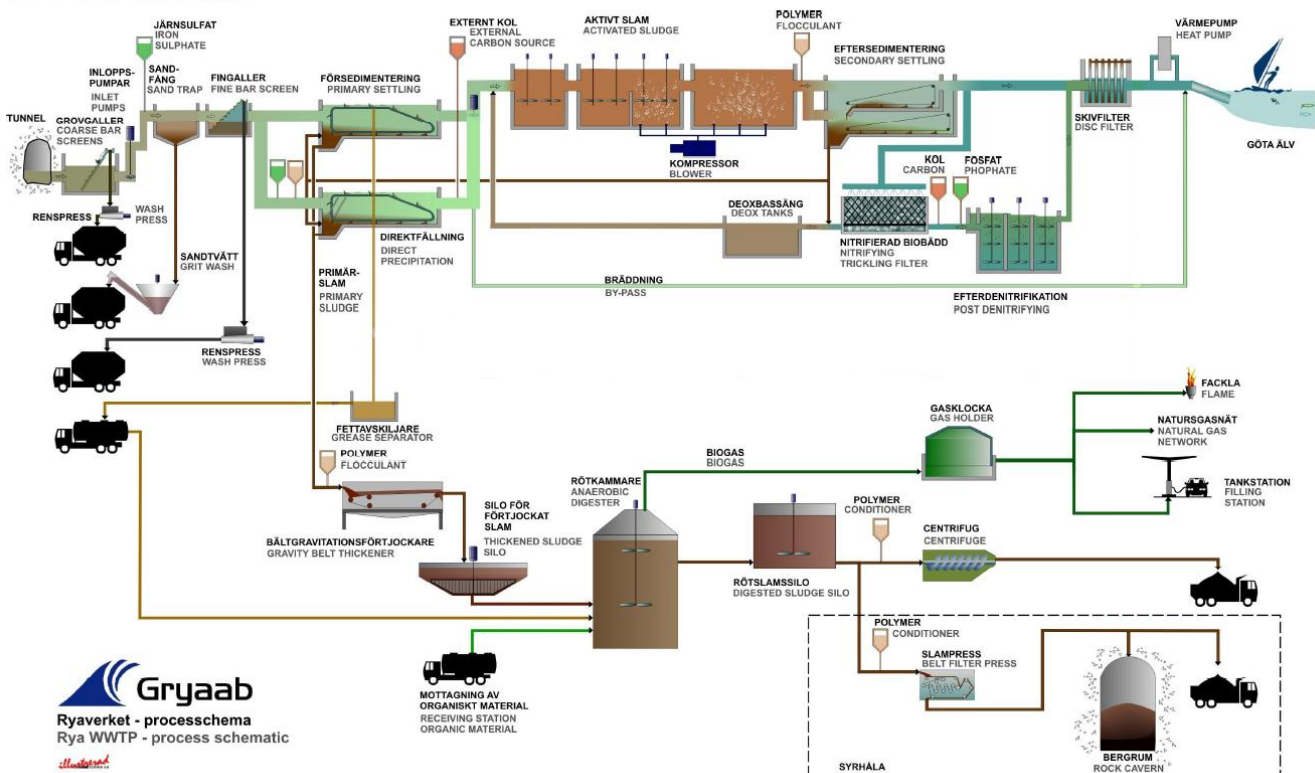
luften. Denna omvandling kallas för denitrifikation. I den aeroba zonen bryter bakterier ner de kvarvarande organiska ämnena genom att använda syre.

Efter aktivslamprocessen, som tar ungefär två timmar, leds vattnet till eftersedimenteringsbassängerna (Gryaab, 2010a). Här separeras det aktiva slammet från vattnet och större delen av aktivslammet skickas tillbaka till aktivslambassängerna. Resterande slam, överskottslammet, förs till försedimenteringsbassängerna för sammanblandning med primärslammet för vidare pumpning till slambehandlingen. Vid rötningsprocessen bildas biogas samt en slutprodukt som består av näringsrikt avvattnat slam.

Vattnet, som nu är relativt rent förs nu till biobäddarna, som är fyllda med specialtillverkat korrugerat plastmaterial, som ger en hög kontaktyta mellan luft, vatten och plast (Gryaab, 2010a). En kubikmeter av det korrugerade plastmaterialet motsvarar 230 m². På plastmaterialet växer bakterier som omvandlar ammoniumkväve till nitratkväve i vatten. Biobäddarna är uppdelad i två parallella block. Vardera biobädd har tre spridarsystem som fördelar vattnet jämnt.

Omvandling av ammonium till kvävgas görs genom en kombination av de två behandlingarna nitrifikation och denitrifikation (Gryaab, 2010a). Vid nitrifikationen omvandlas ammoniumkväve till nitratkväve, varefter nitraten förbrukas till kvävgas vid denitrifikationen. Denna del i behandlingen kallas kvävereduktion.

Processchema



Figur 1: Processchema över Gryaabs verksamhet (Gryaab, 2010b).

2.2 Vattenkvalitet och föroreningar hos utsläppskällor

Punktkällor är en geografiskt lokaliserad utsläppskälla som till exempel industrier eller avfallsupplag. Dag- och avloppsvatten är mer utspridda, utsträckta källor och räknas därför inte till punktkällorna. Punktkällor som studerats är Tagene och Brudaremossens avfallsupplag samt ett antal industrier. De olika källorna har även en karaktäristisk vattenkvalitet. I detta kapitel undersöks den för varje källa specifika kvalitén samt varför vattnet får den kvalitén.

2.2.1 Dagvattens bildande och föroreningar

När det regnar eller snöar för nederbörden med sig föroreningar från luften. När vattnet sedan rinner längs hårdgjorda ytor, så som vägar och hustak, följer föroreningar och partiklar med som har sedimenterat från luften eller brutits ned från ytor, vilket ger upphov till dagvatten. Delar av detta infiltreras i mark, andra delar leds direkt till närmaste vattendrag och resten leds via kommunens avloppsnät till Ryaverket.

Föroreningarna i dagvattnet kommer bland annat från tydliga källor, så som industrier, parkeringsplatser och bensinstationer, men även från mer vaga källor som exempelvis luftföroreningar, trafik och byggmaterial. De senare är svårare att identifiera och kontrollera än de så kallade punktkällorna. Biltrafiken är den största källan till föroreningar i dagvattnet och dessa föroreningar kommer bland annat från bilavgaser, bränsle, korrosion från fordon eller slitage på däck och vägar (Bydén, Larsson, Olsson, 2003). Även utsläpp från bostäder förekommer i dagvatten.

Föroreningar som finns i dagvatten är diverse metaller, organiska föroreningar och kemiska utsläpp. Dessa har visat sig vara skadliga för mikroorganismerna som används i de biologiska reningsstegen i reningsverket (Södertälje Kommun, 2001). Karaktäristiskt för dagvatten är att det innehåller en del lösta föreningar, metaller och oljespill, men även en mängd suspenderat material på vilket andra föroreningar kan bindas till.

Då metaller korroderar av exponering för väder och vind kan dessa återfinnas i dagvatten, eftersom nederbörd tar med sig metaller från metallytor så som koppar- och zinktak. Tungmetaller som förekommer i dagvatten är bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni) och järn (Fe). Då dessa inte bryts ned men kan bindas till andra ämnen cirkulerar tungmetallerna i ekosystemet. De kan fästa på partiklar som finns i vatten och tas upp av djur och växter eller sedimentera.

Kemikalieutsläpp och oljespill kommer främst från industrier, bensinstationer samt parkeringsplatser och vägar. Spillvatten från bilvård eller utsläpp vid tankning eller reparation av bilar är vanliga aktiviteter där dessa föroreningar, vanligen bestående av olja och organiska kolväten, hamnar i dagvattnet. Normalt innehåller dagvatten från vägar mellan 1-10 mg olja per liter vatten (Bydén, Larsson, Olsson, 2003).

2.2.2 Lakvattens bildande och föroreningar

Avfallsupplag och deponier innehåller olika sorters avfall, men de vanligaste upplagen innehåller avfall från industrier och samhällen (Kjeldsen et al. 2002). De moderna deponierna anläggs på en vattentät yta eller duk. Medan deponin är i bruk, står den öppet och regnvattnet perkolerar genom avfallet och löser upp olika ämnen för att sedan rinna från deponin i anlagda diken. När deponin sedan är fylld täcks den över, för att så lite vatten som möjligt skall infiltreras. Dock finns alltid en mängd vatten kvar i deponin, bland annat på grund av det vatten som avfallet innehåller, genom sprickor i täckningen så att vatten tränger in eller genom att grundvatten trycks in. Deponin genomgår därefter fyra olika stadier innan den anses vara stabil, men olika stadier kan uppträda i olika delar av avfallsupplaget.

Det första skedet innan deponin är stabil är det aeroba stadiet. Syre som finns i hålrum i det avfall som precis deponerats förbrukas och koldioxid bildas. Denna fas är mycket kort och varar bara några dagar innan miljön i det deponerade materialet är syrefattigt. Fas två är just det anaeroba stadiet där jäsande reaktioner sker. Organiskt material bryts ned ytterligare, samtidigt som metangas och koldioxid bildas. Nedbrytande bakterier medverkar i detta stadie och bildar syror. I det metanbildande stadiet bildas stora mängder metangas, där syrorna som bildats i det tidigare skedet omvandlas med hjälp av bakterier till koldioxid och metangas. pH-värdet ökar också i takt med att syrorna förbrukas. Slutligen når deponin det stabila metanstadiet. Här når metanproduktionen sin maximala nivå, varpå den sedan minskar. Mängden COD, (Chemical Oxygen Demand) vilket beskriver hur mycket syre som krävs för att bryta ned det organiska materialet, är liten. Anledningen till att den finns beror på att deponin i detta stadie innehåller humus- och fulvosyror.

När det regnar över avfallsupplag urlakas det förorenade materialet på diverse ämnen. Föroreningar i lakvatten kan delas in i fyra grupper; löst organiskt material, oorganiska makropartiklar, tungmetaller och xenobiotiska organiska sammansättningar. Dessa frigörs under de ovan nämnda stadierna.

Kvantiteten av det lösta organiska materialet mäts i COD eller TOC. TOC betyder Total Organic Carbon, alltså mängden organiskt kol i provet. Det lösta organiska materialet består till stor del av flyktiga fettsyror och fulvo- och humussyreliknande föreningar.

Oorganiska makropartiklar är joner så som kalciumjoner (Ca^{2+}), magnesiumjoner (Mg^{2+}) och ammoniumjoner (NH_4). Lakvatten kan även innehålla tungmetaller som kadmium, krom, koppar, bly, nickel och zink.

Xenobiotiska organiska föreningar kommer från hushåll eller kemikalier från industriavfall. Det förekommer inte så höga koncentrationer av just denna grupp, men ämnen som tillhör gruppen är bland annat fenoler, alifatiska ämnen, bekämpningsmedel och mjukgörare. Xenobiotiska föreningar är ämnen som inte ingår i kroppens ämnesomsättning naturligt (Ne, 2012).

2.2.3 Avloppsvatten

Avloppsvatten består av spillvattnet från hushåll och industrier. Det innehåller allt som sköljs ner i avlopp eller slängs i toaletter, samt rester från industriernas verksamhet. Hushållen är den största källan till olika föroreningar som kommer till Ryaverket, vilket kan bero på folks oförsiktighet och okunnighet om konsekvenserna av deras handlande. Metaller som förekommer i avloppsvatten lakas ur från till exempel metalledningar. Till avloppsvattnet tillkommer även dränvatten och vatten som läcker in i avloppsledningarna (Gryaab, 2011b). Vad detta vatten har för koncentrationer av föroreningar är dock okänt.

Branchorganisationen Svenskt Vatten har krav på industrier att det vatten som leds till reningsverk skall vara behandlingsbart och att det inte skall skada ledningsnäten (Svenskt Vatten, 2012). Varje industri har sedan branschspecifika krav på hur mycket de måste rena sitt vatten.



Figur 2: Fotografi över Ryaverket (Kontrastfoto, 2011)

2.3 Föroreningar i avloppsvatten

Föroreningar i form av metaller hamnar i avloppsvatten genom dagvatten, lakvatten och avloppsvatten från hushåll och industrier. Beroende på verksamhet hamnar olika föroreningar i vattnet som slutligen hamnar hos Ryaverket. Metaller lakas ur ledningar eller från tak, organiska ämnen tillförs genom slitage på exempelvis bildelar. De olika ämnena har olika karaktäristiska egenskaper som kommer att beskrivas i detta kapitel.

2.3.1 Tungmetaller

Det finns flera olika definitioner på vilka grundämnen som räknas som tungmetaller. Den vanligaste innebär att metaller med en densitet på mer än 5 gram per kubikcentimeter är tungmetaller (Bydén, Larsson, Olsson, 2003). De flesta tungmetaller förekommer naturligt i mycket låga koncentrationer i naturen, men kan finnas i naturligt förhöjda koncentrationer nära mineralfyndigheter. Flera tungmetaller, så som järn, zink och koppar, betecknas som biogena då de är nödvändiga i organismers ämnesomsättning. Många andra tungmetaller är giftiga redan vid låga halter, så som kadmium och silver.

Människan har länge utvunnit tungmetaller för användning och då dessa inte är nedbrytbara kommer de att cirkulera i miljön i allt högre halter. Metallerna försvinner endast naturligt utom räckhåll för biologiska organismer via sedimentation i sjöar och hav, men trots detta kan de fortfarande frigöras både genom naturlig och mänsklig påverkan.

2.3.2 Koppar (Cu)

Koppar är ett förhållandevis ovanligt grundämne i jordskorpan, men är samtidigt ett nödvändigt spårämne för sannolikt alla levande organismer och ingår i flertalet enzymer.

Cirka 80 % av världens koppar framställs ur sulfidhaltiga malmer, som exempelvis kopparkis som endast innehåller 0,5 % koppar (NE, 2012d). Tidigare var framställningen av koppar mycket svår ur miljösynpunkt. Det förekom stora utsläpp av bland annat metaller och svaveldioxid. Genom att processen har gjorts mer sluten har stora förbättringar uppnåtts fram till idag.

Koppar och kopparlegeringar används främst inom områden där hög ledningsförmåga av el och värme, god korrosionsbeständighet samt lätthet att foga genom lötning är av betydelse. Exempelvis är mestadelen av all tråd för elinstallationer i hushåll av koppar och det är också i denna form som hälften av världens kopparproduktion används. Lika så används stora delar som alledare i elgeneratorer och motorer. Den goda värmeledningsförmågan hos koppar utnyttjas i olika typer av värmeväxlare, som exempelvis bilvärmeväxlare. Rör för vatten- och värmedistribution är ett stort användningsområde för koppar. Plast och rostfritt stål är konkurrerande material, men koppar har flera fördelar i jämförelse med dessa material. Bland annat växer inte vissa bakterier och andra organismer på kopparytor, vilket kan vara väsentligt för vattenkvalitén. Ett stort användningsområde för plåt och band av fosfordesoxiderad koppar finns inom byggindustrin. Takbeläggningar och hängrännor är ett gammalt användningsområde på grund av korrosionshårdigheten och de goda formningsegenskaperna.

Redan vid låga koncentrationer är koppar giftigt för vattenorganismer (2003, Bydén Larsson Olsson). Bland annat alger, ryggradslösa djur och fisk tar skada redan vid 2-5 µg Cu/l. Enligt riktvärden i Göteborgsområdet är gränsen för utsläpp av Cu satt till 9 µg/l

(Miljöförvaltningen, 2008), vilket är en högre koncentration än många vattenorganismer klarar av.

Koppar i hushållsvatten kommer främst från ledningarna och koncentrationen beror på vattnets pH, temperatur och uppehållstid. Koppar gör även att korrosionen i ledningar av järn och galvaniserat (förzinkat) stål ökar. Livsmedelsverket har satt gränsvärden för vatten hos användare till 2,0 mg Cu/l för ”otjänligt” och för ”tjänligt med anmärkning” till 0,20 mg Cu/l.

Normala koncentrationer i svenska sjöar och vattendrag är 0,5 – 3 µg/l och koncentrationer därutöver tyder på föroreningar eller speciella geologiska förhållanden (2003, Bydén Larsson Olsson).

Graden för upptag och giftighet är beroende av i vilken kemisk form ämnet förekommer. Koppar tillförs främst avloppsnätet genom tappvattenssystemen via varmvattenberedare och kopparrör, men även från biltvättar och från industri (Stockholm stad 2012).

2.3.3 Zink (Zn)

Zink är ett metalliskt grundämne som är ett livsnödvändigt spårämne och finns i de flesta levande organismer (NE, 2012f). Zink framställs främst ur zinkbländehaltiga malmer, som oftast innehåller andra mer värdefulla metaller så som bly, koppar eller ädelmetaller. Zink har en hög reduktionspotential, vilket gör att den reducerar ut bland annat järn, kadmium, nickel, tenn, bly, silver, guld och platina ur lösningar av deras salter. Detta är grunden för användningen av zink som korrosionsskydd och som reduktionsmedel vid metallframställning (Hannerz, 1998).

Den årliga världsanvändningen av zink är ungefär tolv miljoner ton. Omkring hälften av detta används som ytbehandling och korrosionsskydd av järn och stål. Övriga användningsområden är exempelvis plåt för taktäckning, batterier- och gummikemikalier, katalysatorer, pigment i rostskyddsfärg och pulver som reduktionsmedel vid framställning av andra metaller. Ungefär 30 % av den zink som förbrukas används till framställning av legeringar. Hälften av detta används till mässing, nickelmässing och andra legeringar med zink, resterande mängd används till legeringar med ett innehåll på mer än 90 % zink. Omkring 7 % av all utnyttjad zink används som plåt, rör och profiler för exempelvis taktäckning och batterier samt i pulverform som reduktionsmedel vid framställning av metaller. Ungefär lika stor andel används vid framställning av zinkkemikalier som används som bland annat batteri- och gummikemikalier, katalysatorer, pigment, dentalmaterial och antiseptika (Hannerz, 1998).

Zink tillförs avloppsreningsverket från bland annat zinkoxid som används inom verkstadsbranschen i bland annat pigment, från ytbehandlingsindustrin genom förzinkningsprocesser och från korrosion av plåt från exempelvis biltvättanläggningar (NE, 2012f).

2.3.4 Bly (Pb)

Ungefär hälften av all bly används i blyackumulatorer. Resterande del används till rör och reaktorkärl inom kemisk industri, inom vapenindustri och vid framställning av färgpigment. På grund av den höga tätheten åtgår mycket av metallen också till skydd mot radioaktiv strålning och röntgenstrålning (NE, 2012b). Bly är också effektivt som ljudabsorbator och som vibrationsdämpare. Förr användes tetraetylblead som tillsats i bensin, men detta förbjöds inom EU år 2000 (NE, 2012b). Detta har lett till en förbättring av bly i miljön (Miljöbarometern Stockholm, 2011).

Nya mängder bly tillförs ständigt miljön via utsläpp från mineralbearbetning och förbränning. Det återfinns i oftast naturen bundet till organiskt material, främst i ytjordar och sediment

2.3.5 Silver (Ag)

Silver tillhör gruppen myntmetaller som användas vid tillverkning av smycken, mynt och inom elektronik då silver har bra ledningsförmåga och oxidationsbeständighet, det största användningsområdet är inom fotografiska industrier (NE, 2012e).

Både metalliskt silver och dess salter har bakteriedödande effekt som kan utnyttjas vid rening av vatten och sårbehandling (NE, 2012e).

Slam från stora reningsverken har oftast de högsta halter av silver och guld, silverföreningar som hamnar i avloppsreningsverkan kommer från grafiska verksamheter och tandvårdsmottagningar samt en del kommer från konsumentprodukter som har antibakteriellt medel (Andersson, 2003).

2.3.6 Kadmium (Cd)

Kadmium är en mjuk, silvervit metall som förekommer i låga koncentrationer i jordskorpan (NE, 2012c). Den framställs som en biprodukt vid utvinning av andra metaller så som zink, koppar och bly.

Växternas jonabsorption gör att kadmium kommer in i näringskedjan. Mestadelen av kadmiumet binds i rotvävnaderna, men en viss andel förs vidare till skotten. Då åkerjordar gödslas med konstgödsel eller rötslam kan kadmium tillföras. Växter tar sedan upp metallen som slutligen anrikas hos toppkonsumenter som människor och rovdjur.

Kadmium finns i de flesta livsmedel som njure, lever, skaldjur och vissa svampar innehåller höga kadmiumhalter. Europeiska Unionen har satt högsta tillåtna gränsvärden för kadmiumhalter i livsmedel (Livsmedelsverket, 2010). Dessa gränsvärden ligger mellan 0,05-0,3 milligram per kilo livsmedel.

Enligt avloppsreningsverkens beräkningar kommer största tillförseln av kadmium från hushåll, biltvättanläggningar och konstfärger (Wall, 2002). De största utsläppen av kadmium till vatten kommer främst från gruvor och metallverk (NE, 2012c).

2.3.7 Antimon (Sb)

Antimon är ett relativt sällsynt grundämne och utgör endast 0,2 miljondelar av jordskorpan (NE, 2012a). De naturliga halterna är betydligt lägre än för arsenik och i ungefärlig storleksordning som kadmium.

Antimon används framför allt som tillsats i olika legeringar med bly, tenn och koppar, för att öka hårdhet och styvhet hos dessa. Vissa föreningar av antimon används som läkemedel mot parasitsjukdomar. Sb_2O_3 är ett ämne som används vid tillverkning av flamskyddsmedel, plast och så vidare. Sb_2O_3 är ett ämne som antas vara cancerogen.

Användning och nyproduktion av antimon har ökat kraftigt under 1900-talet, främst de senaste 30-40 åren (IVL, 2002). Antimon utvinns huvudsakligen från legerat bly och nyproduktionen av ämnet antas vara 6 gånger högre än för Kadmium och 4 gånger högre än arsenik.

Samtidigt minskar återvinningsgraden av antimon. Halterna av antimon i miljön beror till stor del på mänskliga aktiviteter. De globalt vanligaste emissionskällorna för antimon anses vara kolförbränning, smältverk, metallbearbetning och avfallsförbränning.

2.3.8 Organiska ämnen

Organiska ämnen tillförs avloppsreningsverk både från hushåll och industri men även från dagvattensystemet. De ämnen som tillförs reningsverken och hamnar i slammet är bland annat polyklorerade bifenyler (PCB) och andra klororganiska föreningar, polycykliska aromatiska kolväten (PAH), alkylfenoletoxylater, ftalater, konserveringsmedel, mineralolja samt ett antal andra organiska ämnen. Till skillnad från metaller så bryts organiska ämnen ned förr eller senare. Nedbrytningstiden och effekterna av ämnena samt deras nedbrytningsprodukter har betydelse för inverkan på organismer i mark och vatten. För höga koncentrationer av giftiga föroreningar kan ha hämmande effekt på de nedbrytande mikroorganismerna.

2.3.9 Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH) bildas vid ofullständig förbränning av kol och/eller kolväten som exempelvis finns i olika oljor. Detta sker vid exempelvis krackning eller i förbränningsmotorer (NE, 2012). PAHer är inte flyktiga, men sprids i luften med sotpartiklar.

PAHer är fettlösliga och bioackumulerande. Djurförsök har visat att molekylstrukturen kan påverka cellkärnans DNA och skada arvsmassan. De har också visat sig vara cancerframkallande. De allra flesta organismer kan omvandla PAH och produkterna som då bildas är farligare än ursprunget. Då ämnet bland annat sprids med sotpartiklar är lungorna ett utsatt organ och då PAHer också finns i bottensediment kan fiskar påverkas negativt (Miljöbarometern, 2012).

PAHer finns i bland annat bildäck, vilka mals ned till granulat, när de är uttjänta, och som sedan används till utfyllnad i konstgräsplaner. Detta medför en ytterligare spridning av PAH i miljön. Det sprids även vid vägar då små bitar av gummi slits av och följer med regnvatten ner i vattendrag och sjöar. PAH finns i kreosot, som tidigare användes som impregnering av järnvägsslipers, vilket också har medfört en spridning till naturen (Miljöbarometern, 2012).

2.3.10 Ftalater

Ftalater är estrar eller salter av ftalsyra (NE, 2012). Ftalatestrar bildas av alkoholer som etanol och metanol, som antingen är en molekyllkedja som är rak eller med en viss förgrening.

Anledningen till det stora antalet ftalater är att de behöver ha olika egenskaper för olika användningsområden. Årsproduktionen av ftalater uppskattas till ungefär sex miljoner ton. De används i första hand för att göra polyvinylklorid(PVC) som mjukgörare och smörjmedel i plast. Ftalater finns även i lim, lack, tapeter, kablar, folie och kosmetika. Det leder till att både människan och miljö på något sätt utsätts för ftalater från olika källor. Mängden ftalater i miljön är relativt låg på grund av dess snabba fotokemiska och biologiska nedbrytning (Ftalater, 2012). Ftalater kan samlas i vissa enkla vattenorganismer, men de flesta högre organismer har förmågan att bryta ner ftalater snabbt utan fara (Ftalater, 2012).

Ftalater anses vara cancerogena och misstänks även ha hormonstörande egenskaper. Några få punktkällor kan finnas, men ämnena är huvudsakligen spridda i samhället och återfinns i slammet hos avloppsreningsverk.

2.3.11 Nonylfenoler

Nonylfenoletoxylater och oktylfenoletoxylater (OFE) är nonjontensider som tillhör gruppen alkylfenoletoxylater (AFE) (Stockholmvatten, 2000). De förekommer främst i textilier, byggmaterial och tvätt- och rengöringsmedel. De bryts ned förhållandevis enkelt i miljön, men bildar dock svårnedbrytbara nedbrytningsprodukter. Exempel på dessa nedbrytningsprodukter är nonylfenol som är giftigt för vattenlevande organismer, eventuellt bioackumulerbara samt har hormonstörande effekter. Ett nationellt mål är att användningen av nonylfenoletoxylater helt ska upphöra (Stockholmvatten, 2000). Alkylfenoletoxylater, främst nonylfenoletoxylater, kan förekomma inom industriell verksamhet i specialrengöringsmedel så som rengöringsmedel för klotterborttagning, avfettningsmedel som används vid exempelvis biltvätt och som dispergeringsmedel i färg och lack. Ämnena används även vid tillverkning av olika plaster och i tvättmedel för bland annat kemtvätt (Stockholmvatten, 2000).

Inom den Europeiska Unionen är det förbjudet att använda nonylfenoletoxylater vid textilproduktion. Den största mängden av nonylfenoletoxylater kommer från importerande textilier utanför den Europeiska Unionen. Enlig rapporten ”Substansflödesanalys – av alkylfenoler och alkylfenoletoxylater i Stockholms stad 2004” antas att cirka 30 % av nonylfenolen som kommer till reningsverket lagras i slammet, att 40 % passerar genom verket och hamnar i recipienten medan de resterande 30 % bryts ned (Andersson, Sörme, 2007)

2.4 Riktlinjer och riktvärden enligt Miljöförvaltningen

Då många verksamheter, processer och arbeten släpper ut förorenat processavloppsvatten inklusive förorenat dagvatten, valde miljöförvaltningen att 2008 utarbeta riktlinjer eller riktvärden för anvisning och reglering för utsläpp av avloppsvatten till dagvattensystem eller till recipienter i Göteborgs kommun (Miljöförvaltningen, 2008). Önskemål om tydliga riktlinjer och krav hade sedan tidigare ställts av fastighets- och anläggningsägare samt entreprenörer, detta för att kunna ha framförhållning i planering, upphandling och åtgärder. Dessa aktörer anser även att konkurrensförhållanden kan förvridas beroende på miljömedvetenhet och oaksamhet.

Kraven som sattes varierar beroende på provningstillfällen och olika slags verksamheter, trots i princip likartade avloppsvatten. Detta beror på att det inte finns några nationella eller regionala riktlinjer för utsläpp till dagvatten och recipient. I många ärenden har likartade krav ställts beträffande avloppsvattenutsläpp med hänsyn till skydd av vattenmiljön. Kraven är främst framtagna för att ge anvisning till miljöförvaltningens tjänstemän vid provning av avloppsvattenutsläpp, men de är även till för att underlätta för övriga organisationer, förvaltningar, planerare och verksamhetsutövare inför frågor, som exempelvis teknikval och kostnader, vid avloppsutsläpp.

Riktlinjerna är satta med hänsyn till så kallade omvärldsfaktorer, vilket innefattar normer och riktlinjer från:

Vattenskyddsföreskrifter för Göta älv – Föreskrifterna berör Göta älv som råvattentäkt och dessa innefattar föreslagna riktvärden, som tar hänsyn till känsligare organismer. Därför kan dessa riktvärden användas vid reglering av avloppsvattenutsläpp inom vattenskyddsområde.

Miljökvalitetsnormer för laxfiskevatten – Dessa riktlinjer gäller för Göta älv, Säveån och Lärjeån inom Göteborgs kommun och anger rikt- och gränsvärden.

Natura 2000 områden – Lärjeån och Säveån är fastställda som Natura 2000 områden, med hänsyn till bland annat skydd av lax och flodpärlmussla.

EU:s vattendirektiv – Dessa direktiv anger maxvärden för metaller i vattendrag.

Miljöbalken samt vattentjänstlagen – Enligt miljöbalken är det förorenaren som ansvarar för sina utsläpp och för att vidta åtgärder för att begränsa skadliga utsläpp. Varje verksamhetsutövare har ansvar för att förebygga och hindra verksamheten eller åtgärder medför skada eller besvärligheter för människors hälsa eller miljön. Därför skall bästa möjliga teknik användas. Därefter sker en rimlighetsavvägning, där nyttan av skyddsåtgärder vägs mot kostnader.

Kommunens dagvattenpolicy – Dagvatten skall tas omhand på ett sätt som innebär minsta möjliga störning på människors hälsa, på miljön och på mark samt minimera risken för skador på byggnader och anläggningar. Göteborg skall verka för att begränsa tillförseln av metaller och föroreningar från lokala källor till dagvatten. Starkt förorenat dagvatten bör alltid behandlas lokalt före utsläpp i recipient.

Då ingen eller begränsad rening av utsläppen sker, läggs ansvar för miljö och kostnader till mark- och sakägare. Eftersom det ofta är kommunen och olika förvaltningar som är huvudman för vattendragen inom kommunen och hamnen, belastas därmed dessa med kostnaderna.

Tabell 1: Riktvärden för utsläpp enligt Miljöförvaltningen

1.) Krav på minst 90 % avskiljning av partiklar > 0,1 mm om partiklarna kommer från tvättprocesser utomhus eller motsvarande.

2.) I utsläppspunkt i recipient får utsläppsmängden, som momentanvärde, vara högst 1/10 av recipientens momentanflöde.

Maxvärde: Högst 5 ggr högre än riktvärdet. Gäller ej generellt utan provning skall ske för varje ämne. (Miljöförvaltningen, 2008)

Metaller	Riktvärden i utsläpps- eller anslutningspunkt	Enhet
As	15	µg/l
Cr	15	µg/l
Cd	0,3	µg/l
Pb	3	µg/l
Cu	9	µg/l
Zn	30	µg/l
Ni	45	µg/l
Ag	5	µg/l
Hg	0,07	µg/l
TOC	12	mg/l
PAH	3	µg/l
PCB	0,001	µg/l
pH	6 – 9	
Totalfosfor	50	µg/l
Totalkväve	1250	µg/l
Oljeindex	1000 – 5000	µg/l
TBT	0,001	µg/l
Susp	25-50	mg/l
Partiklar	1.)	
Flöde	2.)	

2.5 Åtgärder och reningsmetoder

Det finns många olika sätt att rena vatten på, där alla passar olika bra beroende på yttillgång, kostnad, vattnets föroreningsgrad, typen av föroreningar och kraven på vattnets renhet.

2.5.1 *Biologiska reningstekniker*

Med biologiska tekniker använder man mikroorganismer för att hjälpa till att bryta ner farliga föroreningar till harmlösare föroreningar. De används oftast för att bryta ner organiska ämnen, men även för kvävereduktion (Naturvårdsverket, 2008). Metaller kan ofta delvis avskiljas vid tillämpning av biologiska reningstekniker genom sorption till det biologiska slammet och/eller genom sedimentation.

Luftad damm är den vanligaste typen av rening, som ofta är ett försteg för vidare rening. Dammen är oftast avlång med två olika zoner där de två olika stegen kan ske – nitrifikation i den luftade delen där ammoniumkväve omvandlas till nitrit och denitrifikation i den oluftade delen där nitrit omvandlas till kvävgas. Det är specifika bakterier i båda stegen som genomför omvandlingen. Detta är samma reaktioner som sker i reningsverk, fast då i två separata steg. Luftade dammar brukar ha ett måttligt ytbehov, 0,5 – 1,0 ha (Naturvårdsverket, 2008). Detta gör de mer lämpade vid ytterkanten av samhällen där det finns plats, och mindre lämpade att ha i stads kärnor.

Satsvis biologisk rening, SBR, är en modifierad aktivslamprocess som vid lakvattenrening används främst för att rena vattnet från ammonium men även från BOD, COD och diverse organiska föreningar. Här sker samma nitrifikations- och denitrifikationsprocess som i en luftad damm, men det sker även sedimentering i samma bassäng. Reningen sker i cykler där den första av fem delar innebär fyllnad av reaktorn av biomassa och vatten. Sedan sker en reaktion där biomassan konsumerar substrat (BOD, kväve och fosfor), varefter en sedimentering av biomassan sker i nästkommande steg. Därefter pumpas vattnet ut, och till sist tas det biologiska slammet om hand. SBR kräver mycket mindre plats jämfört med luftade dammar, endast 10 – 100 m². I gengäld måste reaktorn luftas genom blåsmaskiner och kemikalier tillsätts för att reglera pH (Naturvårdsverket, 2008).

Konstruerad våtmark. Våtmarker används främst för att rena bort ammonium, där vattnet antingen tillförs genom ytavrinning eller tillåts perkolera ner genom ett rotzonsystem. Ett våtmarkssystem kan bestå av ett första steg med landväxter där det sker en nitrifikation och ett andra steg med vattenväxter där det sker denitrifikation. En konstruerad våtmark kräver dock väldigt hög ytareal för att vara effektiv, där storleken ofta är flera hektar (Naturvårdsverket, 2008).

Översilning innebär att vattnet sprids ut och tillåts rinna över en svagt lutande markyta som kan vara bevuxen med olika växter. Det sker då en syresättning av vattnet vilket gör att nitrifikation av ammonium kan ske. En viss fastläggning av metaller och organiskt material sker också i ytan, vilket kan orsaka föroreningar i marken beroende på vilka ämnen som finns i lakvattnet. Denna typ av anläggning tar mycket plats. Arean som krävs kan uppgå till flera hektar. För att det ska räknas som en reningsmetod måste mätningar utföras på koncentrationen av ämnen i vattnet före och efter (Naturvårdsverket, 2008).

Mark/växtsystemet är väldigt likt översilning, eftersom vatten tillåts rinna över en markyta till ett uppsamlingsområde där det åter tas mätningar på vattnet. Växterna som är en del av systemet kan ta upp ämnen och då innehålla föroreningar vilket gör att de bör förbrännas i en avfallsförbränningsanläggning, så de kan nyttjas som energikälla. Fastläggningen sker bland annat genom sorption till markpartiklar (Naturvårdsverket, 2008).

Markbädd. Vid behandling i markbädd filtreras lakvattnet genom en bädd av sand. Vid behandlingen avskiljs suspenderat material och en biologisk nedbrytning av organiskt material sker genom att en så kallad biohud av bakterier utvecklas i markbädden. Nitrifikation sker normalt i de övre, aeroba delarna i markbädden. Denitrifikation sker i den djupare, anoxiska delen (Naturvårdsverket, 2008).

2.5.2 Separationstekniker

Med separationstekniker avskiljs förorenande ämnen fysiskt från vattnet istället för att tas upp av organismer eller brytas ned.

Kemisk fällning används för att fälla ut partiklar och därmed minska koncentrationen av bland annat metaller, kväve och fosfor. För att metoden ska vara som mest effektiv får inte vattnet vara för utspädd och det måste ske en bra omrörning i samband med tillsatsen av metallsaltet som används. Metallsaltet är vanligen järn- eller aluminiumbaserat, men bland annat kalcium kan även användas för att fälla ut fosfor och svavel för att fälla ut metaller. De utfällda ämnena avskiljs sedan genom sedimentation. För att förbättra sedimenteringsegenskaperna kan ett flockningsmedel, en polymer av något slag, tillsättas (Naturvårdsverket, 2008). Det finns en gräns för hur rent det är möjligt att få ett utflöde, vilket innebär att det inte är möjligt att använda denna metod vid för låga koncentrationer (Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 2003).

Adsorption brukar användas som ett utav de sista stegen för att rena vatten som redan har genomgått biologisk rening. Det finns tre huvudtyper av adsorptionsmaterial, nämligen aktiverat kol, syntetiska polymerer och kisel-baserade material. Fokus ligger mest på aktiverat kol, eftersom det fortfarande är väldigt dyrt att använda de andra typerna av material (Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 2003). Torv är också ett bra material, då det binder metalljoner väl (Kalmykova, 2009). Sorption med aktivt kol reducerar främst organisk substans. Förbrukat kol förbränns, deponeras eller aktiveras igen. Återaktivering av kol kan dock vara en kostsam process, men har nu blivit ekonomiskt godtagbart.

Indunstning. Vid indunstning av vatten avgår de flyktiga ämnena i en lösning till gasfas för att sedan kondenseras ut. Det bildas ett koncentrat av de svårflyktiga ämnena som måste tas om hand och ett relativt rent kondensat. Avfallet kan efter avvattning omhändertas genom förbränning om det innehåller mycket organiskt material.

Metoden är väldigt energikrävande och behöver ha flera försteg där bland annat pH justeras (Naturvårdsverket, 2008).

Membranfiltrering. Det finns olika membrantyper som används vid olika tillfällen; mikro-, ultra och nanofiltrering där lakvattnet trycks genom membranet där de olika membranerna har olika storlek på sina porer för att fånga upp olika typer av ämnen och organismer. Omvänd osmos är en annan membranmetod som är väldigt vanlig och som kan avskilja ämnen så små som 0,0001 μm i diameter. Lakvattnet måste dock förbehandlas för att förhindra igensättning (Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 2003).

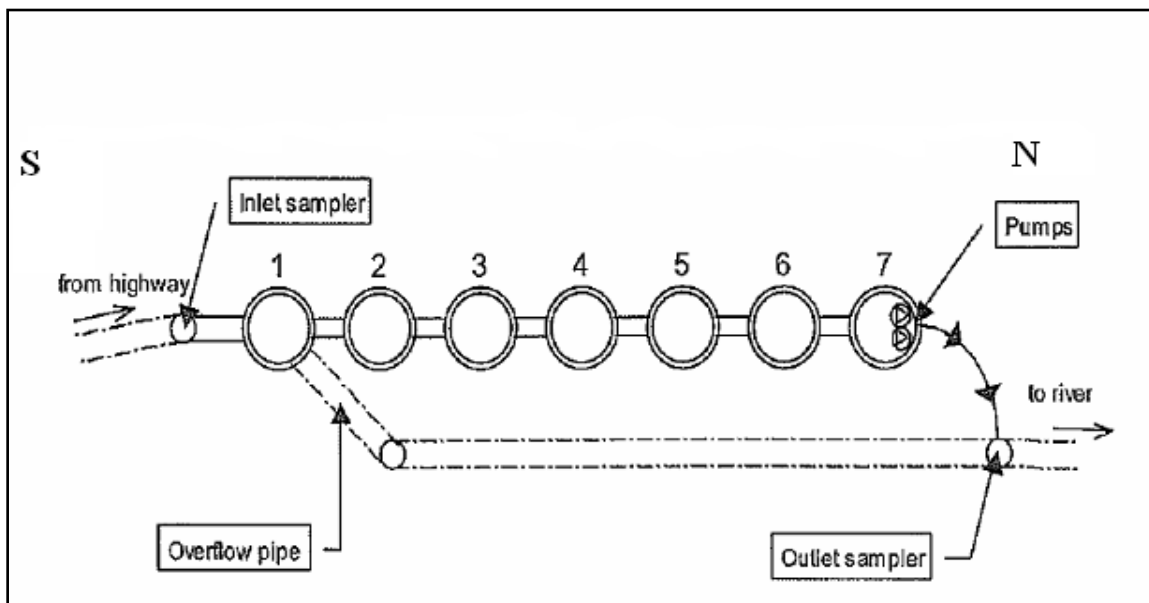
2.5.3 Lokala reningsprocesser för dagvatten

För att rena dagvatten används i nuläget två olika metoder i Göteborgsregionen, sedimentationsdammar och -brunnar, som exempelvis finns i Järnbrott respektive Gårda.

Sedimentationsdammen i Järnbrott har ett uppsamlingsområde på 160 ha och vattnet leds till dammen genom ett stålrör som har fångat upp allt regnvatten (Pettersson, 1999).

Järnbrottsdammen har kapaciteten att rena flöden på upp till 700 l/s och när flödena överstiger detta börjar en del av vattnet ledas direkt till Mölndalsån. Det maximala flödet till dammen är 1100 l/s. Dammens vattenyta är 6200 m² och dammvolymen är 6000 m³. Partiklar i dagvattnet som förs till Järnbrottsdammen kan sedimentera till ett bottenslam som vid behov kan forslas bort och tas om hand.

Sedimentationsbrunnarna i Gårda (se Figur 3) har ett uppsamlingsområde på 2,1 hektar, mestadels motorväg med en hög trafikbelastning (Björklund et al. 2009). Brunnarna har en kapacitet att ta hand om 122 m³ dagvatten, men om brunnarna skulle vara fulla vid ett regn leds överflödsvattnet vidare till Mölndalsån. Dagvattnet magasineras i brunnarna i 40 timmar för att partiklar skall kunna sedimentera innan vattnet pumpas ut i Mölndalsån. Vid behov töms brunnarna på slam. Brunnarna i Gårda renar dagvattnet till stor del, dock skulle ett komplement av någon sorts filter behövas efter sedimentationsbrunnarna för att fånga upp mindre partiklar och föroreningar.



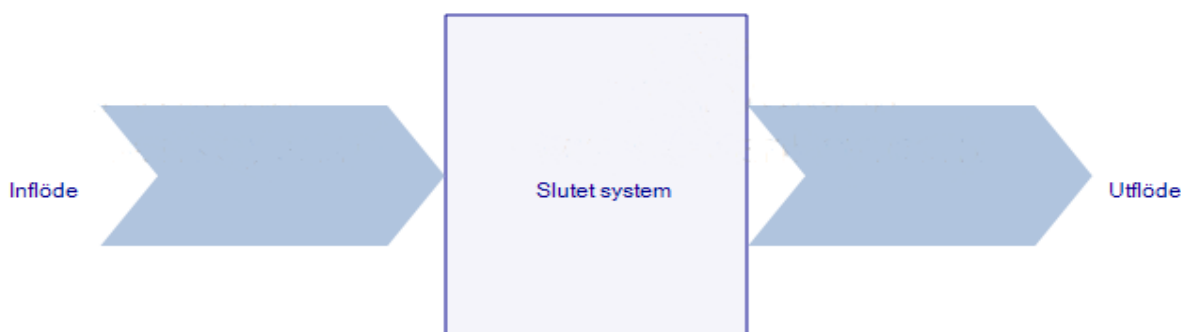
Figur 3: Sedimentationsanläggningen i Gårda (Pettersson et al. 2005)

3 Metod

För att kunna få en översiktlig bild av flöden, viktiga källor och slutligen vilka reningsmetoder som är lämpliga vid de olika källorna har en substansflödesanalys genomförts. Denna analys är en sammanställning av de olika källor som identifierats och kvantifierats, där tillvägagångssättet beskrivs i detta kapitel.

3.1 Substansflödesanalys

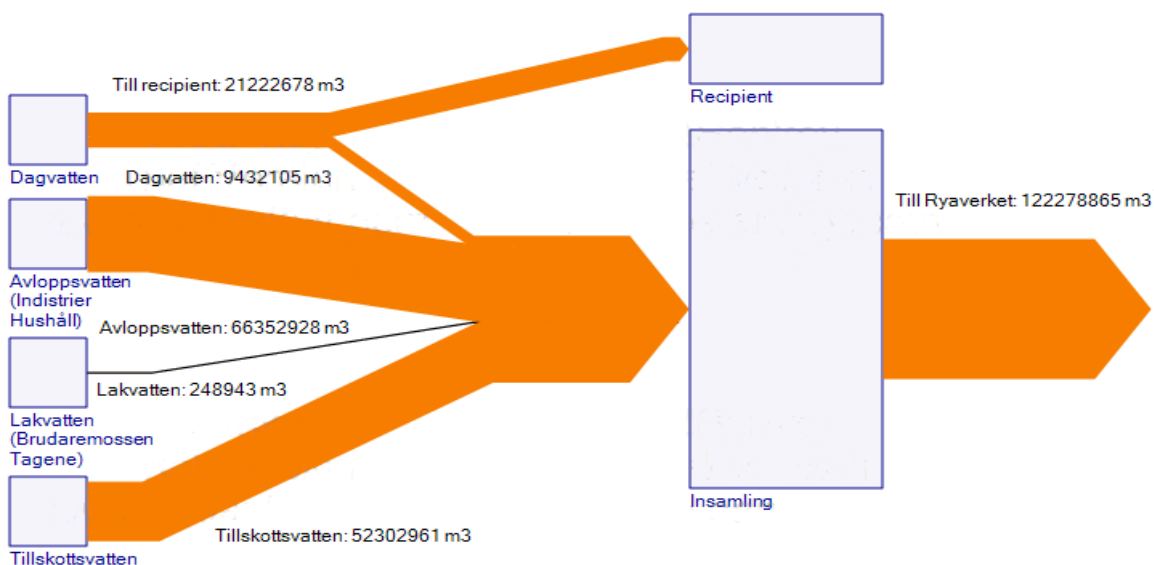
För att kunna finna källor och utbredning av föroreningar har en metod med en så kallad substansflödesanalys använts. Detta gjordes för att kunna kartlägga hur ett ämne eller en förorening flödar inom ett system, hur mycket som lagras där och slutligen hur mycket som släpps ut. (Andersson, Sörme, 2007). Källor och strömmar till föroreningar identifieras och storleken av dessa bestäms. Målet med substansflödesanalysen är att inflödet till systemet skall vara lika stort som summan av utflödet och eventuell lagring inom systemet (se Figur 4), alltså att de källor som identifierats och kvantifierats motsvarar den mängd av föroreningar som flödar in till Ryaverket.



Figur 4: Substansflödessystem

Substansflödesanalysens system definieras som allt inflödande vatten till avloppssystemet som sedan flödar vidare till Ryaverket³. Avgränsningar i systemet är vatten som inte leds direkt till Ryaverket, så som det dagvatten som leds direkt till recipient, avloppsvatten från enskilda avlopp och slutligen det lokalt renade industrispillvattnet som inte är medräknat i systemet (se Figur 5). En yttre systemgräns sattes innan Ryaverket, då verket sågs som ett eget system. Då volymerna som flödade in i systemet var uppskattade gav detta en osäkerhet gentemot det till Ryaverket inkommande spillvattnet, då detta vatten var mycket noggrant uppmätt. Att volymerna inte helt stämde kan även bero på utläckage ur systemet och avloppsledningar, alternativt dåligt uppskattade volymer.

³ Yuliya Kalmykova (Högskolelektor, Bygg och Miljöteknik) Emailkorrespondens 11 maj 2012



Figur 5: System för substansvärdesanalysen. Systemet omfattar endast det som visas i bilden, alltså inte Ryaverket.

3.2 Beräkningar

Beräkningar utfördes på industri- och hushållsspillvatten, lakvatten, dagvatten samt Ryaverkets inkommande vatten. Mängden föroreningar beräknades i kg/år, för att få en överskådlig bild av varje utsläppskällas påverkan av avloppsvattnet. Då ämnen vid mätning befann sig under detektionsgräns beräknades dessa med ett maxvärde, ett medelvärde och ett minvärde. Detta gjordes för att få rimliga beräkningsvärden att jämföra med övriga data. Maxvärdet antogs vara ämnets detektionsgräns. Medelvärdet som beräknades utgick från detektionsgränsen och dividerades sedan med två (medelvärde = detektionsgräns * 0,5), medan minvärdet beräknades som en tiondel av detektionsgränsen (minvärde = detektionsgräns * 0,1). Efter sammanställning av varje enskild utsläppsgrupp, jämfördes beräkningar med den uppmätta mängden föroreningar i Ryaverkets inkommande vatten. Därmed kunde föroreningar i avloppsvattnet spåras till utsläppskällor uppströms Ryaverket.

3.2.1 Beräkningsgång för industrier

Beräkningen av industriernas bidrag till föroreningar i avloppsvattnet utgick från Gryaabs sammanställning av 2010 års analysresultat (se Bilaga 3).

Vid beräkning av industriernas utsläpp i avloppsnätet valdes ett antal större industrier, som ansågs bidra extra mycket till föroreningar, så som Volvo och Arla. Dessa beräknades som enskild punktkälla för att påvisa hur mycket dessa släpper ut. Samtidigt räknades alla sjukhus samman till en utsläppskälla, då dessa bedriver samma typ av verksamhet och i stort sett har samma utsläppskoncentrationer. Övriga industrier summerades som en utsläppskälla, eftersom dessa var för sig bidrog med förhållandevis låga utsläppsmängder. Utsläppen beräknades i kg/år, för att kunna få en övergripande bild av industriernas påverkan jämfört med övriga utsläppskällor. Det gjordes även för att sedan kunna beräkna en procentuell utsläppsmängd i förhållande till Ryaverkets mätningar på inkommande vatten.

Kraven på utsläpp av nonylfenol och ftalater i sötvatten är 1 µg/l (Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999a) respektive 16 µg/l (Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999b) i Kanada, då det saknades riktvärden för dessa ämnen i Sverige användes riktvärdena för att skatta utsläpp från industrier. Detta gjordes då det saknades mätningar på dessa ämnen, eftersom industrierna inte behöver redovisa samtliga utsläppskoncentrationer. Industriernas utsläpp antogs till samma koncentration som riktlinjernas.

3.2.2 Beräkningsgång för hushållspillvatten

Beräkning av föroreningar som fanns i spillvatten från hushåll utgick från Gryaab's miljörapport från maj 2006 till maj 2007 (Gryaab 2008a och 2008b) (se Bilaga 1 och 2).

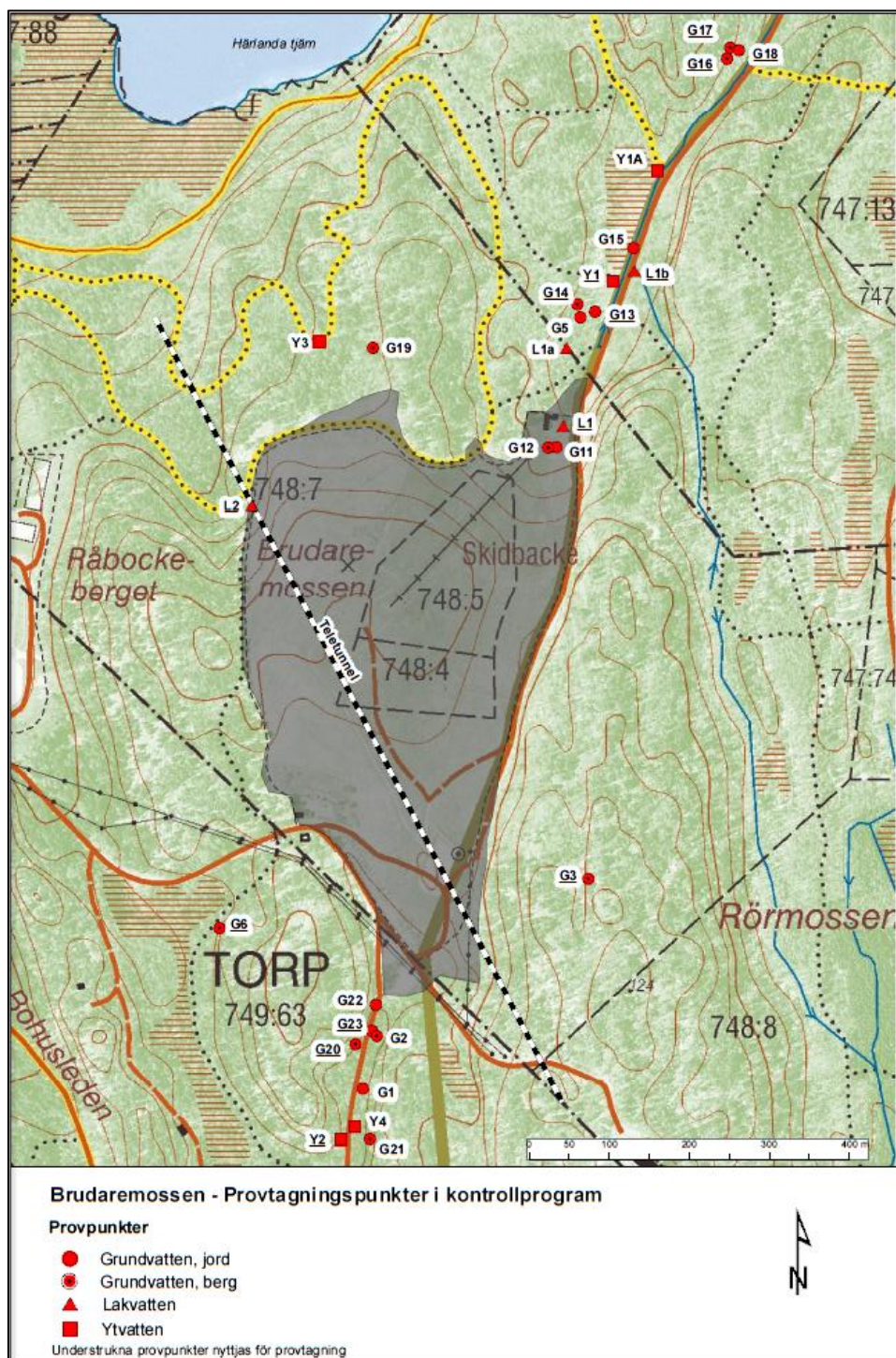
Referensprovtagning utfördes i två olika bostadsområden i Göteborg, med syfte att få data om vilka föroreningar i avloppsvatten som kommer från hushåll (Gryaab 2008a). Det ena bostadsområdet var Norumsgärde i Tuve (pumpstation Norumsgärde) med 80 % flerfamiljshus och 20 % radhus samt ett litet affärscentrum. Det andra bostadsområdet var Lyckhem i Askim (pumpstation Oxledsvägen) som enbart består av radhus. Området kommer benämnas som Oxledsvägen framöver. Provtagningen gjordes under dygn utan nederbörd, för att undvika utspädning av dagvatten.

För att enbart få med hushållspillvatten har därför beräkningar utförts på data från Oxledsvägen. Beräkningarna gjordes med antagandet att samtliga 660 000 invånare som är kopplade till Ryaverket (Gryaab, 2010b) nyttjade samma mängd vatten per dygn och med samma kvalitet som vid Oxledsvägen. Medelvattenförbrukning vid Oxledsvägen har jämförts med spillvatten vid provtagningen. Värdet för vattenförbrukningen angavs som spillvattenmängd och vid Oxledsvägen var det ungefär 260 liter per invånare och dygn (Gryaab 2008a). Detta värde kan jämföras med de 184 respektive 130 liter som Göteborgs Stad har beräknat som medelförbrukning av levererad vattenmängd per person och dygn för boende i flerbostadshus respektive villa (Göteborgs Stad, 2011). Denna spädning med dränvatten innebär att de uppmätta koncentrationerna vid provpunkten troligtvis är längre än de faktiska nivåerna.

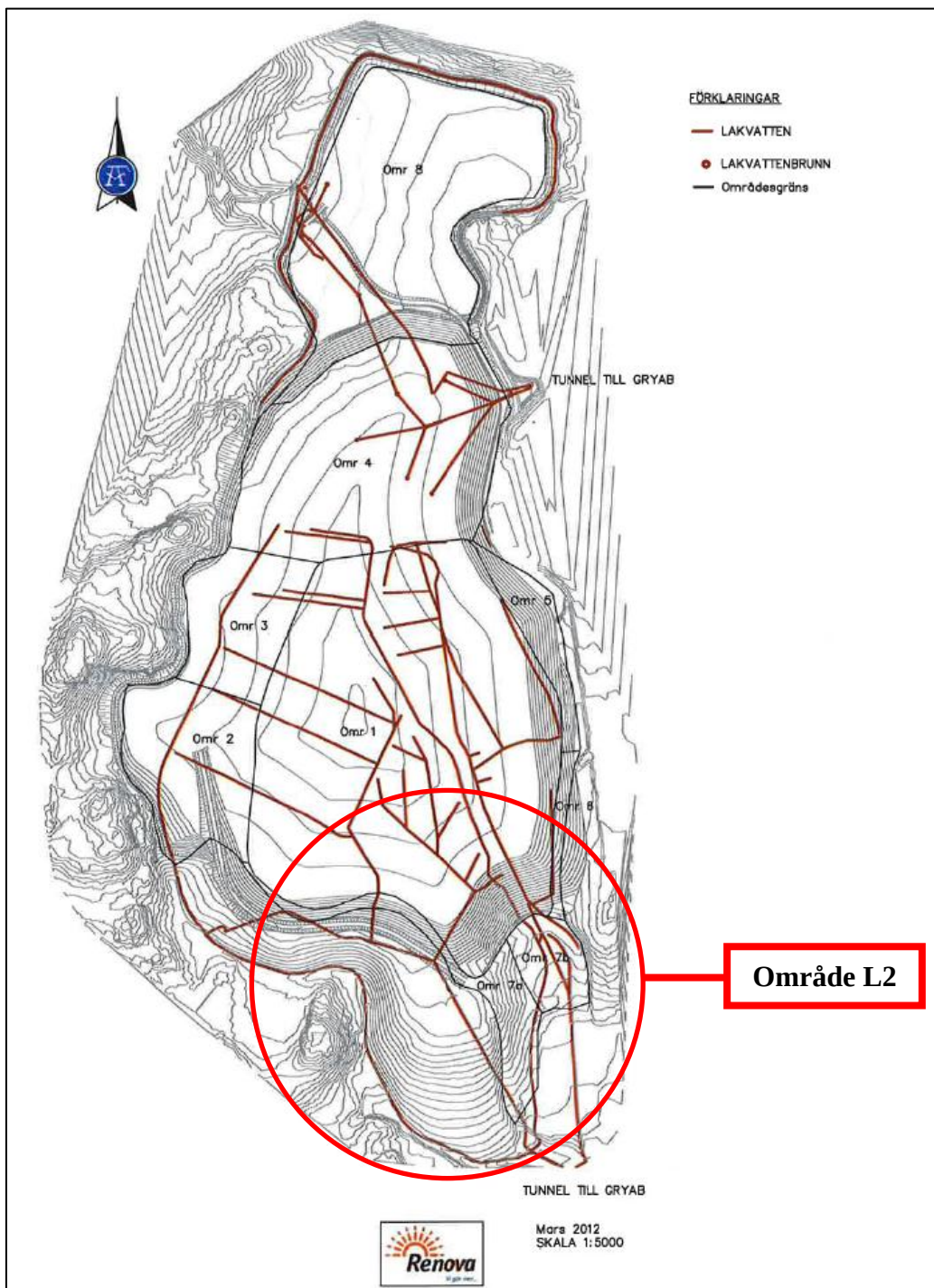
3.2.3 Beräkningsgång för avfallsupplag

Beräkningen av materialflödet från Brudaremossens nedlagda deponi kom från mätningar i område L1b (se Figur 6) för metaller (se Bilaga 9) och organiska ämnen (se Bilaga 6 och 7). För Tagene valdes område L2 (se Figur 7 samt Bilaga 6, 7 och 8).

Vid Brudaremossen togs prover fyra gånger per år som analyserades. Ett medelvärde av dessa fyra koncentrationer användes som grund för massbalansen. Ett årsflöde från Brudaremossen användes, vilket 2010 var 92 952,7 m³/år. Vid Tagene togs det 2010 nio prover vid olika tillfällen som skickades på analys. Ett medelvärde av dessa användes och årsflödet från Tagene användes, vilket för 2010 var 155 980 m³/år. Det fanns olika sorter av ftalater, PAHer och nonylfenoler varav alla inte var mätta separat i vattenprover från hushåll och dagvatten. Därför klumpades dessa tre typer ihop till slutrapporten.



Figur 6: Områdeskarta över Brudaremsens avfallsupplag med provpunkt L1b (Göteborgs Stad, Kretsloppskontoret, 2010).



Figur 7: Områdeskarta över Tagene avfallsupplag med provområde L2 i södra delen av området (Renova, 2012).

3.2.4 Beräkningsgång för dagvatten

Beräkningar av metaller i dagvatten är gjorda av ett medelvärde av koncentrationer från Gårda, Järnbrott och Vasastaden (se Bilaga 4 och 5). Dessa värden är sedan applicerade över dagvattenflödet från Göteborgsområdet. Koncentrationerna är hämtade från mätningar vid olika tillfällen under 2010. Prover som är valda är tagna från brunn 1 i Gårda och inloppet i Järnbrottsdammen för att likna värden av orenat dagvatten.

Tabell 2: Koncentrationer av metaller i dagvatten.

Metaller	Enhet	Gårda 1	Järnbrott	Vasastan	Medelvärde (g/m ³)
Cd	g/m ³	0,0012	0,00077	0,00055	0,00084
Cu	g/m ³	0,022	0,0083	0,27	0,099
Pb	g/m ³	0,00032	0,00027	0,017	0,0059
Zn	g/m ³	0,049	0,20	0,44	0,23
Ag	g/m ³	0,0002	0,00010		0,00015

Beräkningar av organiska föroreningar i dagvatten gjordes med mätvärden från Gårdas sedimentationsanläggningar då dessa värden var de enda som fanns att tillgå i Göteborgsområdet.

För att kunna jämföra hur mycket dagvatten som kommer till Ryaverket med hur mycket vatten det egentligen finns beräknades den totala mängden dagvatten, samt hur stor del av denna som leds direkt till recipient. Enligt Figur 5 går ungefär 1/3 av allt dagvatten direkt till Ryaverket.

4 Resultat och diskussion

Genom beräkningar av massflöden har analysunderlag tagits fram för samtliga källor; dagvatten, lakvatten och avloppsvatten för både industrier och hushåll. Dessa värden och resultat kommer att presenteras och diskuteras källa för källa i detta kapitel.

Då vissa värden, till exempel antimon, saknas har vi antagit dessa utefter vad vi förstått är rimligt. Antimon har satts till värden liknande kadmium (se Tabell 3). Även mängder av nonylfenoler, PAHer och ftalater har i viss utsträckning antagits enligt rimliga värden och gränser för utsläpp.

Tabell 3: Sammanställning av utsläpp av metaller och organiska miljögifter från olika källor i kg/år

Ämne [kg/år]	Dagvatten	Hushåll	Industrier	Brudaremossen Lakvatten	Tagene Lakvatten	Totalt beräkningar	Ryaverket inkommande
Ag [kg/år]	1,42	34,32	0,03	0	0	35,77	9,4
Cd [kg/år]	7,92	5,55	0,53	0,0053	0,26	14,31	13,8
Cu [kg/år]	936,5	4 679,5	61,9	0,17	50,09	5 728,16	8645
Pb [kg/år]	55,32	112,31	13,91	0,075	5,91	187,53	427
Sb [kg/år]	8	14,974	0,5	0,005	0,25	23,73	50
Zn [kg/år]	2 159,34	5 927,3	129,7	4,99	44,84	8 266,17	10176
PAH (cancerogen) [kg/år]	11,84	0	4	102,25	31,2	149,28	150
PAH (ej cancerogen) [kg/år]	4,99	0	4	334,62	46,8	390,42	900
Nonylfenol [kg/år]	3,39	205,89	3	0,052	0,027	212,37	244,56
Ftalater [kg/år]	46,03	1 647,2	43,5	447,1	656,68	2 840,48	2 139,9

Beräkningarna har utförts med antagandet att flöden och koncentrationer till Ryaverket är konstanta under hela året, vilket inte är korrekt. Bland annat varierar mängden nederbörd och koncentrationer av föroreningar under året. Detta har inte tagits hänsyn till vid beräkningar, vilket gör att dessa kan skilja sig från verkligheten.

Utsläppen av PAHer, ftalater och nonylfenoler antogs vara precis på den gräns då industrier är tvungna att deklarerat sina utsläpp. Antagandet gav att ca 8 kg PAH släpptes ut från industrierna och då vi inte visste hur många av dessa kilogram som var cancerogena och icke-cancerogena antogs industrierna släppa ut 4 kg av vardera.

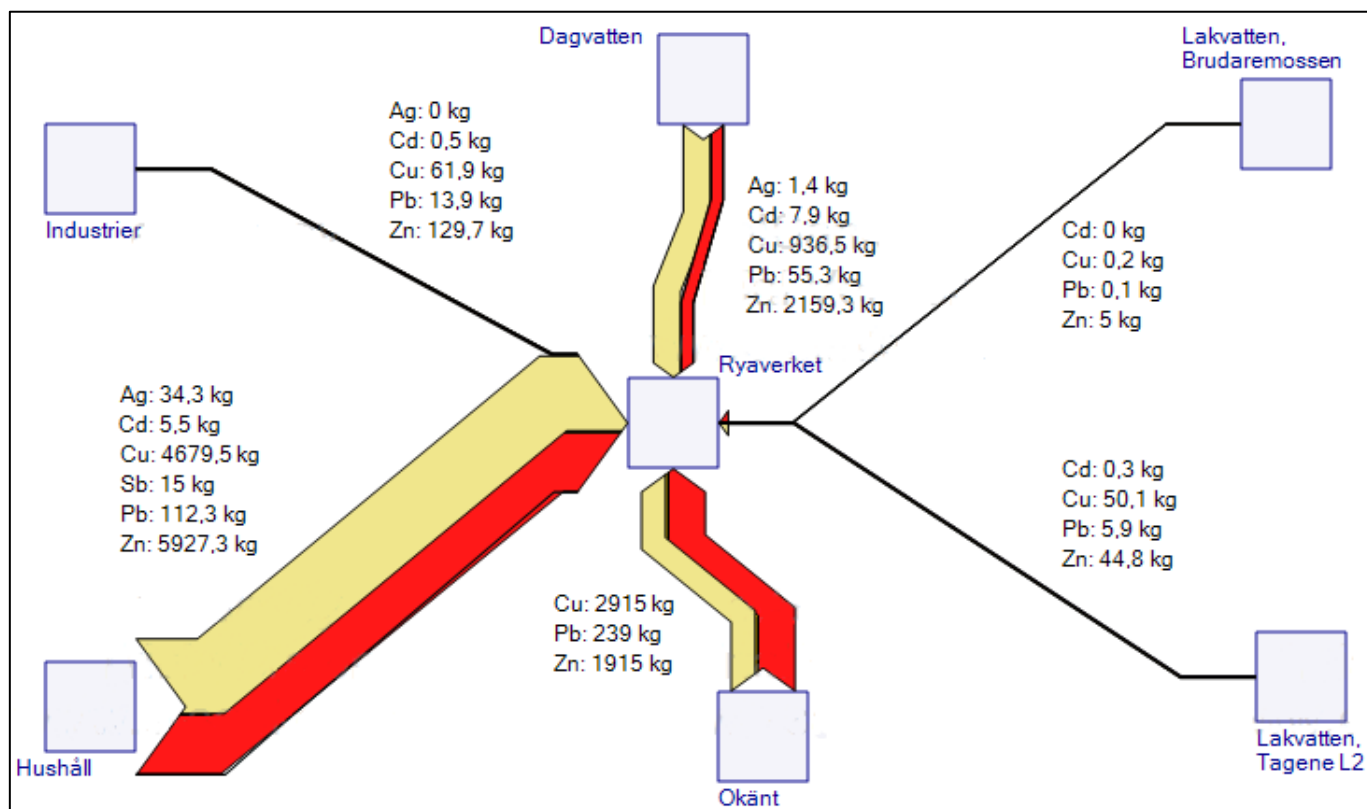
Hushållen beräknades utifrån att ungefär 660 000 personer är kopplade till Ryaverket. Utsläppen från hushåll är beräknade utifrån medelinvånaren på Oxledsvägen i Askim, vilket sedan har multiplicerats med antalet personer som är anslutna till reningsverket. Antagandet

kan ha lett till för höga eller för låga värden på vissa föroreningar gentemot det verkliga värdet. Exempelvis visar beräkningar att hushåll i Göteborg släpper ut ungefär 35 kg silver per år, vilket är högre än Ryaverkets verkliga inkommande mängd silver på cirka 10 kg per år. Detta kan bero på att koncentrationerna var något förhöjda vid Oxledsvägen vid provtillfället, vilket har lett till för höga värden gentemot verkligheten vid överslagsräkning.

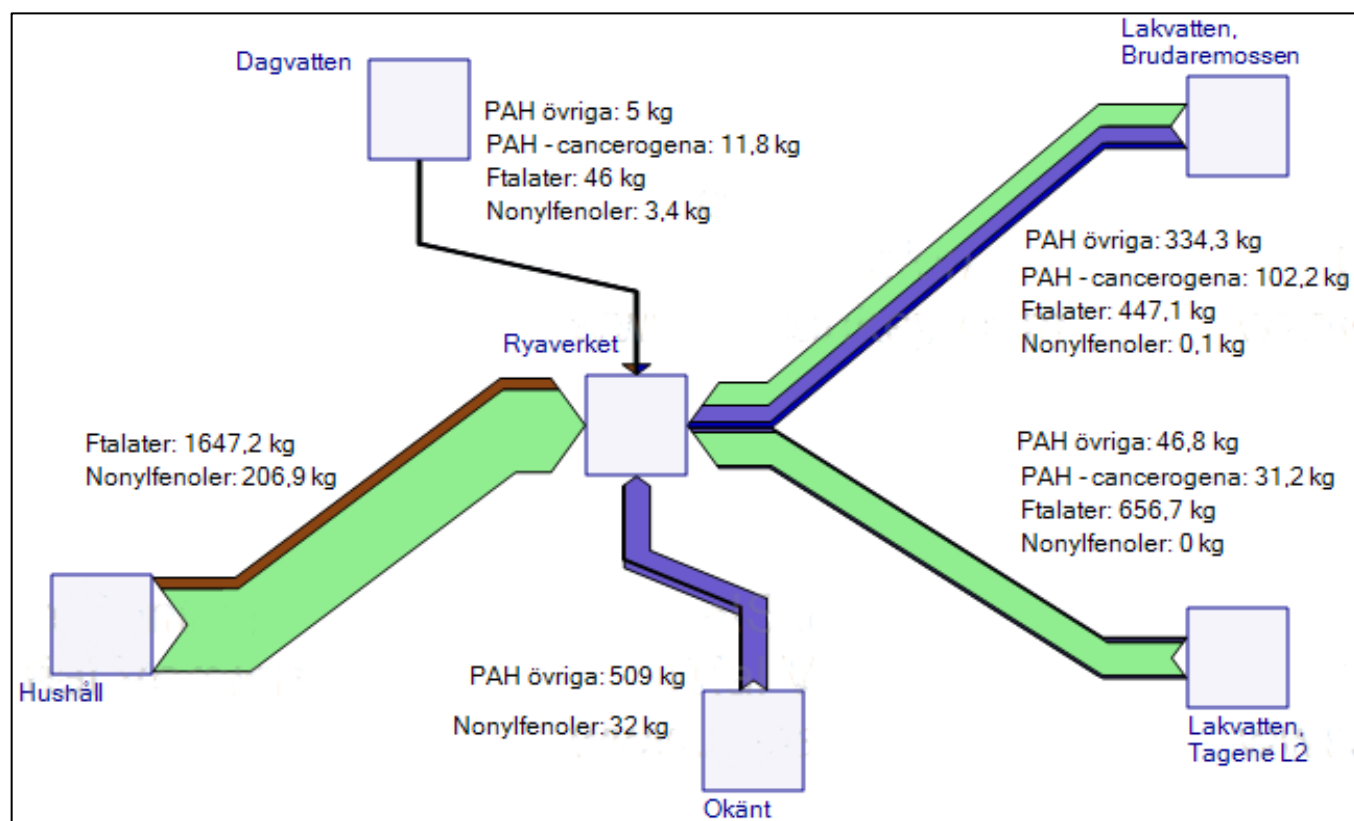
Beräkningar av utsläpp från industrier, hushåll och dagvatten samt lakvatten från avfallsupplag är gjorda så att samtliga resultat är i kg/år. Detta har gjorts för att få en lätt och överskådlig bild av vad och hur stor mängd olika företag släppte ut.

Tabell 4: Procentuell fördelning av föroreningar från utsläppskällor i Göteborgsområdet.

Ämne	Dagvatten	Hushåll	Industrier	Brudare- mossen Lakvatten	Tagene Lakvatten	Totalt beräkningar	Ryaverket inkommande
Ag [%]	15,2	365,1	0,3	0	0	380,6	100
Cd [%]	57,4	40,2	3,8	0,04	1,9	103,3	100
Cu [%]	10,8	54,1	0,7	0,002	0,6	66,2	100
Pb [%]	13	26,3	3,3	0,02	1,4	44	100
Sb [%]	16	30	1	0,01	0,5	47,5	100
Zn [%]	21,2	58,2	1,3	0,05	0,4	81,2	100
PAH (cancerogen) [%]	7,9	0	2,7	68,2	20,8	99,5	100
PAH (inte cancerogen) [%]	0,6	0	0,4	37,2	5,2	43,4	100
Nonylfenol [%]	1,4	84,2	1,2	0,02	0,01	86,8	100
Ftalater [%]	2,2	77	2,0	20,9	30,7	132,7	100



Figur 8: Sankeydiagram över massflödet av metaller i Göteborgsområdet.



Figur 9: Sankeydiagram över massflödet av organiska föreningar i Göteborgsområdet.

4.1 Resultat av beräkningar för industrier

Många av industrierna har inte mätt alla ämnen de släpper ut, utan endast ett fåtal som de troligtvis har fått krav på sig att kontrollera (se Bilaga 3). Eftersom många ämnen inte var analyserade, utan räknades som noll i utsläppsmängder, antogs det att summan av industriernas utsläpp i verkligheten var något högre än den som har räknats fram. Då de organiska föroreningarna var sammanräknade under summaparametrar, så som TOC, COD och BOD, i Gryaabs sammanställning var det omöjligt att urskilja enskilda ämnen. Vid massbalansberäkning över samhället i stort krävdes därför antaganden gällande industriernas utsläpp av organiska föroreningar. Därför antogs dessa vara lika med maximalt tillåtna utsläppskoncentrationer för att få industriernas maximala möjliga påverkan.

Tabell 5: Utsläpp av metaller (kg/år) från industrier i Göteborgsområdet.

Industrier	Flöde m ³ /år	Cd	Cu	Pb	Zn	Ag
Ale kommun, Sörmossen	62500	0,0030	0,16	0,081	2,0	
ARLA Mejeri	231074	<0,0005	0,48	0,0050	1,25	
Eka Chemicals AB	370008	0,080	3,50	3,90	16,0	0
Göteborgs Hamn AB, Skarvikshamnen, CB	61500					
Kretsloppsnämnden, Brudarmossen	103750	0,003				
SJUKHUS, Sahlgrenska, Östra och Mölndals	482317	0,0002	0	0	0	0,0003
Volvo Lastvagnar AB, Lundby och Tuve	113923	0,012	9,20	0,15	12,50	0
Volvo VCC AB, Torslanda (HA dvs sanitärt och TB2C)	763748	0,15		3,83		
Övriga industrier summerade	530108	0,28	48,59	5,94	97,92	0,030
Summa Industrier	2718928	0,53	61,93	13,91	129,67	0,030
Ryaverket inkommande	122278865	13,80	8645	427	10176	
Procentuellt utsläpp av industrier utifrån Ryaverkets inkommande [%]	2,2	3,8	0,72	3,26	1,27	

Krav på utsläpp av nonylfenol och ftalater i sötvatten är 1 µg/l respektive 16 µg/l. Dessa värden användes för att skatta utsläpp från industrier, vilket gav att industrier släpper ut 3 kg nonylfenol och 43 kg ftalat per år (se Tabell 3).

Industrier stod för en relativt liten del av utsläppen av samtliga ämnen som tagits upp i rapporten, procentsatsen varierar mellan 0,3 till 3,3 % av Ryaverkets inkommande föroreningar för de olika ämnena. Då industriernas verksamhet har en stor variation och dess

andel är så pass liten (se Tabell 4) har ingen allmän reningsmetod för industrispillvatten undersökts då det inte anses nödvändigt. Eftersom utsläppen är verksamhetsspecifika för varje enskild industri, krävs en egen karakteristisk reningsmetod för varje företag.

Gryaab har vid mätningar beräknat att utsläppen av silver (Ag) från sjukhus i området varit cirka 1000 gånger lägre än det borde vara. Detta fel upptäcktes inte förrän i december 2011. Enligt senare beräkningar bör exempelvis Sahlgrenska sjukhuset ha ett utsläpp på cirka 125 gram per år. Därmed kan det antas att även Mölndals sjukhus och Östra sjukhuset bör ha en betydligt högre utsläppsmängd av silver.

Dala Förnickling är ett företag vars verksamhet lades ned i december 2010 på grund av brand. De bidrog med största sannolikhet till föroreningar, främst från metaller. Då verksamheten lades ned mättes aldrig utsläppen av föroreningar.

Sammanställningen innefattar inte all industriell verksamhet i Göteborgsområdet, därför kan värdena för utsläpp antas vara något högre än de beräknade. Dock ingår samtliga större industrier i mätningarna. Därför kan det rimligen antas att de industrier som inte ingår i mätningarna är små och därmed tillför en mindre mängd föroreningar än de stora. Därför kommer deras påverkan inte att höja industriernas totala påverkan något anmärkningsvärt. Det finns även en möjlighet att dessa små industrier har en markant påverkan jämfört med större företagen, då de större oftast har råd att rena sina utsläpp medan de mindre företagen fuskar med detta.

Den mängd som har räknats fram att industrierna släpper ut av föroreningar är relativt låg, vilket kan tyda på att de i många fall har egen rening av sitt vatten. Därför kommer ingen fokus att läggas på att utvärdera eller rekommendera lokala reningsmetoder vid industrierna.

4.2 Resultat av beräkningar för hushållsspillvatten

Hushållen var enligt beräkningar den största utsläppskällan av nästan samtliga ämnen (se Tabell 3 och 4). Detta beror på att varje enskild individ släpper ut små mängder av många olika ämnen. I och med att det är 660 000 invånare som är kopplade till Ryaverket blir utsläppsmängderna från hushåll i slutändan en betydande del av samhällets totala utsläpp. Detta innebär också att antagandet att samtliga invånare släpper ut lika mycket som medelinvånaren vid Oxledsvägen kan leda till stora skillnader gentemot verkliga värden, då området är ett homogent radhusområde medan hela Göteborgsregionen är en blandning av villor, radhus och flerbostadshus.

Enligt beräkningar kom nästan all nonylfenol i avloppsvattnet från hushållen. Osäkerheten i beräkningarna är stor, då industriernas påverkan av enskilda organiska föroreningar inte har analyserats på utgående avloppsvatten.

Beräkningarna visade att höga halter av metaller från hushåll hamnar i avloppsvattnet. Detta beror främst på korrosion i vattenledningar. Framförallt är det koppar och zink som är utmärkande i hushållsspillvattnet med närmare 60 % av samhällets totala utsläppsmängd vardera (se Tabell 4). Metallerna tillförs sedan avloppssystemet via urin och avföring. Även hygienprodukter leder till utsläpp av metaller.

Hushållen stod för en betydande del av samhällets totala utsläpp av ftalater. Detta beror på den stora mängd ftalater i plaster som återfinns i hushållen, vilka spolats ned i avloppssystemet.

Mängden utsläpp av PAHer var inte uppmätt för hushållsspillvatten. Troligtvis står hushållen för en relativt låg andel av dessa utsläpp, då PAHer främst förekommer i dagvatten. Enligt beräkningar kommer hälften av Ryaverkets inkommande mängd PAH från okänd källa (se Tabell 4).

Då den största källan till koppar och zink i avloppsvatten från hushåll är korrosion i vattenledningar behövs koppar- och zinkrör gradvis bytas mot bättre alternativ. Detta kan exempelvis vara rör av betong eller plast, men givetvis bör det då vara plaströr som inte släpper ut organiska föroreningar.

Tvättmedel och rengöringsprodukter som innehåller fosfor bör undvikas, eftersom kadmium oftast återfinns tillsammans med just fosfor. Så ofta det är möjligt bör miljömärkta produkter användas.

Då vissa importerade textilier innehåller nonylfenoletoxylater, bör man avstå från att köpa dessa för att förhindra spridningen till reningsverket. En minskning av produkter innehållande dessa kemikalier är i linje med miljömålet om Giftfri Miljö (Miljömål, 2012), där en utfasning av skadliga ämnen i produkter föreslås som åtgärd. Målet är att det inte skall finnas några onaturliga kemikalier i miljön och dess ekosystem. Tanken är också att målet skall vara uppnått till år 2020.

Tabell 6: Medelvärdesberäkningar av metaller från hushåll.

Enhet		Cu	Zn	Pb	Ag	Cd	Sb
Kg/år	Ryaverkets inkommande	3 244	3 993	156	0	7	27
Kg/år	Oxledsvägen	4 679	5 927	112	34	6	15

Tabell 7: Medelvärdesberäkningar av organiska föroreningar från hushåll.

Enhet		Di ftalater	Dietylftalat	Di-n-butylftalat	4-nonylfenol
Kg/år	Ryaverkets inkommande	874	150	69	125
Kg/år	Oxledsvägen	1 061	387	200	206

4.3 Resultat av beräkningar för avfallsupplag

Brudaremossens avfallsupplag stod för den klart största mängden utsläpp av PAHer. Närmare 70 % av mängden cancerogena PAHer som inkom till Ryaverket kom från Brudaremossen, medan ca 20 % av samma kategori kom från Tagene. Brudaremossen och Tagene svarade för 37 % respektive 5 % av de icke-cancerogena PAHerna som släpptes ut i avloppssystemet. Tillsammans stod dessa två avfallsupplag för närmare 90 % av de cancerogena PAHerna och över 40 % av de icke-cancerogena i avloppsvattnet. Osäkerheten är stor gällande de icke-cancerogena PAHerna, då våra beräknade massbalanser endast uppkommer till 43 % av Ryaverkets inkommande mängder PAH.

Det saknas mätvärden för koncentrationen av silver (Ag) från både Brudaremossen och Tagene, vilket var en felkälla då dessa beräknades som noll när den antagligen var större.

4.3.1 Brudaremossen

De största föroreningarna från Brudaremossen, med avseende på de ämnen vi har valt att studera, var ftalaterna och PAHerna. Metallerna vi hade valt hade låga koncentrationer jämfört med de organiska föroreningarna. Därför behövs det något som kan filtrera bort de organiska ämnena mest. Dock fanns det höga halter av andra metaller närvarande, det vill säga järn (Fe), aluminium (Al), mangan (Mn) med flera, som inte var en del av ramverket för detta arbete. Eftersom det är ett friluftsområde med mycket plats finns det möjlighet att ha flera olika reningstekniker där, men de skulle inte vara särskilt estetiskt tilltalande. Därför vill man ha något som är lite mindre och som, helt eller delvis, kan grävas ner under marken.

Adsorption med en kombination av torv och aktivt kol verkar vara den mest realistiska möjligheten (Krewer och Moona, 2012), då alternativet med filtrering följt av omvänd osmos troligtvis skulle bli för dyr att ha i drift då deponin är nedlagd. En förlängning av sedimentationsdammen skulle även hjälpa till att minska mängden lösta partiklar utan att nämnvärt förstöra naturområdets estetik.

Tabell 8: Flödet av metaller från Brudaremossens deponi.

Ämne	Enhet													Årsmedel	Summa(kg/år)
Årsflöde	m ³	92952,7													
Cd	µg/l	0,05	0,0362	0,0842	0,05	0,05	0,0706	0,0589	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,0574	0,0053
Cu	µg/l	1	0,812	1	1	1	2,12	3,19	1	1,34	1,2	1	3,1	1,8275	0,1698
Pb	µg/l	0,482	0,411	0,514	0,522	0,297	0,67	1,55	0,701	0,677	0,5	0,5	1,2	0,8048	0,0748
Zn	µg/l	38,3	4,4	12	9,98	12,3	148	36,4	18,2	12,5	7,5	5,2	16	53,7	4,9939

4.3.2 Tagene

Tagene deponi hade högre flöden av metaller än Brudaremossen, men framförallt högre flöden av ftalater och PAHer. Även här skulle adsorption med en kombination med aktivt kol och torv vara en bra möjlighet, då dessa två material är olika bra på att adsorbera metaller och organiska ämnen. Till skillnad från Brudaremossen är Tagene fortfarande i bruk så här kanske det är bättre att investera i en mer effektiv reningsmetod som kräver underhåll, då det finns personal där som kan sköta underhåll av en anläggning. Djupfiltrering med något filtermaterial, möjligtvis sand, rekommenderas efter sedimentationsdammen. Om det krävs kan även en finare filteroperation genomföras, dock med konsekvensen att det tar extra tid och pengar då dessa igensätts ofta på grund av den filterkaka som bildas av uppsamlade ämnen. Kemisk fällning är inte ett alternativ i detta fall, då koncentrationen av de undersökta metallerna låg vid eller under den gräns för den reningsgrad som är möjlig att uppnå. Eftersom Tagene är den enskilt största punktkällan för utsläpp av ftalater, då hushållen inte ses som en direkt punktkälla, kan det vara värt att titta extra noga på rening för den gruppen ämnen.

Tabell 9: Flödet av metaller från Tagene deponi.

Ämne	Enhet	Årsmedel													Summa(kg/år)
Årsflöde	m ³	155980													
Cd	µg/l	0,89	1	1,2	0,69	0,88	1,8	1,3	0,82	4	2,1	2	1,3	1,7	0,258
Cu	µg/l	110	150	140	110	180	290	700	130	550	270	450	210	321,1	50,087
Pb	µg/l	4,3	23	2,4	1,7	13	64	48	2,4	100	30	72	10	37,9	5,912
Zn	µg/l	110	130	98	71	91	240	650	95	590	280	420	150	287,4	44,836

4.4 Resultat av beräkningar för dagvatten

Dagvatten innehåller en relativt hög andel av utsläpp av metaller. Det beror på att mycket metaller används i fordonskomponenter som slits vid användning därefter förs via regnvatten till dagvattensystemet och slutligen Ryaverket. Metallmängden i dagvatten kan även bero på alla tak av koppar och zink korroderar när de utsätts för regn. Att mängden kadmium var hög (57 %) kan bero på att det bland annat förekommer som förorening i zinkbehandlade ytor (NE, 2012f). För att begränsa utläckage av bly måste man minska användningen av produkter innehållande bly och undvika aktiviteter som gör att bly frigörs. Genom att använda miljömärkta fordontvättmedel och aldrig tvätta bilen på gatan utan vid platser avsedda för just biltvätt. Tvättvattnet från biltvättar innehåller bly och andra tungmetaller.

Mängden av de organiska föroreningarna var inte så stor av vad som totalt flödar till Ryaverket. Detta kan bero på att 2/3 av allt dagvatten går direkt till recipienten, som till exempel vattendrag vid vägar och hårdgjorda ytor. Enligt våra beräkningar står dagvattnet för runt 3 kg nonylfenoler och ca 45 kg ftalater årligen. PAHer i dagvatten står för 7,9 respektive 0,6 % av den totala mängden av PAHer som kommer till Ryaverket. Relativt Ryaverket står dagvatten för mellan 0,6 – 7,9 % (Se Tabell 4) av de organiska föroreningarna. Samtliga av de organiska föroreningar finns i bildäck, vilket gör att en av anledningarna till att föroreningarna hamnar i dagvattnet beror på slitaget på däck. PAHer kommer även i viss mån

från eldning i hemmen, medan ftalaterna, som används som mjukgörare i plast, kommer från plastkomponenter. En källa till nonylfenolerna, som återfanns i dagvattnet är bland annat bilrengöring.

Årligen tillförs ungefär ett ton koppar och två ton zink till dagvattennätet (se Tabell 10). Den största mängden tillförs från urlakning från byggnader. Detta kan begränsas om nya byggnader använder alternativa material (Miljöbarometern Stockholm, 2009). Dagvattnet innehåller även organiska föroreningar som framförallt kommer från bilar och motorvägar. Då framförallt Gårda och Järnbrott är hårt trafikerade områden kan de beräknade värdena av PAHer, nonylfenol och ftalater för hela Göteborgsområdet antas vara högre än verkligheten.

Det finns olika sätt att hantera dagvattnet beroende på ytan man har att tillgå. Vid utkanten av samhällen finns det plats för större anläggningar och där skulle det vara möjligt att kombinera en sedimentationsdamm med en filtreringsprocess och som om det krävs även utökas med en adsorptionsanläggning.

Det är kanske inte fysiskt eller ekonomiskt möjligt att bygga en anläggning vid Gårda som ligger mitt i Göteborg, då det saknas yta och information om hur höga flöden det blir i nuvarande anläggning. Men det kan tänkas att en mindre anläggning kan byggas som kopplar ihop flera närliggande områden, där det kan finnas möjlighet för ytterligare rening.

Tabell 10: Medelvärde av metaller i dagvatten, angivet i kg/år

Medelvärde metaller (kg)	Göteborg	Lerum	Partille	Totalt
Cd	7,50	0,41	0,0047	7,91
Cu	887,86	48,07	0,56	936,49
Pb	52,45	2,84	0,033	55,32
Zn	2 047,21	110,85	1,28	2 159,34
Ag	1,35	0,073	0,00085	1,42

5 Slutsatser

Avloppsvattnet i Göteborgsområdet är idag förorenat av tungmetaller och organiska föroreningar. Dessa hamnar slutligen i rötslammet på Ryaverket. Då målet är att kunna nyttja detta rötslam som gödsel inom jordbruk, bör förbättringar gällande förebyggande av föroreningsutsläpp och lokal rening av avloppsvatten göras. Resultatet från beräkningar visar att industrier i området står för en relativt liten andel av utsläppen. Därför borde fokus istället läggas på de mer utmärkande utsläppskällorna i samhället. Hushållsspillvattnet innehåller den största mängden av föroreningar i samhället, vilket gör att åtgärder där är de viktigaste. Det är möjligt minska utsläppen från hushåll genom att informera allmänheten om riskerna med dessa föroreningar och därmed ändra inställningen hos folk. Det visade sig att hushållen var den största utsläppskällan av framför allt zink, koppar och ftalater. Dock var grunden till beräkningarna en uppdimensionering av ett specifikt bostadsområde, vilket gav en osäkerhetsfaktor till hur korrekta siffrorna är. Vidare skedde det ett inflöde av dränvatten till spillvattnet, vilket ökar osäkerheten kring de egentliga koncentrationerna som kommer från hushållen. Klart är dock att hushåll ändå är en avsevärd källa. Beräkningarna visade även att det måste genomföras förbättringar vid både Brudaremossen och Tagene deponier för att minska flödet av PAH-er och ftalater. Industrierna som undersöktes verkade ha effektiv rening, då substansflödena som beräknades var väldigt låga. Det hade varit bra att veta vilka reningsmetoder som används vid de olika industrierna, för att undersöka ifall de är tillämpliga på de dagvatten och lakvatten som har studerats. Dagvatten beräknades till den näst största källan av flera föroreningar, främst koppar och zink men var också den procentuellt största källan till kadmium.

De tekniska reningsmetoder som används för att rena vatten lokalt, bör appliceras på dagvatten men även på lakvatten från avfallsdeponier. Metoden som föreslås för Brudaremossen är adsorption med en kombination av aktiverat kol och torv, eftersom dessa har olika förmågor att adsorbiera olika ämnen och kompletterar således varandra. Rekommendationen för Tagene var liknande, då de närvarande föroreningarna nästan var identiska med Brudaremossen. Där rekommenderades också kombinationen av adsorption med aktiverat kol och torv, men då deponin fortfarande är i bruk och kommer lakas ur under en längre tid skulle det vara möjligt att använda djupfiltrering. Rekommendationerna för dagvatten skiljer sig åt beroende på ytillgänglighet, eftersom det finns plats för djupfiltreringsanläggningar i kombination med sedimentationsdammar vid utkanten av samhällen. Centralt i städer saknas det istället plats, vilket komplicerar saken. Där kan det vara möjligt att skapa uppsamlingsanläggningar dit flera olika flöden leds och en filtreringsprocess kan tillämpas. De reningstekniker som har föreslagits baseras på de föroreningar vi har valt och mätdata vi har blivit tillhandahållna, vilket betyder att hänsyn inte har tagits till andra flöden av ämnen som exempelvis järn och ammonium. Detta betyder att det är en förenklad bild av möjligheterna för att tillämpa de föreslagna reningsteknikerna som har lagts fram.

För att minska osäkerheten i vår undersökning borde framtida provtagningar tas kontinuerligt vid utsläppskällor. Dessutom borde man utöka provtagningarna så att de innefattar samtliga föroreningar som släpps ut. Detta för att ge en tydligare bild av utsläppskällornas påverkan.

I dagsläget är mätdata med flöden och utsläppsmängder från bland annat sjukhus och industrier otillräckliga. Provtagningar vid sjukhus borde kompletteras så att dessa även täcker utsläpp av läkemedel och tungmetaller. Vid industrier borde framförallt utsläppen av enskilda organiska föroreningar, så som PAHer, ftalater och nonylfenoler undersökas, även utsläpp av antimon (Sb). Det som borde göras är att ställa krav på industrier att inte bara mäta de mest signifikanta föroreningarna utan samtliga skadliga ämnen som de släpper ut.

Vid Brudaremossen och Tagene deponier borde provtagningarna utökas så att de även omfattar antimon (Sb) och silver (Ag). Ytterliggare mätningar av hushållens påverkan borde göras, där fler olika karaktäristiska bostadsområden, så som villa-, radhus- och flerbostadsområden, innefattas. Mätningar på dagvatten borde göras på fler platser än just vid Gårda och Järnbrotts anläggningar för att få en bättre bild av hur förorenat dagvattnet är samt för att få mer exakta indata till en substansflödesanalys.

Framtida mätningar behövs, framförallt på ämnen som det idag saknas data på. Därför bör man genomföra mätningar av antimon (Sb) och silver (Ag) vid både Brudaremossen och Tagene, mätningar på PAHer från hushåll, mätningar på PAHer, nonylfenoler, ftalater och antimon (Sb) från industrier och mätningar av antimon (Sb) för dagvatten.

Uppdaterade mätningar för hushållen, samt utökade provtagningsställen, behövs. Mätningar från bostadsområden med enbart lägenheter kan vara intressant, då det i dagsläget saknas.

Referenser

Andersson Å, Sörme L (2007) *Substansflödesanalys – av alkylfenoler och alkyfenoletoxilater i Stockholms stad 2004*

Avfall Sverige (2007) *Rapport 2007:12 Sluttäckning av avfallsupplag. Alternativa metoder att uppnå gällande krav avseende infiltration*
http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Utveckling/2007_12.pdf (Feb. 17 2012)

Björklund K (2011) *Sources and Fluxes of Organic Contaminants in Urban Runoff*
Göteborg, Chalmers tekniska högskola

Bohm, A-K (2000). *Adsorption av metaller i torv vid Kavahedens avfallsanläggning*
<http://epubl.ltu.se/1402-1617/2000/169/LTU-EX-00169-SE.pdf> (Apr. 15 2012)

Bydén S, Larsson A-M, Olsson M (2003) *Mäta vatten – Undersökningar av sött och salt vatten*

Canadian Council of Ministers of the Environment (1999a) *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life – Nonylphenol and its ethoxylates* <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/198> (Maj 11 2012)

Canadian Council of Ministers of the Environment (1999b) *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life – Phtalate esters* ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/206 (Maj 11 2012)

Canadian Council of Ministers of the Environment (1999c) *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life – Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)* ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/201 (Maj 11 2012)

Centrum för ftalater i Sverige (2012) *Vad är ftalater?* <http://www.ftalater.se/ftalater> (Feb. 25 2012)

Gryaab (2008a) *Hushållspillvatten del 1*
http://www.gryaab.se/admin/bildbank/uploads/Dokument/Rapporter/Provtagningar_i_referensomraden_20062007_del1_reviderad_version_2011-05-19.pdf (Feb. 14 2012)

Gryaab (2008b) *Hushållspillvatten del 2*
http://www.gryaab.se/admin/bildbank/uploads/Dokument/Rapporter/Del_2_rev_2010_Rapport_Hushallspillvatten.pdf (Feb. 14 2012)

Gryaab (2010a) *Fakta om Gryaab* <http://www.gryaab.se/> (Feb. 14 2012)

Gryaab (2010b) *Miljörapport 2010 - Ryaverket*
http://www.gryaab.se/admin/bildbank/uploads/Dokument/Miljorapporter/Miljorapport_2010_Ryaverket_hela_version_2_FDA_2011-09-05.pdf (Feb. 14 2012)

Gryaab (2011a) *Rena fakta om Gryaab och ditt avloppsvatten*
http://www.gryaab.se/admin/bildbank/uploads/Dokument/Broschyer/Allmanbroschyr_sv_klar.pdf (Feb. 17 2012)

Gryaab (2011b) *Miljörapport Ryaverker 2011*

http://www.gryaab.se/admin/bildbank/uploads/Dokument/Miljorapporter/Miljorapport_2011_Ryaverket_Gryaab_rapport.pdf (Maj 12 2012)

Göteborgs Stad, Kretsloppskontoret (2010) *Kontrollprogram för Brudaremossens avfallsupplag*

Göteborg, Sweco Environment AB

Göteborgs Stad (2011) *Om vattenförbrukning*

http://www.goteborg.se/wps/portal/!ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gjU-9AJyMvYwMDSycXA6MQFxNDPwtTI39_I6B8pFm8s7ujh4m5j4GBhYm7gYGniZO_n4dzoKGBpzEB3X4e-bmp-gW5EeUAYu_ozg!!/dl3/d3/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/goteborg.se/goteborg_se/Invanare/Bygga_Bo/Energiradgivning/Spaara_energi/lnkrubr_ENERGI_N043_Atgarder%20spaara%20energi/art_BB_NO43_ENERGI_vattenanvandning (Maj. 12 2012)

Hannerz, N (1998) *Systemorienterad kommunal hantering av kadmium hjälp av materialflödeanalys. Jämförelse mellan två anreppssätt att beskriva kadmiumflöden i Stockholm*

Stockholm, Kungliga tekniska högskolan

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Sternbeck J, Palm A, Kaj L (2002) *Antimon i Sverige – användning, spridning och miljöpåverkan* <http://www3.ivl.se/rapporter/pdf/B1473.pdf> (Feb. 26 2012) (IVL-rapport B1473)

Kalmykova, Y. (2009). *Alternative Sorption Materials for Contaminated Water Treatment*. PhD Thesis. Department of Civil and Environmental Engineering. Göteborg, Chalmers tekniska högskola

Kjeldsen P, Barlaz M, Rooker A, Baun A, Ledin A, Christensen T (2002) *Present and Long-Term Composition of MSW Landfill Leachate: A Review*
Lyngby, Technical University of Denmark

Livsmedelsverket (2010) *metaller* <http://www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat/Metaller/> (Apr. 26 2012)

Miljöförvaltningen (2008) *Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för avloppsvattenutsläpp till dagvatten och recipienter*

Miljömål (2012) *Miljömålsportalen*. <http://miljomal.nu> (Feb. 14 2012)

Miljödepartementet (2010) *Svenska miljömål - för ett effektivare miljöarbete* <http://www.regeringen.se/content/1/c6/14/24/56/dca35b38.pdf> (Feb. 15 2012)

Nationalencyklopedin (2012a) *Antimon* <http://www.ne.se/lang/antimon> (Apr. 20 2012)

Nationalencyklopedin (2012b) *Bly* <http://www.ne.se/lang/bly> (Apr. 20 2012)

Nationalencyklopedin (2012c) *Kadmium* <http://www.ne.se/lang/kadmium> (Apr. 20 2012)

- Nationalencyklopedin (2012d) *Koppar* <http://www.ne.se/lang/koppar> (Apr. 20 2012)
- Nationalencyklopedin (2012e) *Silver* <http://www.ne.se/lang/silver> (Apr. 20 2012)
- Nationalencyklopedin (2012f) *Zink* <http://www.ne.se/lang/zink> (Apr. 20 2012)
- Naturvårdsverket (2008) *Lakvatten från deponier*
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-8306-9.pdf> (Mar. 25 2012)
- Pettersson T J R (1999) *Stormwater Ponds for pollution Reduction*
Göteborg, Chalmers tekniska högskola
- Renova (2012) *Uppsamlingsystem för lakvatten – Bilaga 3*
- Stockholms miljöbarometer (2011) *Bly i rötslam*
<http://miljobarometern.stockholm.se/key.asp?mo=6&dm=3&nt=1> (Apr. 20 2012)
- Stockholms Miljöbarometer (2009) *Koppar*
<http://miljobarometern.stockholm.se/main.asp?mp=MG&mo=2> (Apr. 12 2012)
- Svenskt vatten (2012) *Vad är REVAQ*
<http://www.svensktvatten.se/Vattentjanster/Avlopp-och-Miljo/REVAQ/> (Maj 14 2012)
- Svenskt vatten (2012) *Krav på ditt företags avloppsvatten* (Maj 14 2012)
<http://www.svensktvatten.se/Vattentjanster/Avlopp-och-Miljo/Uppstromsarbete/For-industrier/>
- Södertälje Kommun (2001) *Dagvattenpolicy i Södertälje kommun*
<http://www.sodertalje.se/mainupload/dokument/Gemensam/viktiga%20dokument/Kommun%20och%20demokrati/dagvattenpolicy.pdf> (Apr. 15 2012)
- Tchobanoglous, G , Burton, F L, Stensel, H D. (2003) *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 4e upplagan. Singapore: McGraw-Hill Education.

Bilaga 1. Utsläpp av föroreningar från hushåll.

Parameter	Enhet	1 helg	2	3	4	Medel	1 helg	2	3	4	Medel	1 helg	2	3	4	Medel
Oxledsvägen																
Tian	µg/l	23,8	29	15,8	15,7	21	17	18	8,9	12,9	14	20,8	30	37,6	25	28
Uran	µg/l	0,533	0,808	0,648	0,584	0,64	0,76	1,13	0,45	0,4	0,68	0,754	1,01	0,688	0,595	0,76
Vanadin	µg/l	0,825	1,13	0,707	1,09	0,94	0,89	1,09	0,72	0,92	0,9	0,946	1,69	1,52	1	1,3
Vismut	µg/l	0,348	0,272	0,2	0,251	0,27	0,32	0,32	0,18	0,28	0,28	0,38	0,14	0,183	0,177	0,22
Yttrium	µg/l	0,635	1,32	0,82	0,643	0,85	0,86	1,31	0,78	0,42	0,84	0,747	1,19	0,827	0,567	0,83
Zirkonium	µg/l	2,37	1,35	0,662	<10	1,5	0,73	1,32	0,65	<10	0,9	0,56	0,944	0,587	<10	0,7
Tensider (Observera enheterna)																
Tensider, nonjon	mg/l	1,3	1,2	0,75	4	1,8	1,6	2	2,2	6,3	3	0,45	0,63	0,97	4,9	1,7
Tensider, anjon	mg/l	2	0,89	1,2	0,59	1,2	3,4	2,3	1,6	1,2	2,1	0,68	0,54	0,86	0,45	0,63
Tensider, katjon	mg/l	0,72	0,26	0,79	0,58	0,59	0,77	0,27	1,3	0,57	0,73	0,37	0,25	0,6	0,66	0,47
4-nonylenol	µg/l	4	1,43	2	5,86	3,3	1,6	2,3	4	9	4,2	1,9	0,82	1,8	3,5	2
LAS - Linjära alkylbensensulfonater																
decylbensensulfonat	mg/l	0,13	<0,1	<0,1	<0,1	0,07	0,14	<0,1	<0,1	<0,1	0,073	0,135	<0,1	<0,1	<0,1	0,071
Dodecylbensensulfonat	mg/l	0,13	<0,1	<0,1	<0,1	0,07	0,18	<0,1	<0,1	<0,1	0,083	0,14	<0,1	<0,1	<0,1	0,073
nonylbensensulfonat	mg/l	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1	ed	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1	ed	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1	ed
Pentadecylbensensulfonat	mg/l	<0,05	<0,1	Saknas	Saknas	ed	<0,05	<0,1	Saknas	Saknas	ed	<0,05	<0,1	Saknas	Saknas	ed
Tetradecylbensensulfonat	mg/l	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1	ed	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1	ed	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1	ed
Tridecylbensensulfonat	mg/l	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1	ed	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1	ed	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1	ed
Undecylbensensulfonat	mg/l	0,085	<0,1	<0,1	<0,1	0,059	0,11	<0,1	<0,1	<0,1	0,065	0,091	<0,1	<0,1	<0,1	0,06
Ftalater																
Butylbentylftalat (BBP)	µg/l	19	3,6	1,3	1,8	6,4	24	2,1	2,2	4	8,1	2,9	<1	<1	<1	1,1
Di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)	µg/l	28	13	20	8,9	17	35	9,3	81	146	68	11	6,6	25	14	14
Dietylftalat (DEP)	µg/l	5,3	12	3	4,6	6,2	5,5	15	4	6,5	7,8	2,9	4,3	1,9	<1	2,4
Dimetylftalat (DMP)	µg/l	<1	<1	<1	<1	ed	<1	<1,1	<1	<1	ed	<1	<1	<1	<1	ed
Di-n-butylftalat (DBP)	µg/l	2,9	7,2	1,1	1,7	3,2	5,8	<2	1,3	1,5	2,4	2,7	<1,5	<1	<1	1,1

Bilaga 2. Utsläpp av föroreningar från hushåll.

Parameter	Enhet	1 helg	2	3	4	Medel	1 helg	2	3	4	Medel	1 helg	2	3	4	Medel
		Oxledsvägen					Norumsgårde					Rya inkommande				
Olja																
tot ext allfater	mg/l	110	130	64	46	87	270	20	480	183	238	27	17	32	21,8	24
opoluta allfater	mg/l	5	3,6	1,9	2,6	3,3	6,4	0,78	7,8	11	6,5	1,7	0,77	1,6	1,59	1,4
tot ext aromater	mg/l	2,5	4,5	1,4	<0,04	2,8	32	2,2	33	8,5	19	<0,5	1,6	<0,5	<0,1	0,54
Oljeindex	mg/l	3,7	3,9	1,4	4,9	3,5	2,9	0,55	13	5,14	5,4	1,2	0,7	1,4	3,13	1,6
fraktion >C10-C16	mg/l	0,12	0,19	0,081	0,16	0,14	0,31	<0,04	0,59	0,809	0,57	0,27	0,12	0,25	0,26	0,23
fraktion >C16-C22	mg/l	0,37	0,61	0,23	2,1	0,82	0,44	0,042	3,2	0,503	1	0,16	0,098	0,19	1,12	0,39
fraktion >C22-C30	mg/l	1,8	1,7	0,39	1,2	1,3	1,3	0,21	4,3	2,08	2	0,41	0,3	0,62	0,81	0,54
fraktion >C30-C40	mg/l	1,4	1,4	0,45	1,5	1,2	0,83	0,3	4,6	1,75	1,9	0,35	0,18	0,35	0,95	0,46
Tungmetaller																
Bly	µg/l	2,1 ⁺ 2,3	1,6 ⁺ 2,1	1,3 ⁺ 2,2	1,4 ⁺ 1,3	1,8	2,5 ⁺ 2,67	30 ⁺ 3,64	2,4 ⁺ 1,96	3,4 ⁺ 1,62	6	1,7 ⁺ 1,82	3,4 ⁺ 4,06	3,1 ⁺ 2,77	1,8 ⁺ 1,68	2,5
Järn	µg/l	624	764	626	627	660	1190	1400	792	833	1054	1110	1660	1590	1130	1373
Kadmium	µg/l	0,13 ⁺ 0,14	<0,1 ⁺ <0,05	0,10 ⁺ 0,09	0,09 ⁺ 0,08		0,16 ⁺ 0,173	0,11 ⁺ 0,126	0,10 ⁺ 0,0999	0,22 ⁺ 0,1		0,1 ⁺ 0,129	0,14 ⁺ 0,117	0,12 ⁺ 0,149	0,11 ⁺ 0,112	0,12
Kobolt	µg/l	0,48	0,54	0,6	0,34	0,49	0,542	0,502	0,415	0,21	0,14	0,457	0,698	0,778	0,554	0,62
Koppar	µg/l	92 ⁺ 97	61 ⁺ 71	62 ⁺ 72	74 ⁺ 67	75	83 ⁺ 87,2	77 ⁺ 102	63 ⁺ 55,2	130 ⁺ 70,3	83	55 ⁺ 56	55 ⁺ 53,7	52 ⁺ 51,2	48 ⁺ 43,8	52
Krom	µg/l	3,1 ⁺ 2,3	2,1 ⁺ <0,9	2,7 ⁺ 2,6	3,3 ⁺ 1,3	2,2	3,0 ⁺ 1,51	2,2 ⁺ 1,54	2,8 ⁺ 3,08	8,8 ⁺ <0,9		2,2 ⁺ 1,7	2,3 ⁺ <0,9	2,7 ⁺ 2,14	2,7 ⁺ 1,37	
Kvikksilver	µg/l	0,03 ⁺ 0,034	<0,4 ⁺ <0,02	0,007 ⁺ 0,027	0,05 ⁺ 0,025	0,026	<0,1 ⁺ 0,105	0,75 ⁺ 0,0375	0,05 ⁺ 0,101	0,35 ⁺ 0,0496	0,19	0,03 ⁺ 0,0273	<0,4 ⁺ 0,0457	0,03 ⁺ 0,0337	0,04 ⁺ 0,0344	0,034
Mangan	µg/l	77,6	79,2	69,1	73,7	75	85,2	86,3	67,5	61,4	75	109	115	112	91,7	107
Nickel	µg/l	3,1 ⁺ 2,8	2,0 ⁺ 2,9	2,6 ⁺ 3,1	3,1 ⁺ 2,3		4,0 ⁺ 4,38	8,4 ⁺ 4,4	3,5 ⁺ 4,23	5,3 ⁺ 2,64		2,8 ⁺ 2,64	3,7 ⁺ 4,72	3,2 ⁺ 3,55	8,4 ⁺ 3,02	4
Zink	µg/l	81 ⁺ 88,7	73 ⁺ 91,2	77 ⁺ 154	110 ⁺ 82,9	2,7 95	99 ⁺ 131	80 ⁺ 125	70 ⁺ 94,6	250 ⁺ 94,3	4,6 118	50 ⁺ 52,1	64 ⁺ 77,7	70 ⁺ 79,9	61 ⁺ 61	64

Bilaga 3. Sammanställning av 2010 års analysresultat, Gryaab (utsläpp industrier).

Företag	Flöde m ³ /år	Organiska föroreningar, ton/år										Metaller och olja, kg/år										Särskilda uppgifter
		susp	COD	TOC	BOD ₅	Ntot	Ptot	opolkv	oljeindex	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Ag						
Ale kommun, Sörmossen	62500		7,2	2,2	0,6	1,6	0,01	500,00		0,003	0,09	0,16	0,14	0,08	2,00							
Alfa Mejeri	231074			119,00		26	1,8		9,70	0,0001	0,006	0,479	0,03	0,005	1,26							
Assa DEMI Flix AB	10408		2,50							0,001	0,21			0,011	2,50							
Assa DEMI Flix AB	900							3,80							0,01							
Bevändern Textil Service AB (o-an)	13328	0,5	2,73		0,51					0,004	0,19	0,82	0,23	0,130	3,17							
Bodycote Värmebehandling, Spadegatan	73			0,00					0,19	0,000	0,00	0,01	0,00	0,000	0,01							
Bodycote Värmebehandling, Högåsko (uppgifter ur m)	10215	0,1							1,200	0,001	0,013	0,150	0,049	0,008	0,135	0,02						
Caparol Sverige AB	1761	8,4		2,90	1,40				18,30						25,20							
Dalia Färdtjänst Verksamheten nedlagd december 2010, brand																						
Dalia Färdtjänst Verksamheten nedlagd december 2010, brand																						
Tåg bort denna verksamhet 2011																						
Eta Chemicals AB	360194	1110		6,80		4,50				0,080	2,50	3,50	3,90	3,900	16,00							
Eta Chemicals AB, sanitärt	18814																					
Estrella (C-an)	206 052	173	751							0,0000	0,0008	0,007	0,00	0,000	0,005							
Göteborgs Energi Kondensat Sörens	566	0,002								0,000	0,04	0,04	0,04		0,04							
Göteborgs Färdtjänst AB, CB	75															0,04						
Göteborgs Hamn AB, Skarvikshamnen, CB	61600							310														
Kretsloppsämnden, Brudamossen	103750					7,6				0,003	0,90		1,00									
Möndals sjukhus, CB	76226		57,70		23,20					0,000						0,00						
Nordbajers, CB	3037		0,4																			
Pollu Ytbehandling AB (uppgifter ur m)	2131							0,0			0,021		0,04									
Rennova, Kompost Marielholm, ej redovisat mängder	9103	12,0				9	1,0			0,020	0,80	0,70	0,8	0,40	15							
Rennova, Sörens	0																					
Rennova, Tägare	210274	3,5		12,0		27,0	0,2			0,250	1,9	45,0	7,20	5,000	34,0	0,00						
Sahlgrenska sjukhuset, CB	261226		187,20		75,50					0,000												
Skandiansport, Skandianshamnen, CB	553		0,39		0,22			1,02		0,0000	0,003		0,005	0,002	0,14							
Skandiansport, Torslanda, CB	537		0,48		0,23			1,26		0,0000	0,00		0,00		0,3							
SKF		0,2	2,30		0,61	7	0,2	34		0,000	0,10	0,30	0,05	0,000	15,20	0,01						
Skroff AB	3536								3,20		0,07	0,25	0,1	0,36	1,20	0,01						
Tankclean Sweden, Skagerack, CB	2 031		2,9		0,36				180	0,001	0,02	1,30	0,04	0,013	1,00	0						
Tankclean Sweden, Skarvik, CB	13 900		30		12,00	0,45		3,00														
Tefco AB, CB Tag bort för år 2011 har för lte...	88		0,02							0,001	0,00	0,02	0,00	0,009	0,01							
Triumfglass (C-an)	41398	119,80		83,60	2,00																	
Wegit Transmission AB f d GM Powertrain Sweden AB,	32						0,0	0,14			0,0003		0,0003		0,0003							
Volvo Lastvagnar AB, Lundby	83901		70,6		0,13				269,00	0,012	0,1	9,2	0,35	0,152	12,5							
Volvo Lastvagnar AB, Tuve	30022		3,6																			
Volvo VCC AB, Torslanda (HA dvs sanitärt och TBZ)	763748		181,8	60,6	62,7	2,1			635,00	0,153	3,9		6,43	3,630		0,00						
Östra sjukhuset	156865		71,30		32,20					0,000												
Summa industrier	2718928	309	1492	208	293	85	5	860	1016	1	11	62	20	14	130	0,02						
% av Ryga Inkommande		2,2	1,2	3,69		1,64	2,49	1,21		3,838	1,93	0,72	3,80	3,26	1,27							
Ryga Inkommande	122278855	24743	40461	9078,00	17874	3415	435			13,8	561	8645	567	427	10176							

Bilaga 4. Ingångsdata för ftalater från dagvatten.

Ftalater (µg/L)	Detektionsgrän s	Gårda 1	Gårda	Gårda	Gårda	Gårda 7
DMP	0,1	0,19	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
DEP	0,1	0,2	0,15	0,1	< 0,10	0,18
DnBP	0,1	0,11	< 0,10	0,3	< 0,10	< 0,10
BBP	0,1	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
BBP 100 % av detektionsgräns		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
BBP 50 % av detektionsgräns		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
BBP 10 % av detektionsgräns		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
DEHP	1	< 1,0	1,4	5	< 1,0	< 1,0
DEHP 100 % av detektionsgräns		1	1	1	1	1
DEHP 50 % av detektionsgräns		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
DEHP 10 % av detektionsgräns		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
DnOP	0,1	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
DnOP 100 % av detektionsgräns		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
DnOP 50 % av detektionsgräns		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
DnOP 10 % av detektionsgräns		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
DINP	0,1	2,6	6,5	85	1,1	0,74
DIDP	0,1	0,58	1,5	17	0,7	< 1,0

Bilaga 5. Ingångdata för nonylfenoler och metaller från dagvatten.

Nonylfenoler (µg/L)	Detektionsgräns	Gårda 1	Gårda	Gårda	Gårda	Gårda 7
4-n-NP (straight chain)	0,02	< 0,020	< 0,020	< 0,020	n,a,	< 0,020
4-n-NP (straight chain) 100 %		0,02	0,02	0,02		0,02
4-n-NP (straight chain) 50 %		0,01	0,01	0,01		0,01
4-n-NP (straight chain) 10 %		0,002	0,002	0,002		0,002
iso-NP (branched, lab 1c)		0,24	1,2	0,44	n,a,	< 0,20
4-NP (branched, lab 2d)		0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	0,2

2010 Gårda	Enhet	Inlopp
Cu	µg/l	21,537
Zn	µg/l	49,543
Pb	µg/l	0,3242
Ag	µg/l	0,2
Cd	µg/l	1,2
Sb	µg/l	i,u

2010 Järnbrott	Enhet	inlopp
Ag	µg/l	0,002
Cd	µg/l	0,093
Cu	µg/l	5,061
Pb	µg/l	0,458
Zn	µg/l	35,831

Vasastan	Enhet	Inlopp
Cd	µg/l	0,55
Cu	µg/l	268
Pb	µg/l	17
Zn	µg/l	437

Bilaga 6. Ingångsdata för PAH och ftalater från Brudaremossen och Tagene deponier.

			Brudaremossen, L1B	Alé	Tagene L2	Tagene L4
Benzo(a)antracen		ug/ml	0,1	<0,01	0,01	<0,01
Krysen		ug/ml	0,26	<0,01	0,01	<0,01
Benzo(b,k)fluoranten		ug/ml	0,41	<0,01	0,01	<0,01
Benzo(a)pyren		ug/ml	0,07	<0,01	0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren		ug/ml	0,09	<0,01	0,01	<0,01
Dibenzo(a,h)antracen		ug/ml	0,19	<0,01	0,01	<0,01
Naftalen		ug/ml	1,3	0,05	0,03	0,31
Acenaftylen		ug/ml	0,03	<0,01	0,01	<0,01
Fluoren		ug/ml	0,81	<0,01	0,01	0,02
Acenaften		ug/ml	0,66	<0,01	0,01	0,03
Fenantren		ug/ml	0,2	<0,01	0,01	0,03
Antracen		ug/ml	0,15	<0,01	0,01	<0,01
Fluoranten		ug/ml	0,2	<0,01	0,01	<0,01
Pyren		ug/ml	0,13	<0,01	0,01	<0,01
Benzo(g,h,i)perylene		ug/ml	0,12	<0,01	0,01	<0,01
Summa övriga PAH		ug/ml	3,6	<0,30	0,3	0,39
Summa cancerogena PAH		ug/ml	1,1	<0,20	0,2	<0,20
Dimetylftalat	DMP	ug/ml	0,1	<0,10	0,1	<0,10
Dietylftalat	DEP	ug/ml	0,1	<0,10	0,1	<0,10
Di-n-butylftalat	DnBP	ug/ml	0,3	0,48	0,33	0,35
Butylbensylftalat	BBP	ug/ml	0,41	0,76	0,48	0,57
Di-(2-etylhexyl)ftalat	DEHP	ug/ml	1,8	1,4	1,1	2,3
Di-n-oktylftalat	DnOP	ug/ml	0,1	<0,10	0,1	<0,10
Di-iso-nonylftalat	DINP	ug/ml	1	2,1	1	<1,0
Di-iso-decylftalat	DIDP	ug/ml	1	<1,0	1	<1,0

Bilaga 7. Ingångsdata för nonylfenoler från Brudaremossen och Tagene deponier.

Alkylphenol ethoxylates	ng/L (0,01 µm/L) för samtliga	Brudaremossen L1B	Alé, Sörmosse	Tagene L2	Tagene L4	Ämnesflöde (kg/år)	Ämnesflöde (kg/år)
Method: SOP-No. 156 (GC-MSD)	Detlimit		33				
4-t-Octylphenolmonoethoxylate	10	31	10	12	38	0,002881481	0,00187176
4-t-Octylphenoldiethoxylate	10	10	10	10	10	0,00092951	0,0015598
4-t-Octylphenoltriethoxylate	10	10	10	10	10	0,00092951	0,0015598
4-t-Octylphenoltetraethoxylate	10	10	10	10	10	0,00092951	0,0015598
4-t-Octylphenolpentaethoxylate	10	10	10	10	10	0,00092951	0,0015598
4-t-Octylphenolhexaethoxylate	10	100	100	10	10	0,0092951	0,0015598
iso-Nonylphenolmonoethoxylate	100	100	100	100	100	0,0092951	0,015598
iso-Nonylphenoldiethoxylate	100	100	100	100	100	0,0092951	0,015598
iso-Nonylphenoltriethoxylate	100	100	100	100	100	0,0092951	0,015598
iso-Nonylphenoltetraethoxylate	100	100	100	100	100	0,0092951	0,015598
iso-Nonylphenolpentaethoxylate	100	100	100	100	100	0,0092951	0,015598
iso-Nonylphenolhexaethoxylate	100	100	100	100	100	0,0092951	0,015598
Alkylphenol ethoxylates							
Method: SOP-No. 156 (GC-MSD)							
4-tert-Octylphenol	10	400	346	110	23	840	0,00358754
4-n-nonylphenol	10	10	10	10	10	10	0,0015598
iso-Nonylphenol	100	550	256	210	160	7300	0,0249568
4-tert-Butylphenol	10	6600	7692	380	170	1500	0,0265166
4-tert-Pentylphenol	10	510	615	53	23	110	0,00358754

Bilaga 8. Ingångsdata för metaller från Tagene deponi.

Tagene deponi 2010														
L2														
Kontrollprogram Lakvatten L2 Södra området														
Ämne	Enhet	100119	100216*	100324*	100415	100519	100623	100713	100804	100923	101020	101127	101222	Medelvärde 2010
Temp	°C	16,7	15,7	14,6	18,1	25,7	22,2	28,2	20,2	20,8	19,5	16,2	13,7	21,3
Al	µg/l	190	250	47	37	300	1000	210	51	4100	830	2300,00	280	1103,5
As	µg/l	5,2	6,3	5,3	3,2	5,6	9,3	4,1	5,1	12	7	4,7	6,5	6,4
Ba	µg/l	510	520	490	340	390	400	400	590	440	510	360	420	427,8
Ca	mg/l	120	140	160	110	88	87	90	120	130	150	110	120	111,7
Cd	µg/l	0,89	1	1,2	0,69	0,88	1,8	1,3	0,82	4	2,1	2	1,3	1,7
Co	µg/l	4,5	4,8	5	3,2	4,2	4,9	5,0	4,6	8,6	5	5,5	4,1	5,0
Cr	µg/l	7,3	7,7	8,2	4,2	7,7	12	7,5	8,3	18,0	10,0	13,0	7,2	9,8
Cu	µg/l	110	150	140	110	180	290	700	130	550	270	450	210	321,1
Fe	mg/l	0,32	0,9	0,27	0,17	0,79	3,7	0,66	1,2	7,4	2,5	2,7	0,61	2,2
Hg	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,20	< 0,1	< 0,1	0,14	0,15	< 0,10	< 0,1	0,1
K	mg/l	1200	1600	1500	870	1300	1700	1400,0	1300,0	1100	1100,0	810	1100	1186,7
Mg	mg/l	57	58	58	39	55	58	58	57	56	63	49	64	55,4
Mn	µg/l	410	400	440	170	160	230	180	320	1400	540	290	350	404,4
Na	mg/l	2000	2600	2600	1600	2400	3100	2400	2700	2300	2500	1700	2100	2311,1
Ni	µg/l	33	29	33	26	38	38	40	27	55	45	45	50	40,4
Pb	µg/l	4,3	23	2,4	1,7	13	64	48	2,4	100	30	72	10	37,9
Sr	µg/l	930	1100	1300	720	830	970	920	790	870	940	670	840	838,9
S	mg/l			280	140				190			180		170,0
Zn	µg/l	110	130	98	71	91	240	650	95	590	280	420	150	287,4
														44,83558444
Summan 2010 (kg/m ³)														

Bilaga 9. Ingångsdata för metaller från Brudaremossen deponi.

L1B													Medel 2010	Flöde 2010 m³/år	Summa 2010
	L1B	L1B	L1B	L1B	L1B	L1b	L1b	L1b	L1b	L1b	L1b				
Datum	2009-02-18	2009-04-22	2009-08-19	2009-12-15	2010-02-24	2010-04-13	2010-08-23	2010-12-14	2011-02-23	2011-04-27	2011-08-24	2011-12-07			
Flöde															
Temperatur	3,9	8,3	12,7	6,9	3,6	8,3	12,3	3,8	3,9	8,9	12,2	7,5			
l/s															
Färgtal	200	180	180	230	180	350	300	280	300	270	120	26			
Turbiditet		TVL													
FNU															
Kalcium	106	108	98,8	106	103	106	92,7	112	109	100	85	84	103,425	32952,7	9613,632986
Klorid	263	279	209	129	283	193	119	214	181	190	170	120	202,25	32952,7	16793,66366
Järn	9,34	8,43	7,85	11	4,13	18,7	21,2	11,5	17,4	11	7,5	14	13,8825	32952,7	1290,415856
Mangan	0,675	0,667	0,63	0,655	0,533	0,965	0,532	0,648	0,679	0,65	0,51	0,43	0,69395	32952,7	65,02041365
Aluminium	0,00712	0,0163	0,0235	0,0206	0,0722	0,05	0,0541	0,0205	0,0254	0,025	0,022	0,22	0,0342	32952,7	3,17698234
Asenik														32952,7	
Asenik	104	101	112	1	1	1	0,05	1,21	0,77	1,2	1	1,1	0,815	32952,7	0,075756451
Bly	0,482	0,411	0,514	0,522	0,297	0,67	1,55	0,702	0,677	0,5	0,5	1,2	0,80475	32952,7	0,074803685
Kviksilver	0,02	0,0002	0,02	0,0803	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,1	0,1	0,1	0,02	32952,7	0,001853054
Kadmium	0,05	0,0362	0,0842	0,05	0,05	0,0706	0,0589	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,057375	32952,7	0,005333167
Zink	0,00383	0,0044	0,012	0,00398	0,073	0,148	0,0364	0,0182	0,025	0,0075	0,0052	0,016	0,053725	32952,7	4,393683808
Krom	6,36	6,83	4,27	4,99	7,47	18,6	4,41	5,5	5,62	5,56	5,5	4,6	8,995	32952,7	0,836105637
Nickel	8,67	8,9	8,11	7,27	10,7	16	5,99	8,63	8,41	5,1	6,4	4,4	10,33	32952,7	0,960201591
Koppar	1	0,812	1	1	1	2,12	3,19	1	1,34	1,2	1	3,1	1,8275	32952,7	0,163871059

Bilaga 10. Tabell över flöden av PAH från Brudaremossen och Tagene deponier.

Ämne	Enhet	Brudaremosse	Summa(kg/år)	Tagene	Summa(kg/år)
Benzo(a)antracen	µg/l	0,1	9,2951	0,01	1,5598
Krysen	µg/l	0,26	24,16726	0,01	1,5598
Benzo(b,k)fluoranten	µg/l	0,41	38,10991	0,01	1,5598
Benzo(a)pyren	µg/l	0,07	6,50657	0,01	1,5598
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,09	8,36559	0,01	1,5598
Dibenzo(a,h)antracen	µg/l	0,19	17,66069	0,01	1,5598
Naftalen	µg/l	1,3	120,8363	0,03	4,6794
Acenaftylen	µg/l	0,03	2,78853	0,01	1,5598
Fluoren	µg/l	0,81	75,29031	0,01	1,5598
Acenaften	µg/l	0,66	61,34766	0,01	1,5598
Fenantren	µg/l	0,2	18,5902	0,01	1,5598
Antracen	µg/l	0,15	13,94265	0,01	1,5598
Fluoranten	µg/l	0,2	18,5902	0,01	1,5598
Pyren	µg/l	0,13	12,08363	0,01	1,5598
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	0,12	11,15412	0,01	1,5598
Summa övriga PAH	µg/l	3,6	334,6236	0,3	46,794
Summa cancerogena PAH	µg/l	1,1	102,2461	0,2	31,196

Bilaga 11. Tabeller över flöden av ftalater och nonylfenoler från Brudaremossen och Tagene deponier.

Ftalater

Ämne	Enhet	Brudaremossen	Summa(kg/år)	Tagene	Summa(kg/år)
Dimetylfthalat	µg/l	0,1	9,2951	0,1	15,598
Dietylfthalat	µg/l	0,1	9,2951	0,1	15,598
Di-n-butylfthalat	µg/l	0,3	27,8853	0,33	51,4734
Butylbensylfthalat	µg/l	0,41	38,10991	0,48	74,8704
Di-(2-etylhexyl)fthalat	µg/l	1,8	167,3118	1,1	171,578
Di-n-oktylfthalat	µg/l	0,1	9,2951	0,1	15,598
Di-iso-nonylfthalat	µg/l	1	92,951	1	155,98
Di-iso-decyfthalat	µg/l	1	92,951	1	155,98

Nonylfenoler

Ämne	Enhet	Brudaremossen	Summa(kg/år)	Tagene	Summa(kg/år)
4-n-nonylfenol	ng/l	10	0,00092951	10	0,0015598
iso-Nonylfenol	ng/l	550	0,05112305	160	0,0249568

Bilaga 12. Ftalater och PAH i dagvatten.

Enligt Gårda 1 (2010)	Göteborg	Lerum	Partille	Totalt
Volym i m3	8 942 325	484 180	5 600	9 432 105
Ftalater (kg)				
DMP	1,699041663	0,091994244	0,001064	1,792099907
DEP	1,788464909	0,096836046	0,00112	1,886420955
DnBP	0,9836557	0,053259825	0,000616	1,037531525
BBP	0,894232454	0,048418023	0,00056	0,943210477
BBP 100 % av detektionsgräns	0,894232454	0,048418023	0,00056	0,943210477
BBP 50 % av detektionsgräns	0,447116227	0,024209012	0,00028	0,471605239
BBP 10 % av detektionsgräns	0,089423245	0,004841802	0,000056	0,094321048
DEHP	8,942324544	0,48418023	0,0056	9,432104774
DEHP 100 % av detektionsgräns	8,942324544	0,48418023	0,0056	9,432104774
DEHP 50 % av detektionsgräns	4,471162272	0,242090115	0,0028	4,716052387
DEHP 10 % av detektionsgräns	0,089423245	0,004841802	0,000056	0,094321048
DnOP	0,894232454	0,048418023	0,00056	0,943210477
DnOP 100 % av detektionsgräns	0,894232454	0,048418023	0,00056	0,943210477
DnOP 50 % av detektionsgräns	0,447116227	0,024209012	0,00028	0,471605239
DnOP 10 % av detektionsgräns	0,089423245	0,004841802	0,000056	0,094321048
DINP	23,25004381	1,258868598	0,01456	24,52347241
DIDP	5,186548236	0,280824533	0,003248	5,470620769

Enligt Gårda 1 (2010)	Göteborg	Lerum	Partille	Totalt
Volym i m3	8 942 325	484 180	5 600	9 432 105
PAH (kg)				
Cancerframkallande medelvärde	11,2226173	0,607646189	0,007028	11,83729149
Övriga medelvärde	4,739432008	0,256615522	0,002968	4,99901553

Bilaga 13. Nonylfenoler i dagvatten.

Enligt Gårda 1 (2010)	Göteborg	Lerum	Partille	Totalt
Volym i m3	8 942 325	484 180	5 600	9 432 105
Nonylfenoler (kg)				
4-n-NP (straight chain)	0,178846491	0,009683605	0,000112	0,188642095
4-n-NP (straight chain) 100 %	0,178846491	0,009683605	0,000112	0,188642095
4-n-NP (straight chain) 50 %	0,089423245	0,004841802	0,000056	0,094321048
4-n-NP (straight chain) 10 %	0,017884649	0,00096836	0,0000112	0,01886421
iso-NP (branched, lab 1c)	2,146157891	0,116203255	0,001344	2,263705146
4-NP (branched, lab 2d)	0,894232454	0,048418023	0,00056	0,943210477