

Karakterisering av tillskottsvatten i Göteborg



Britt-Marie Wilén
Ann Mattsson
Abdulkarim Khalili

Karakterisering av tillskottsvatten i Göteborg



Britt-Marie Wilén

Ann Mattsson

Abdulkarim Khalili

2019

Table of Contents

1. Inledning	3
2. Bakgrund	3
3. Mål och syfte.....	5
4. Metod.....	5
4.1 Provtagningspunkter.....	5
4.2 Analysmetoder	13
5. Resultat & diskussion	13
5.1 Organiskt material och näringsämnen.....	14
5.2 Metaller.....	16
5.3 Källspårning av olika typer av vatten	17
6. Slutsatser.....	19
7. Referenser.....	20

1. Inledning

Projektet initierades på VA-teknik södras planeringsdagar i Margretetorp 2016. Provtagningen och analys har genomförts av Chalmers i samråd med Göteborgs stad, Kretslopp och vatten. Från Kretslopp och vatten deltog Emelie Alenius och från Gryaab Ann Mattsson. Gryaab och Kretslopp och vatten har varit behjälpliga vid delar av provtagningen, som i huvudsak genomförts av Chalmers. En person projektanställdes under 6 månader, Abdulkarim Khalili, för att utföra provtagningen.

2. Bakgrund

Det avloppsvatten som når avloppsreningsverket består av en blandning av spillvatten från hushåll och industrier samt en mängd tillskottsvatten. Som tillskottsvatten betraktas här allt vatten i avloppssystemet som inte är spillvatten. Andelen tillskottsvatten varierar beroende på nederbörd, andelen kombinerade avloppssystem samt på hur täta avloppsrören är. Olika källor bidrar till tillskottsvattnet och har olika sammansättning med avseende på metaller, organiska och oorganiska ämnen. Även andra parametrar såsom temperatur och jonsammansättning varierar mellan olika överskottsvatten. Många avloppsnät är gamla och har brister som stora inläckage av grundvatten. Stora mängder tillskottsvatten leder till ökade flöden in till reningsverket samt ökad bräddning av orenat avloppsvatten på ledningsnätet. Dessutom kan det leda till andra problem såsom översvämningar av källare.

Kunskapen om tillskottsvattnets sammansättning är bristfällig. Tillskottsvattnet utgör per definition enbart en del av avloppsvattnet och den andelen varierar. De provtagningar och analyser av sådana som finns är oftast genomförda av andra syften och de prov som tas och parametrar som valts är valda utifrån provtagningens huvudsyfte, vilket innebär att de analysresultat som finns för dagvatten, havsvatten, åvatten, regnvatten, grundvatten och andra vatten som kan bli tillskottsvatten inte omfattar samma parametrar. Ofta kan syftet med en provtagning vara att hitta och åtgärda föroreningskällor, vilket innebär att vatten som inte antas vara förorenade inte analyseras i någon större omfattning, särskilt inte med avseende på de parametrar som man antar att det inte innehåller.

Utmaningen med tillskottsvatten är oftast det omvända. Tillskottsvatten som är rent avseende de föroreningar som är problematiska i spillvattnet blandas med spillvatten och förorenas av de föroreningar som finns i spillvattnet. På reningsverket avlägsnas sedan en andel av föroreningarna från såväl spillvatten som tillskottsvatten. Hur stor del beror på reningstekniken vid reningsverket och belastningen. För de flesta reningstekniker finns det en lägsta halt under vilken det är svårt att rena avloppsvattnet oavsett vilken halt det tillförda vattnet hade. Det innebär att ett rent tillskottsvatten genererar ett utsläpp av kväve, fosfor, och organiskt material från ett reningsverk motsvarande halten ut gånger flödet. Även om halterna ut är desamma och reningsverkets villkor uppfylls innebär en extra kubikmeter vatten ut från reningsverket ett extra utsläpp av den mängd kväve, fosfor, BOD och bakterier som finns kvar i vattnet efter reningen [1]. Vid stora mängder tillskottsvatten

kan flödet dessutom bli så högt att ett delflöde måste ledas förbi hela eller delar av reningsverket eller släppas ut lokalt när inte heller ledningsnätets kapacitet räcker till [2]. Då blir de extra utsläppen till vattenmiljön som orsakas av tillskottsvattnet extra höga och kan dessutom ske till vattenrecipienter som är känsligare för föroreningar än avloppsreningsverkets utsläppspunkt. De mindre recipienter som får ta emot bräddat vatten från ledningsnätet är också oftast längre uppströms i vattensystemen vilket innebär att risken för smittspridning från avloppsvatten till människor via rekreationsvatten eller dricksvatten ökar.

En minskning av tillskottsvattenmängderna till avloppssystemet innebär att mindre av spillvattnets föroreningar når vattenrecipienter på grund av lokala bräddningar eller nedsatt funktion för reningsverket. Hinder för åtgärder att minska tillskottsvattenmängderna är dels de stora kostnaderna för åtgärderna, men också en omsorg om de lokala recipienterna. Om inte dagvattnet avleds till reningsverket som tillskottsvatten måste det avledas någon annanstans, troligen till det lokala vattendrag vars naturliga avrinningsområde det tillhör, och via vilken överskottsvattnet från den aktuella ytan alltid runnit innan området bebyggdes. Miljömyndigheter och VA-organisationer har ambitioner om att förbättra vattenkvaliteten i såväl de lokala recipienterna som vid reningsverkets utsläppspunkt. Ett dagvatten eller åvatten är aldrig helt fritt från föroreningar, och om halterna är okända eller överskattade, kan det enkla beslutet vara att avstå från åtgärder för att minska tillskottsvattenmängderna till reningsverket. Konsekvensen är fortsatt förhöjd och stötvis belastning på avloppssystemet och därmed fortsatt förhöjda utsläpp av spillvattenrelaterade föroreningar från ledningsnät och reningsverk.

För dagvatten finns mycket av de offentligt tillgängliga provtagningsresultaten samlade i databasen *Stormtac* (www.stormtac.com). Data är där uppdelat efter markanvändning vilket ger en god bild av hur stora variationerna av tex. fosforhalten är mellan olika provtagningar och olika marktyper. För trafikerade vägar kan fosforhalten i dagvattnet vara i nivå med det renade avloppsvattnet (0,2-0,6 mg P/l) medan halterna i avrinningen från skogsområden, parker, bostadsområden kan variera från under 0,1 mg P/l till nivån för det renade avloppsvattnet. Det kan ibland vara svårt att avgöra vilket värde som är typiskt för det vatten som skulle avledas lokalt vid en tillskottsvattenåtgärd eftersom den omfattar vatten från olika ytor och kommer att omfatta vatten både från början av ett intensivt regn och från slutet av regnet, när alla ytor redan är väl avsköljda. Även indirekta metoder, som att analysera och jämföra massflödena av olika ämnen i avloppsvatten vid olika grad av utspädning är osäkra eftersom det i dynamiska förlopp är svårt att skilja ut tillförseln från tillskottsvattnet från andra mekanismer i avloppssystemet. Inom VA-teknik Södras fokusgrupp, Klimat, Samhälle, Vatten, diskuterades problemet under planeringsdagarna 2016 och medel avsattes för att göra en samlad provtagning av ett urval av de vatten som på olika sätt kan hamna i spillvattenförande ledningar och bilda tillskottsvatten.

3. Mål och syfte

Målet med det här projektet var att kartlägga sammansättningen på olika typer av vatten i staden som kan bidra till tillskottsvattenmängden. Syftet var att ta fram ett bättre underlag för att hantera följande frågor:

Vilken sammansättning har olika vatten i staden?

Vilka vatten borde kunna kopplas bort utan att få problem med vattenkvaliteten i recipienten?

Kan vi genom att kartlägga sammansättningen på olika vatten kunna källspåra varifrån de kommer?

Hur stor nytta är det att leda olika typer av tillskottsvatten till reningsverket med avseende på reningseffekt?

4. Metod

Prover togs vid två provtagningsomgångar där prover togs från samma mätpunkter under 2 eller 3 veckor (Tabell 1). Alla prover togs under hösten och vintern 2016-2017. De olika vattnen analyserades på typiska parametrar för avloppsvatten för att kunna jämföra dessa med värden på inkommande vatten till Ryaverket.

Tabell 1. Sammanfattning av mätomgångar.

	Mätomgång 1	Mätomgång 2
Vecka 1	24-28 oktober 2016	19-25 december 2016
Vecka 2	1-4 november 2016	16-22 januari 2017
Vecka 3	7-11 november 2016	

4.1 Provtagningspunkter

Provtagning gjordes på olika typer av vatten i Göteborgs stad som kan vara potentiella källor till tillskottsvatten. De olika provpunkterna samt provtagningsdatum sammanfattas i Tabell 2.

Tabell 2. Sammanfattning av provtagningspunkter och datum för provtagning.

Provpunkt	Provtagningsdatum
Dagvatten – Rosenlund; brunn 1	2016-10-24 2016-11-04
Dagvatten – Rosenlund; brunn 2	2016-10-24 2016-11-04 2016-11-09 2016-11-16
Mölnbäcksån - Dämet	2016-10-24 2016-11-04 2016-11-09 2016-11-16 2016-12-19 2017-01-18 2017-02-14
Villaområdet – Kärrdalsvägen 54; tak	2016-10-24

	2016-11-04 2016-11-09 2016-11-16
Villaområde-Kärrdalsvägen 54; grävd brunn	2016-10-24 2016-11-04 2016-11-09 2016-11-16
Inkommande avloppsvatten till Ryaverket	2016-10-24 2016-11-04 2016-11-09 2016-11-16 2016-12-19 2016-01-18 2017-02-14
Havsvatten – Killingholmen	2016-10-24 2016-11-04 2016-11-16
Avloppsvatten – Pumpstation Krokängsparken	2016-11-14 2016-11-15 2016-11-16
Avloppsvatten – Pumpstation Kodammarna	2016-11-14 2016-11-15 2016-11-16
Avloppsvatten – Pumpstation Röda Sten	2016-11-14 2016-11-15 2016-11-16
Kvillebäcken	2016-12-19 2017-01-18 2017-02-14
Hamnkanalen - Lejontrappan	2018-12-19 2017-01-18 2017-02-14
Göta Älv – Operan	2016-12-19 2017-01-18 2017-02-14
Göta Älv – Agnesberg	2016-12-19 2017-01-18 2017-02-14
Järnbrottsdammen – inloppet	2016-12-19 2017-01-18 2017-02-14
Dricksvatten – Lackarebäck vattenverk	2016-12-19 2017-02-14

Dagvatten - Rosenlund; brunn 1 och brunn 2

Brunn 1 erhåller dagvatten från ett större område kring Rosenlund. Detta vatten samlas upp i ett centralt område i Göteborg med olika typer av byggnader, gator och en del trafik och förväntas vara relativt förorenat (Figure 1). Vid de olika provtagningstillfällena fanns det relativt lite vatten i brunnen pga måttligt regn (Figur 2A).



Figur 1. Karta över området där brunn 1 och 2 ligger i Rosenlundsområdet i Göteborg.

Dagvattenbrunn 2 ligger nära dagvattenbrunn 1 men erhåller vatten från ett något mindre område i samma del av staden (Figur 2).



Figur 2. Dagvattenbrunn 1 (A) och 2 (B) vid Rosenlund.

Brunn 1 och 2 är inte förbundna med varandra och erhåller vatten från olika områden men av liknande karaktär och förväntas vara ganska lika i sin sammansättning. Vid provtagningstillfällena fanns det mindre vatten i denna brunn än i den intilliggande brunn 2.

MöIndalsån – Dämnet

Detta ytvatten förväntas innehålla en del joner samt även en del organiskt material. Vattnet är taget vid dämnet där MöIndalsån delas vid Fattighusån (Figur 3).



Figur 3. Dämnet vid Mölndalsån.

Villaområde – Kärrdalsvägen 54; tak

Detta prov är regnvatten från ett villaområde långt in på en gata på Hisingen och i närhet till ett skogsområde och förväntas därför vara relativt fritt från föroreningar (Figur 4).



Figur 4. Regnvatten uppsamlat från ett tak på Kärrdalsvägen på Hisingen.

Villaområde – Kärrdalsvägen 54; grävd brunn

Detta vatten är ett grundvatten som kommer från samma tomt som provpunkt 3 (Figur 5). Brunnen är en gammal grävd brunn som erhåller sitt vatten från ett villaområde i närheten av ett skogsområde. Grundvattnet förväntas innehålla avsevärt högre halter av olika joner än t.ex regnvattnet.



Figur 5. Grundvatten från en grävd brunn på Kärrdalsvägen på Hisingen.

Havsvatten – Killingholmen

Havsvatten togs vid en plats söder om Göteborg där påverkan av Göta Älvvatten är minimal.

Kvillebäcken

Kvillebäcken flyter genom relativt trafikerade områden och antas vara något förorenat av bottensediment och trafik (Figur 6).



Figur 6. Kvillebäcken på Hisingen.

Hamnkanalen – Lejontrappan

Provpunkten ligger vid Lejontrappan mitt inne i centrala Göteborg intill Brunnsparken (Figur 7). Vattnet förväntas innehålla en blandning av ytvatten från Mölndalsån men periodvis även lite havsvatten (vid blåst från havet samt vid stormigt väder). Det här ytvattnet förväntas innehålla en del joner samt organiskt material.



Figur 7. Hamnkanalen vid stora Lejontrappan, Brunnsparken.

Göta Älv – Operan

Provpunkten ligger ganska långt ut i Göta Älv nära Operan och förväntas innehålla en del joner från eventuellt havsvatten samt ytvatten från Göta Älv (Figur 8). Antagligen innehåller det även en del sediment från Göta Älv.



Figur 8. Göta Älv vid Operan.

Göta Älv – Agnesberg

Den här provpunkten ligger uppströms Göta Älv öster om staden och förväntas innehålla mindre joner från havsvatten men en del organiskt material och sediment från transporten i älven (Figur 9).



Figur 9. Göta Älv vid Agnesberg.

Järnbrottsdammen – inloppet

Detta dagvatten kommer från motorvägen intill Järnbrottsmotet (Figur 10). Dessutom finns misstankar om att en del grundvatten samt avlopp från ett bageri når dammen. Vattnet förväntas innehålla en del metaller men även organiskt material.



Figur 10. Inflödet till Järnbrottsdammen.

Dricksvatten – Lackarebäck

Dricksvattenprov togs direkt ifrån utloppet inne på Lackarebäcks dricksvattenverk för att undvika eventuell kontaminering från ledningar i gator samt inne i hus. Vattnet innehåller en del joner men inget organiskt material och mycket låga halter av metaller. Analysdata från vattenverket för den aktuella provtagningspunkten finns i appendix 1A och 1B. Prover togs även i dricksvattnet ut från kranen på Miljökemiska laboratoriet för att undersöka påverkan från ledningsnätet fram till kranen. Dessa värden är presenterade i Appendix 2 och 3.

Inkommande avloppsvatten

Prov togs på inkommande avloppsvatten till Ryaverket varje provtagningsvecka som dygnsprov.

Avloppsvatten – pumpstationerna Krokängsparken, Kodammarna och Röda Sten

Provtagningen från dessa stationer används för att spåra utsläpp av metaller till avloppssystemet. På grund av att proven konserveras för metallanalyser är kvävehalter och konduktivitet förhöjda i proven. Dessa provpunkter kan inte jämföras avseende kväve och konduktivitet med övriga prov. Provtagningspunkterna är enligt Tabell 3. I tabellen framgår även det procentuella inflödet av delströmmarna till Ryaverket. Storleken på dessa tre flöden varierar mellan 6 % och 40 % av inkommande flöde till Ryaverket.

Tabell 3 Provtagningspunkter på avloppsnätet.

Provtagningspunkt	Procentuellt flöde av inkommande till Ryaverket
Ryaverket, inkommande	100
Röda Sten	40
Krokängsparken	6
Kodammarna	24

4.2 Analysmetoder

Proverna analyserade med avseende på organiskt material (COD och TOC), totalkväve, ammonium, totalfosfor, konduktivitet samt metallinnehåll enligt Tabell 4.

Tabell 4. Sammanfattning av analysmetoder.

Parameter	Metod	Filtrerat/ofiltrerat
Metaller (Mg, Al, Si, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd)	ICP-MS	Filtrerat & ofiltrerat
Fosfor total (P)		Ofiltrerat/filtrerat*
Kväve total (N)	TOC-TN analyzer (TOC-V, Shimadzu, Japan)	Ofiltrerat/filtrerat*
Totalt organiskt kol (TOC)	TOC-TN analyzer (TOC-V, Shimadzu, Japan)	Ofiltrerat
Kemiskt syrebehov (COD)	HACH	Ofiltrerat
Ammonium (NH ₄ ⁺ -N)	Dionex ICS-900 ion chromatograph	Filtrerat

* Prover på avloppsvatten analyserades både på filtrerade och ofiltrerade prover.

5. Resultat & diskussion

5.1 Organiskt material och näringsämnen

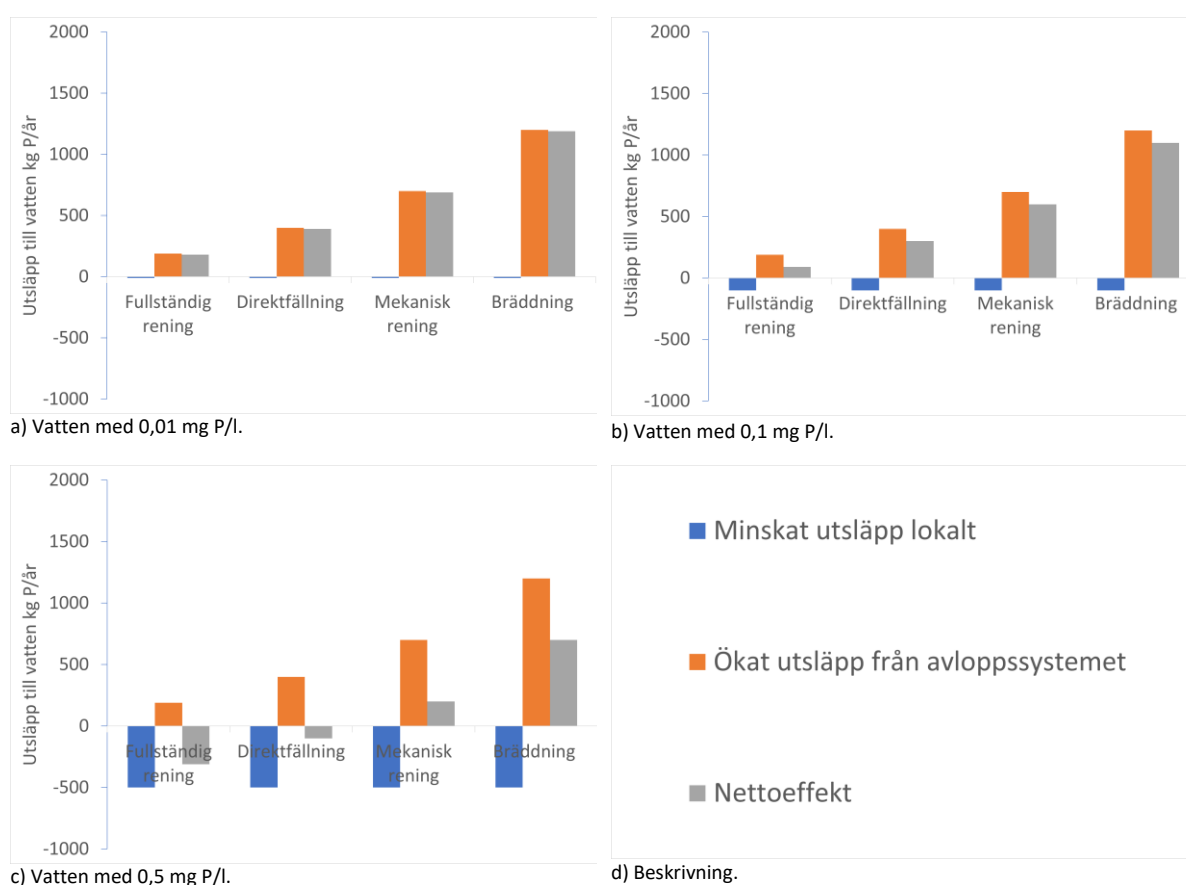
Sammansättning på de olika vattnen med avseende på konduktivitet, organiskt material samt kväve och fosfor är sammanställt i Tabell 5. En mer utförlig tabell finns i appendix 2.

Tabell 5. Sammansättningen på de olika vattnen.

	Konduktivitet		P, mg/l		N, mg/l		COD, mg O2/l	
	medel	std	medel	std	medel	std	medel	std
Dagvatten								
Rosenlund-brunn1	510	305	0,52	0,38	1,50	0,43	31	3
Rosenlund-brunn2	587	190	0,29	0,05	3,46	0,99	14	7
In till Järnbrottsdammen	828	468	0,10	0,11	1,66	0,12	46	16
Ytvatten								
Mölnålsån-Dämet	163	17	0,11	0,15	0,80	0,18	17	10
Mölnålsån-Dämet	182	14	0,07	0,06	0,59	0,07	16	9
Kvillebäcken	583	51	0,14	0,05	1,59	0,05	37	24
Hamnkanalen, Lejontrappan	20458	14220	0,08	0,10	0,73	0,05		
Göta Älv (Agnesberg)	92	4	0,01	0,01	0,58	0,04	11	7
Göta Älv (Operan)	35700	9052	0,02	0,02	0,50	0,17		
Havsvatten-Killingholmen	39300	5406	0,00	0,00	0,21	0,04		
Takvatten								
Villaområde, tak	78	21	0,10	0,14	0,49	0,02	3	1
Grundvatten								
Villaområde, grävd brunn	248	10	0,07	0,04	1,16	0,03	15	8
Dricksvatten								
Ur dricksvattenkran	187	14	0,00	0,00	0,20	0,04		

För de allra flesta av de parametrar som reningsverken är byggda för att avlägsna ur spillvatten var halterna i de undersökta potentiella tillskottsvattnen lägre än de utsläppta halterna från Ryaverket under 2017. Under 2017 var årsmedelvärdet i det renade vattnet 0,22 mg P/l 7,2 mg N/l och 41 mg COD/l. År 2017 var ett nederbördsrikt år med långa perioder med höga flöden. Under torra perioder var fosforhalterna under 0,2 mg/l och kvävehalter kring 5 mg/l, vilket kompenserade för de tillfällen då hela eller delar av reningsvekts kapacitet överskreds och delar av vattnet måste släppas ut med sämre eller ingen rening. För kväve var det inga av de analyserade vattnen som innehöll lika mycket kväve som det renade vattnet från Ryaverket innehöll, för de flesta av proven var kvävehalten under 1 mg/l i vattnet. Kväveutsläppet till vattenmiljön orsakat av ett vatten

som ursprungligen innehåller 1 mg/l sjufaldigas i de fall det oavsikligt eller avsiktligt leds till spillvattennätet och blandas med spillvatten. För COD och fosfor var det bara något enstaka vatten som innehöll halter i samma storleksordning som renat spillvatten. I Figur 11 visas exempel på hur fosforbalansen påverkas av att ett vatten blir tillskottsvatten istället för att avledas lokalt. Det är enbart för de allra mest koncentrerade dagvattnen (från 0,5 mgP/L) i den här studien som totalutsläppet till vattenmiljön *inte* skulle bli betydligt lägre av att tillskottsvatten kopplades bort från avlopssystemet. I de fall då avledning av vatten till reningsverket skulle ge ett något lägre totalutsläpp än lokal avledning av det presumtiva tillskottsvattnet är den grå nettostapel i diagrammen negativ, dvs om koncentrerat dagvatten når reningsverket vid måttliga flöden, vilket ofta inte är fallet.



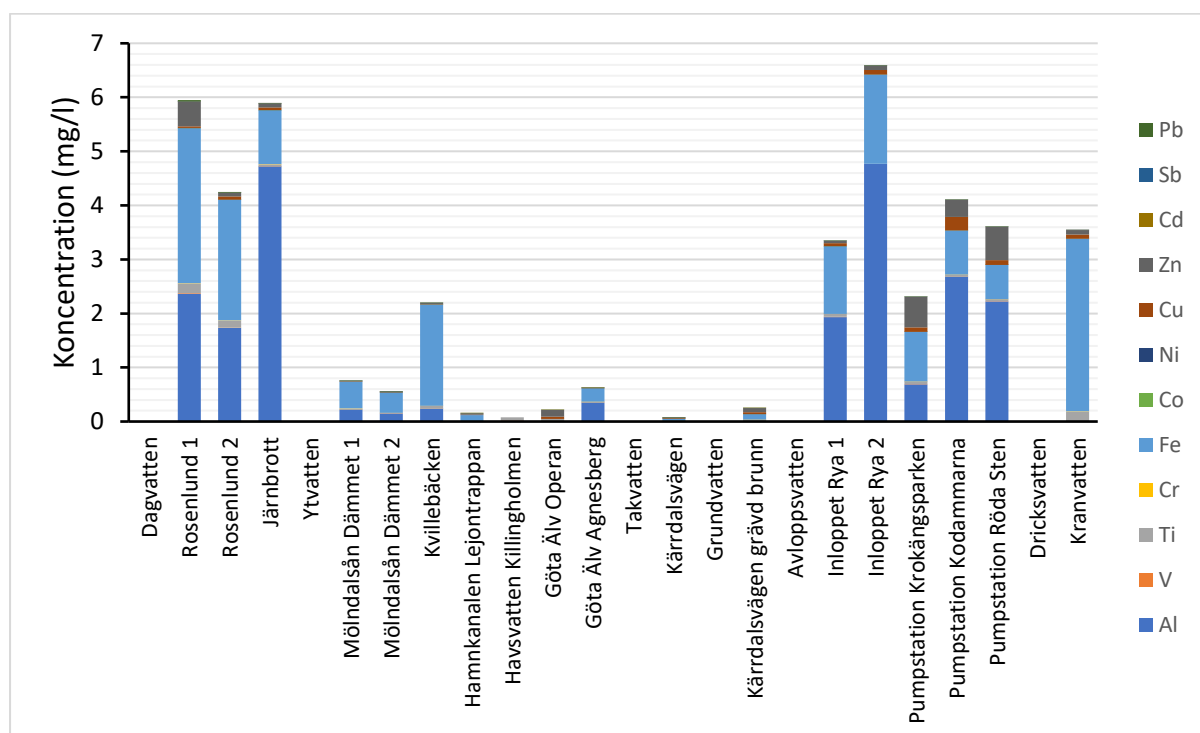
Figur 11. Fosforbalans i kg/år vid avledning av 1 000 000 m³/år vatten med olika innehåll av fosfor till avlopssystemet. Den blå stapeln är minskat utsläpp till lokal recipient, orange stapel ökat utsläpp från avlopssystemet och den grå nettoeffekten av utsläpp till vattenrecipienter. Här antas att reningsverket vid fullständig rening släpper ut 0,19 mg P/l, vid enbart direktfällning 0,4 mg P/l, vid enbart mekanisk rening 0,7 mg P/l och att bräddat vatten från ledningsnätet innehåller 1,2 mg P/l.

Konduktiviteten är ett mått på vattnets halt av salter och där har de vatten med mest inblandning av havsvatten de högsta värdena (Göta Älv vid Operan och Lejontrappan). Inkommande avloppsvatten hade som ett medelvärde från de olika provtagningstillfällena en konduktivitet på 825±47µS/cm. Inträngning av havsvatten i ledningsnätet kan leda till

problem vid reningsverket såsom försämrade avskiljningsegenskaper hos det aktiva slammet (). Höga värden på konduktivitet kan också tyda på föroreningar. Ytvattnet från den centrala delen av staden samt in till dagvattendammen i Järnbrott har högre värden än ytvatten från Göta älvvatten (Agnesberg som är opåverkat av havsvatten) samt takvatten från villaområde. I ett examensarbete visade det sig att en stigning i havsnivån kan leda till inträngning av havsvatten i avloppssystemet vilket gav en förhöjd konduktivitet [3] men ingen effekt på reningsresultatet kunde påvisas.

5.2 Metaller

Koncentrationerna av metaller i de olika proverna finns sammanfattat i Appendix 3. Metallinnehållet i vattenproverna jämfördes med avloppsvattnens. I Figur 12 visas sammanlagda halter av de olika metallerna i de olika vattenproven.



Figur 12. Koncentrationer av metaller i de olika vattenproven.

Dagvatten

Sammantaget innehåller de olika dagvattnen (Rosenlund 1 & 2 samt Järnbrottsdammen) mest metaller. Koncentrationerna av aluminium (Al), järn (Fe), koppar (Cu) och zink (Zn) var högst. Endast låga koncentrationer (<0,005 mg/l) av kobolt (Co), nickel (Ni), kadmium (Cd), antimon (Sb), och krom (Cr) kunde uppmätas.

Ytvatten

Ytvattnen från Dämnet i Mölndalsån, Kvillebäcken, Hamnkanalen vid Lejontrappan, Göta Älv vid Operan samt vid Agnesberg innehöll samtliga lägre halter av metaller jämfört med inkommande avloppsvatten. Halterna var högst av järn, aluminium, zink och koppar.

Takvatten

Takvattnet innehöll låga halter av metaller med något förhöjda värden av zink och järn men halterna var lägre än för inkommande avloppsvatten. Takvattnet kom från ett typiskt villatak med betongpannor vilket inte borde leda till höga metallhalter.

Grundvatten

Grundvattnet innehöll lägre halter av metaller jämfört med inkommande avloppsvatten. Något förhöjda halter av zink, järn, koppar och även bly kunde noteras.

Avloppsvatten

Aluminiumhalterna i inkommande avloppsvatten till Ryaverket var i genomsnitt 1,9 respektive 4,8 mg/l under de två mätkampanjerna. Avloppsvattnen som analyserades från de tre pumpstationerna innehöll liknande halter.

Koncentrationen av järn in till Ryaverket var 1,25 och 1,65 mg/l under de två mätkampanjerna. Avloppsvattnet från de tre pumpstationerna innehöll något lägre koncentrationer (0,63 - 0,92 mg/l).

Kopparkoncentrationerna dagvattnet från dagvattnen från Rosenlund 1 och 2 var 0,03 respektive 0,06 mg/l vilket kan jämföras med koncentrationen in till Ryaverket som var 0,05 respektive 0,08 mg/l samt i avloppsvattnen från pumpstationerna (0,08 - 0,25 mg/l).

Dricksvatten från kran

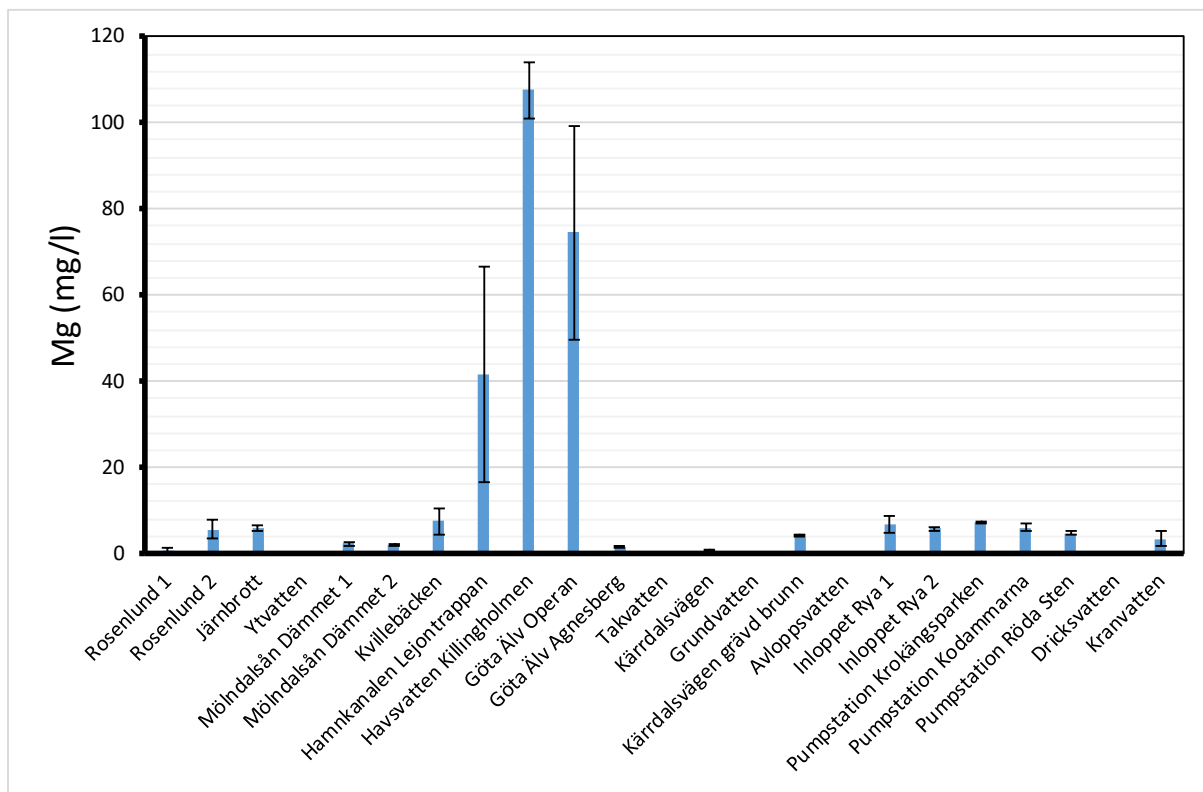
Dricksvattnet som analyserades i provet tagit från kranen i miljökemiska laboriet innehöll något förhöjda halter av krom, järn, nickel, koppar, och zink. Endast halten järn var högre än i avloppsvatten. Analysresultat från dricksvattnet som lämnar Lackarebäck dricksvattenverk (opåverkat av ledningsnätet från dricksvattenverk till tappkran) finns i Appendix 1 och innehöll mycket låga metallhalter.

5.3 Källspårning av olika typer av vatten

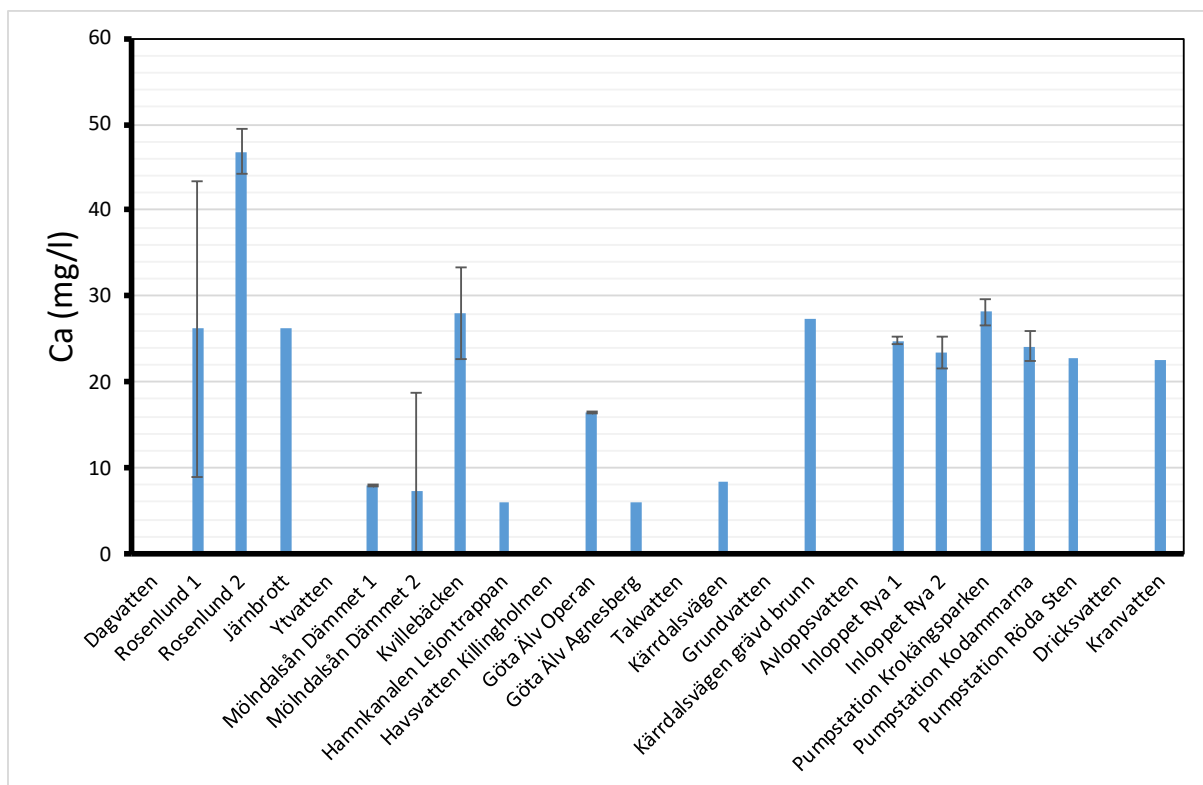
För att kunna spåra varifrån olika vatten kommer ifrån undersöktes det om kvoterna mellan olika metaller i proverna var karakteristiska för vissa typer av vatten. Koncentrationen av de olika metallerna var låg i de flesta proverna och inga tydliga samband kunde ses.

Koncentrationen av metallerna kalcium, magnesium och kisel var dock relativt höga i vissa prover (Figur 13). Koncentrationen av magnesium och kisel var avsevärt högre i havsvattnet samt i proverna som innehöll havsvatten blandat med sötvatten, dvs proverna från Killingholmen, Göta Älv vid Operan och Göta Älv vid Lejontrappan. Lägst koncentrationer av magnesium fanns i vattnet från Mölndalsån samt i takvattnet.

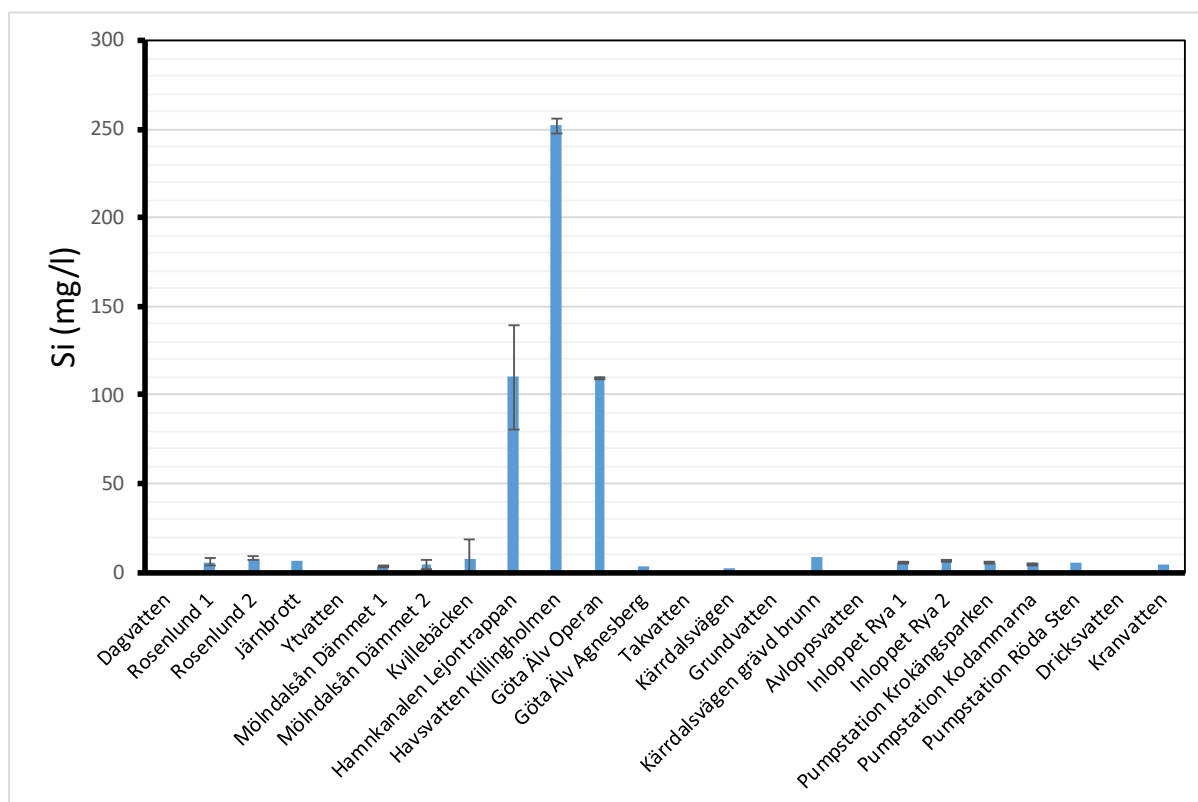
För att kunna spåra var olika typer av vatten som finns i avloppsvattnet måste andra metoder användas. En möjlig metod kan vara att titta på koncentrationen av olika isotoper i vattnet (referens).



(A)



(B)



(C)

Figur 13. Koncentrationer av (A) magnesium, (B) kalcium och (C) kisel i de olika vattenproverna.

6. Slutsatser

Stickprov har tagits på ett antal vatten i Göteborg som på olika sätt kan ledas till eller läcka in i spillvattenförande ledningar och då bli tillskottsvatten. Vattnen har analyserats med avseende på närsalter, organiska ämnen och metaller.

För kväve innehöll vattnen genomgående betydligt lägre halter än renat avloppsvatten. Avledning till reningsverk ger alltså större totala utsläpp av kväve till vattenmiljön än lokalt omhändertagande.

För fosfor och COD fanns det enstaka provpunkter där vattnet innehöll halter i samma storleksordning som renat avloppsvatten. Enbart för dessa vatten kan nettoutsläppet till miljön bli något högre om vattnen släpps ut lokalt jämfört med om de utgör tillskottsvatten till avloppssystemet och enbart i de fall då hela systemet inklusive reningsverket har kapacitet för att hantera vattnet. I alla övriga fall blir totalutsläppen av fosfor lägre om vatten av den här typen släpps ut lokalt än om de avleds till eller läcker in till spillvattenförande ledningar.

När vatten förbileds delar av reningsverket eller bräddas på ledningsnätet på grund av höga flöden blir utsläppen för fosfor, kväve och COD för samtliga de undersökta vattnen högre om de utgör tillskottsvatten än om de släpps ut lokalt.

Motsvarande analys har inte gjorts för metaller. De olika vattentyperna innehöll väsentligt olika halter av de olika metallerna vilket bör beaktas vid beslut om huruvida någon behandling eller uppströmsåtgärd behövs. Eventuellt kan dessa provtagningar tillsammans med värden från exempelvis Stormtac och andra källor ligga till grund för sådana bedömningar.

Förutom för havsvatten var metallinnehållet inte tillräckligt systematiskt olika i de olika vattentyperna för att metallsammansättningen vid den här översiktliga genomgången har bedömts som en lovande metod för att avgöra källan till tillskottsvatten.

7. Referenser

1. Wilén, B.M., et al., *Rain events and their effect on effluent quality studied at a full scale activated sludge treatment plant*. Water Science and Technology, 2006. **54**(10): p. 201-208.
2. Molander, C., *Influence of excess water on wastewater treatment performance - an analysis using key performance indicators*, in *Civil and Environmental Engineering*. 2015, Chalmers University of Technology: Gothenburg, Sweden.
3. Bruning, Y.A., *Investigation of the relationship between sea level fluctuations and the electrical conductivity of wastewater - development of an empirical model for the study area of Gothenburg*, in *Civil and Environmental Engineering*. 2016, Chalmers University of Technology: Gothenburg, Sweden.

Lackarebäckverket

L1603852-00	E-måndagsanalys	Dricksvatten utgående
L1603852-01	D-måndagsanalys	Dricksvatten utgående

Provnummer:		L1603852-00	L1603852-01		
Provtagningsdatum:		161219	161219		
Provtagningsstid:		07.36	07.36		
Provtagare:		SCE	SCE		
ANKOMSTTID	kl	07.43			
Provtagningsstemperatur	°C	3.3			
Ankomsttemperatur	°C	<10			
Odlingsbara mikroorganismer	CFU/ml	<1			
Långsamväxande bakterier	CFU/ml	??????			
Koliforma bakterier (pres)	CFU/100ml	<1			
Koliforma bakterier	CFU/100ml	<1			
Escherichia coli	CFU/100ml	<1			
Clostridium perfringens (pre	CFU/100ml	<1			
Turbiditet	FNU		<0.05		
Lukt 20°			ingen		
Lukt 20° art			-		
Lukt 50°			ingen		
Lukt 50° art			-		
Färgtal	mg/l Pt		5 >		
pH-värde			7.9		
pH mätt vid	°C		8		
Alkalinitet	mmol/l		1.01		
Hårdhet total titr	mg/l		22		
Aluminium syralöst	mg/l		0.02		
Klor totalt	mg/l		0.19		
Klor fritt	mg/l		0.06		
Partiklar FL 0.4-1µm	ant/ml		10		
Partiklar FL 1-15µm	ant/ml		<10		
BEDÖMNING		??????			

Kommentarer:

Lackarebäckverket

L1603880-00	E-2v e månadsanalys	Dricksvatten utgående
L1603880-01	D-veckoanalys	Dricksvatten utgående

Provnummer:		L1603880-00	L1603880-01		
Provtagningsdatum:		161221	161221		
Provtagningsstid:		07.25	07.25		
Provtagare:		SCE	SCE		
ANKOMSTTID	kl	07.53			
Provtagningsstemperatur	°C	3.3			
Ankomsttemperatur	°C	<10			
Turbiditet	FNU	<0.05			
Lukt 20°		klor			
Lukt 20° art		svag			
Lukt 50°		ingen			
Lukt 50° art		-			
Smak 20°		ingen			
Smak 20° art		-			
Färgtal	mg/l Pt	<5			
COD:Mn	mg/l	1.5			
Extinktion 254 nm	ae/cm	0.028			
pH-värde 25°		7.9			
Konduktivitet	mS/m	20.6			
Alkalinitet	mmol/l	1.03			
Kalcium ICP-MS	mg/l	22			
Magnesium ICP-MS	mg/l	1.6			
Hårdhet total beräknad	mg/l	25			
Natrium ICP-MS	mg/l	17			
Kalium ICP-MS	mg/l	1.3			
Järn ICP-MS	mg/l	<0.005			
Mangan ICP-MS	mg/l	<0.001			
Aluminium ICP-MS	mg/l	0.021			
Klorid IC	mg/l	14			
Antimon ICP-MS	µg/l	<0.10			
Arsenik ICP-MS	µg/l	0.13			
Barium ICP-MS	µg/l	11			
Bly ICP-MS	µg/l	0.01			
Bor ICP-MS	µg/l	8			
Kadmium ICP-MS	µg/l	<0.01			
Kobolt ICP-MS	µg/l	0.01			
Koppar ICP-MS	µg/l	0.4			
Krom ICP-MS	µg/l	0.1			
Kviksilver ICP-MS	µg/l	<0.01			
Molybden ICP-MS	µg/l	0.23			
Nickel ICP-MS	µg/l	0.3			
Selen ICP-MS	µg/l	<1.0			
Uran ICP-MS	µg/l	0.01			
Vanadin ICP-MS	µg/l	<0.1			
Vismut ICP-MS	µg/l	<0.01			
Zink ICP-MS	µg/l	<1			
Klor totalt	mg/l	0.19			
Odlingsbara mikroorganismer	CFU/ml	<1			
Långsamväxande bakterier	CFU/ml	<1			
Koliforma bakterier (pres)	CFU/100ml	<0.1			
Koliforma bakterier	CFU/100ml	<0.1			
Escherichia coli	CFU/100ml	<0.1			
Intestinala enterokocker	CFU/100ml	<0.1			
Clostridium perfringens (pre	CFU/100ml	<0.1			
Jästsvamp	CFU/100ml	<0.2			
Mögelsvamp	CFU/100ml	<0.2			

2017-01-03

PRIMÄRVÄRDESRAPPORT

Provnummer:		L1603880-00	L1603880-01		
Provtagningsdatum:		161221	161221		
Provtagningsstid:		07.25	07.25		
Provtagare:		SCE	SCE		
Mikrosvamp	CFU/100ml	<0.4			
Aktinomyceter	CFU/100ml	<0.2			
pH-värde			8.0		
pH mätt vid	°C		8		
Hårdhet total titr	mg/l		24		
Aluminium syralöst	mg/l		0.02		
Kisel	mg/l		0.85		
Klor fritt	mg/l		0.07		
Klorit IC	mg/l		0.19		
Klorat IC	mg/l		0.07		
Celler levande	ant/ml		<100		
Celler totalt	ant/ml		<100		
Viruslika partiklar	ant/ml		<100		
Partiklar FL 0.4-1µm	ant/ml		<10		
Partiklar FL 1-15µm	ant/ml		<10		
BEDÖMNING		??????			

Kommentarer:

Appendix 2. Sammanfattning av kemiska analyser av de olika vattnen.

Provpunkt	Antal prov	Konduktivitet (µS/cm)	P-total (mg/L)	N-total (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)
Dagvatten							
Dagvatten – Rosenlund; brunn 1	2	510±305	0,52±0,375	1,50±0,43	0,20±0	31±2	10±2,7
Dagvatten – Rosenlund; brunn	4	587±190	0,29±0,05	2,88±0,99	0,44±0,19	14±7	5,9±1,5
Järnbrottsdam men – Inloppet	3	828±468	0,010±0,010	2,50±0,12	16±21,5	46±16	9,8±2,5
Ytvatten							
Möndalsån – Dämmet	7	171±18	0,09±0,12	0,71±0,18	1,05±1,52	17±10	6,38±0,67
Kvillebäcken	3	583±51	0,14±0,05	1,59±0,05	0,75±0,16	37±24	11,55±0,200
Hamnkanalen – Lejontrappan	3	20458±14220	0,08±0,097	0,73±0,05	2,16±1,28	-	6,46±0,48
Havsvatten – Killingholmen	3	39233±5321	0,00±0,00	0,21±0,04	0,19±0,10	-	3,81±1,31
Göta Älv – Operan	3	35700±9053	0,02±0,017	0,50±0,17	4,69±1,08	-	4,57±1,42
Göta Älv – Agnesberg	3	92±4	0,010±0,014	0,58±0,043	0,45±0,049	11±7	4,74±0,14
Takvatten							
Villaområde – Kärrdalsvägen 54; tak	4	78±21	0,10±0,13	0,49±0,02	0,07±0,02	3±1	2,55±0,95
Grundvatten							
Villaområde – Kärrdalsvägen 54; grävd brunn	4	248±10	0,07±0,04	1,16±0,03	0,18±0,11	15±8	4,36±0,33
Avloppsvatten							
Inkommande avloppsvatten	5	825±47	1,63±0,58/2,97±1,05	32,08±7,38/34,51±8,38	20,54±5,31	117±20/417±174	36,76±24,01
Avloppsvatten – Pumpstation Krokängsparken	3	30933±5911 ¹	2,35±0,42/3,00±0,79	-	-	-	16,9±0,87/29,6±6,76
Avloppsvatten – Pumpstation Kodammarna	3	22067±5007 ¹	1,34±0,43/1,68±0,52	-	-	-	22,5±3,9/26,6±6,16

Avloppsvatten – Pumpstation Röda Sten	3	24233±4754 ¹	1,4±0,34/1,91±0,56	-	-	-	14,3±0,96/22,1 ±5,28
Dricksvatten							
Dricksvatten - Lackarebäck	3	187±14	0,00±0,00	0,31±0,04	0,24±0,025	7±5	2,04±0,18

1) Höga konduktivitetsvärden på grund av tillsats av syra för provkonservering.

Appendix 3. Koncentrationer av metaller i olika vattenprover. Första värdet är filterrat prov genom 0.45 µm filterpapper och det andra värdet är för ofiltrerat prov. Standardavvikelse anger med ±.

Provpunkt	Al	V	Cr	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Sb	Pb
mg/L											
Dagvatten											
Dagvatten – Rosenlund; brunn 1	0,2937±0,2219 2,3650	0,0052±0,0014 0,0104	0,0027±0,0014 0,0052	0,0300±0,0226 2,8643	0,0002±0,0000 0,00145	0,0007±0,0001 0,0053	0,0261±0,0137 0,0295	0,0277±0,0238 0,4630	<0,0001	0,0005±0,0002 0,00085	0,0019±0,0016 0,0245
Dagvatten – Rosenlund; brunn 2	0,1056±0,1080 1,7294±1,1224	0,0022±0,0006 0,0054	0,0013±0,0015 0,0043±0,0027	0,1282±0,0959 2,2328±1,0803	0,0003±0,0000 0,0009±0,0004	0,0017±0,0009 0,0038±0,0008	0,0336±0,0145 0,0600±0,0186	0,1210±0,1068 0,0686±0,0312	<0,0001	0,0009±0,0002 0,0008±0,0002	0,0011±0,0009 0,0099±0,0049
Järnbröttsdämmen – Inloppet	0,1782±0,1155 4,7218±4,4855	0,0011±0,0002 0,0020±0,0014	0,0003±0,0000 0,0019±0,0008	0,2514±0,0436 0,9980±0,5920	0,0005±0,0002 0,0006±0,0003	0,0017±0,0002 0,0020±0,0014	0,0111±0,0053 0,0524±0,0046	0,0253±0,0034 0,0768±0,0724	<0,0001 <0,0001	0,0004±0,0002 0,0002±0,0001	0,0004±0,0001 0,0030±0,0004
Ytvatten											
Mölnålsån – Dämnat (mätomgång 1)	0,0776±0,0565 0,21427±0,129	0,0006±0,0002 0,0009±	0,0002±0,0000 0,0077±0,0110	0,2206±0,0386 0,4906±0,1841	<0,0001 0,0002±0,0002	0,0007±0,0002 0,0051±0,0053	0,0056±0,0014 0,0085±0,0028	0,0113±0,0028 0,0060±0,0052	<0,0001 <0,0001	0,0002±0,0000 <0,0001	0,0004±0,0001 0,0011±0,0002
Mölnålsån – Dämnat (mätomgång 2)	0,0286±0,0067 0,1466±0,0023	0,0004±0,0000 0,0006±	0,0002±0,0000 0,0006±0,0005	0,1983±0,0103 0,3762±0,0057	<0,0001 <0,0001	0,0003±0,0000 0,0003±0,0001	0,0035±0,0003 0,0051±0,0010	0,0111±0,0020 0,0098±0,0029	<0,0001 <0,0001	0,0002±0,0000 0,0008±0,0003	0,0002±0,0000 0,0008±0,0003
Kvällsbäcken	0,0164±0,01322 0,2366±0,0322	0,0009±0,0002 0,0015±0,0003	0,0002±0,0002 0,0012±0,0007	0,6284±0,2817 1,8763±0,3036	0,0003±0,0000 0,0004±0,0000	0,0009±0,0003 0,0012±0,0001	0,0039±0,0007 0,0072±0,0015	0,0142±0,0031 0,0170±0,0080	<0,0001 <0,0001	0,0002±0,0001 0,0002±0,0000	0,0002±0,0000 0,0012±0,0005
Hamnkanelen – Lejontrappan	Ud	0,0064±0,0035 0,0062±0,0026	Ud	0,1157±0,0853	Ud	Ud	0,0028±0,0012 0,0043±0,0044	0,0007±0,0007 0,0012±0,0002	Ud	Ud	0,0022±0,0008 0,0019±0,0014
Havsvatten – Killingholmen	Ud	0,0168±0,0141 0,0194	Ud	Ud	Ud	Ud	Ud	0,2789±0,0992	0,0056±0,0023 0,0037±0,0014	Ud	0,0107±0,0124 0,0359±0,0140
Göta Älv – Operan	Ud	0,0093±0,0032 0,0119±0,0024	Ud	0,0006±0,0389	Ud	Ud	0,0175±0,0216 0,0448±0,0397	0,0228±0,0139 0,1247±0,0744	0,0013±0,0007 0,0015±0,0002	Ud	0,0052±0,0049 0,0041±0,0021
Göta Älv – Agnesberg	0,0554±0,0134 0,3431±0,0167	0,0002±0,0000 0,0006±0,0000	0,0001±0,0000 0,0005±0,0003	0,0628±0,0148 0,2522±0,0044	3,6E-06±0,0000 6,93E-05±0,0000	0,0003±0,0000 0,0004±0,0000	0,0023±0,0004 0,0033±0,0016	0,0043±0,0007 0,0034±0,0007	<0,0001 <0,0001	Ud	0,0001±0,0000 0,0007±0,0003
Talvatten											
Villaområde – Kärrdalsvägen 54; tak	Ud	0,0006±0,0001 0,0006±	0,0001±0,0000 0,0011±0,0005	0,0052±0,0057 0,0384±0,0105	<0,0001 <0,0001	0,0003±0,0002 0,0021±0,0005	0,0027±0,0014 0,0172±0,0011	0,0104±0,0006 0,0048±0,0022	<0,0001	0,0008±0,0003 0,0006±0,0003	<0,0000 0,0007±0,0001
Grundvatten											
Villaområde – Kärrdalsvägen 54; grävd brunn	Ud	0,0008±0,0000 0,0008±	<0,0001 0,0006±0,0001	0,0287±0,0135 0,1022±0,0529	0,0003±0,0001 0,0003±0,000	0,0011±0,0000 0,0023±0,0001	0,0295±0,0053 0,0324±0,0032	0,1117±0,0149 0,0785±0,0112	<0,0001 <0,0001	0,0021±0,0003 0,0044±0,0005	0,0021±0,0003 0,0044±0,0005
Avloppsvatten											
Inkommande avloppsvatten (mätomgång 1)	0,0872±0,0222 1,9333±1,2834	0,0015±0,0006 0,0023±	0,0009±0,0001 0,0024±0,0009	0,2200±0,0123 1,2505±0,5125	0,0003±0,0000 0,0006±0,0002	0,0020±0,0004 0,0039±0,0005	0,0225±0,0016 0,0516±0,0149	0,2881±,0319 0,0455±0,0258	<0,0001 <0,0001	0,0003±0,0001 0,0002±0,0001	0,0005±0,0000 0,0021±0,0009
Inkommande avloppsvatten (mätomgång 2)	0,1173±0,0750 4,7686	0,0015±0,0000 0,0027	0,0003±0,0000 0,0038		0,0003±0,0000 0,0007	0,0018±0,0004 0,0033	0,0173±0,0038 0,0796		<0,0001 0,0001	0,0003±0,0000 0,0003	0,0002±0,0000 0,0067
Avloppsvatten – Pumpstation Krokängsparken	0,2736±0,0333 0,6897±0,1907	0,0011±0,0002 0,0029±0,0003	0,0025±0,0019 0,0017±0,0003	0,4675±0,1300 0,9170±0,1315	0,0004±0,0000 0,0007±0,0001	0,0042±0,0029 0,0032±0,0006	0,0420±0,0123 0,0812±0,0236	0,1627±0,0162 0,5644±0,1308	<0,0001 0,0002±0,0000	<0,0001 0,0004±0,0000	0,0037±0,0014 0,0051±0,0022
Avloppsvatten – Pumpstation Kodammarna	0,7570±0,2503 2,6771±0,9347	0,0008±0,0003 0,0026±0,0002	0,00015±0,0006 0,0024±0,0018	0,2744±0,0784 0,810±0,2935	0,0005±0,0002 0,0006±0,0001	0,0015±0,0003 0,0033±0,0005	0,1001±0,0303 0,2506±0,0521	0,0680±0,0309 0,3165±0,1088	<0,0001 0,0001±0,0000	0,0001±0,0002 0,0006±0,0002	0,0014±0,0002 0,0073±0,0011

Avloppsvatten – Pumpstation Röda Sten	0,6215±0,1784 2,2247±0,7295	0,0005±0,0000 0,0025±0,0002	0,0008±0,0001 0,0015±0,0003	0,1923±0,0384 0,6325±0,1364	0,0002±0,0000 0,0006±0,0001	0,0011±0,0005 0,0030±0,0003	0,0298±0,0073 0,0848±0,0197	0,1251±0,3100 0,6168±0,1503	<0,0001 0,0001±0,0000	<0,0001 0,0004±0,0000	0,0014±0,0001 0,0033±0,0007
Dricksvatten											
Dricksvatten - Lackarebäck	<0,0001	0,0016±0,0014 0,0073±0,0071	0,0002±0,0002 0,0044±0,0019	3,1898±3,1670	0,0006±0,0007 0,0030±0,0031	0,0010±0,0010 0,0031±0,0026	0,0089±0,0078 0,0277±0,0243	0,0439±0,0437	<0,0001 <0,0001	0,0009±0,0009 0,0016±0,0017	0,0001±0,0000 0,0045±0,0038