



**Utsläpp av 33 antibiotika, läkemedel och andra
mikroföroreningar från Skånes Universitetssjukhus (SUS) i
Malmö till Sjölunda avloppsreningsverk**



Erlend Björklund, Högskolan Kristianstad
Ola Svahn, Högskolan Kristianstad
Rune Jönsson, Region Skåne
Michael Cimbritz, Lunds Universitet

HÖGSKOLAN KRISTIANSTAD

SUS Malmö 11
Vecka 8

Författare

Huvudförfattare:

Erland Björklund, Högskolan Kristianstad, MoLab

Medförfattare:

Ola Svahn, Högskolan Kristianstad, MoLab

Rune Jönsson, Regionfastigheter, Region Skåne

Michael Cimbritz, Institutionen för Kemiteknik, Lunds Universitet

Omslagsbild

Prover från SUS i Malmö. Foto: Erland Björklund

Utgivning

Februari 2020

Innehållsförteckning

Sammanfattning

1. Projektets tillkomst
2. Bakgrund och behov
3. Val av läkemedel och antibiotika
4. Analysteknik och metod i korthet
5. Provtagningspunkter, flöden och lagring
 - 5.1 Provtagningspunkter
 - 5.2 Inkommande flöden till Sjölunda avloppsreningsverk
 - 5.3 Utgående flöden från SUS i Malmö
 - 5.4 Jämförelse av utgående flöden från SUS i Malmö med inkommande flöden till Sjölunda avloppsreningsverk
 - 5.5 Observationer från provtagningen
6. Resultat av läkemedelsanalyser
 - 6.1 Antibiotika – analysresultat
 - 6.2 Läkemedel och övriga ämnen – analysresultat
 - 6.3 Medelkoncentrationerna av antibiotika och läkemedel i avloppsvatten från SUS i Malmö och Sjölunda avloppsreningsverk vecka 8
7. Beräkning av läkemedelsutsläpp i gram och procentuellt bidrag från SUS i Malmö till Sjölunda
8. Slutsatser

Sammanfattning

Under februari 2019 togs 7 dygnsprover på det totala utgående flödet av avloppsvatten från Skånes Universitetssjukhus (SUS) i Malmö samt på det totala inkommande flödet av avloppsvatten till Sjölunda avloppsreningsverk i Malmö, som är Malmös största reningsverk. Syftet var att få kunskap om utgående koncentrationer av läkemedel från sjukhuset i relation till de inkommande koncentrationerna till avloppsreningsverket. Proverna togs från måndag till söndag under en och samma vecka och analyserades med avseende på förekomst av 33 läkemedel, antibiotika och andra mikroföroreningar. Detta innefattade 9 st antibiotika, 19 st läkemedel samt 5 andra kemikalier.

Genom att uppskatta det utgående dygnsflödet av vatten från sjukhuset och mäta det inkommande dygnsflödet av vatten till reningsverket kunde man beräkna den totala mängden läkemedel (gram) som släpptes ut från sjukhuset och motsvarande den totala inkommande belastningen (gram) från Malmö stad av de 33 ämnena. Därmed kunde man också få en bild av den procentuella belastningen som sjukhuset bidrog med jämfört med den totala belastningen från Malmö stad. Resultaten redovisas utifrån läkemedlens behandlingsfunktion och innefattar grupperna J - Antiinfektiva medel för systemiskt bruk, C - Hjärta och Kretslopp, N - Nervsystemet, M - Rörelseapparaten, Blandade läkemedel, Paracetamol & Ibuprofen samt Blandade kemikalier.

Det uppskattade veckomedelflödet ut från SUS i Malmö var 564 m³/vecka medan det inkommande veckomedelflödet på Sjölunda avloppsreningsverk var 112 586 m³/vecka. Det procentuella bidraget vattenflöde från SUS i Malmö till Sjölunda var därmed 0,50 %.

De antibiotika som hade högst medelkoncentrationer (medelvärde av alla 7 dyggen) i utgående avloppsvatten från SUS i Malmö var ciprofloxacin 7 416 ng/l, sulfametoxazol 3 381 ng/l och doxycyklin 1 573 ng/l att jämföra med inkommande medelkoncentrationer i Sjölunda avloppsreningsverk som var 981 ng/l, 358 ng/l samt 364 ng/l, för samma ämnen. Deras koncentrationer var således 7,6 ggr, 9,4 ggr och 4,3 ggr högre i SUS i Malmö.

De tre läkemedel med högst utgående medelkoncentrationer från SUS i Malmö (exklusive paracetamol) var hjärtmedicinen metoprolol 6 094 ng/l, inflammations- och smärtlindrande naproxen 2 164 ng/l samt hjärtmedicinen furosemid 2 034 ng/l att jämföra med inkommande medelkoncentrationer i Sjölunda avloppsreningsverk som var 1 336 ng/l, 2 515 ng/l samt 1 010 ng/l, för samma ämnen. Metoprolol och furosemid var därmed 4,6 ggr och 2,0 ggr högre i SUS i Malmö, medan naproxen var 1,2 ggr högre i Sjölunda avloppsreningsverk.

Paracetamol är ett mer speciellt ämne i den meningen att de konsumeras i stor omfattning i hela samhället. Därmed är dess utgående koncentration från såväl SUS i Malmö som inkommande koncentration till Sjölunda avloppsreningsverk betydligt högre än övriga ämnen. Medelkoncentrationen paracetamol ut från SUS i Malmö var 32 483 ng/l medan Sjölunda inkommande vatten hade en koncentration på 19 424 ng/l. SUS i Malmös koncentration var därmed 1,7 ggr högre.

Utöver koncentrationer beräknades också den absoluta massan i gram som släpptes ut från SUS i Malmö samt inkommande massor till Sjölunda avloppsreningsverk under en vecka baserat på de provtagningar och kemiska analyser som utfördes måndag-söndag.

För paracetamol var detta 127 g (SUS) och 14 942 g (Sjölunda).

För topp tre antibiotika var det ciprofloxacin 29,6 g (SUS) och 742 g (Sjölunda), sulfametoxazol 14,4 g (SUS) och 262 g (Sjölunda) samt doxycyklin 6,0 g (SUS) och 274 g (Sjölunda).

För topp tre läkemedel var det metoprolol 22,4 g (SUS) och 1 004 g (Sjölunda), naproxen 9,0 g (SUS) och 1 875 g (Sjölunda) samt furosemid 7,6 g (SUS) och 743 g (Sjölunda).

En summering av utsläppen av samtliga 33 ämnen visar att SUS i Malmö totalt släpper ut 260 g under en vecka. Av dessa utgör paracetamol 127 g vilket motsvarar 49 % av det totala utsläppet. Under antagandet att den undersökta veckan är representativ för övriga veckor under året skulle

den årliga inkommande mängden av dessa 33 ämnen vara 52 veckor * 260 g/vecka = 13 520 g, eller knappt 14 kg.

En summering av samtliga 33 ämnen på Sjölunda avloppsreningsverk visar att det sammanlagt inkommer 24 995 g varje vecka. Av dessa paracetamol 14 942 g vilket motsvarar hela 60 % av det totala inkommande mängden. Om vi återigen antar att vecka 8 är representativ för övriga veckor skulle den årliga inkommande mängden av dessa 33 ämnen vara 52 veckor * 24 995 g/vecka = 1 299 740 g, eller 1 300 kg eller 1,3 ton.

Utifrån de beräknade mängderna i gram kunde man också uppskatta det procentuella bidraget som SUS i Malmö utgjorde i relation till den totala belastningen från Malmö stad in till Sjölunda avloppsreningsverk. De topp tre ämnen som procentuellt sett bidrog mest från SUS i Malmö var sulfametoxazol 5,5%, trimetoprim 5,4% och ciprofloxacin 4,0%. Alla tre används som antibiotika. Därefter följde tre läkemedel i form av karbamazepine 2,7%, oxazepam 2,7% och metoprolol 2,2%.

Man kan därmed konstatera att sjukhusets bidrag till den totala belastningen av läkemedel är relativt begränsad och inte överstiger 6% av den totala mängden för något ämne. Om man jämför den total mängden utsläppt mängd från SUS i Malmö på 260 g den undersökta veckan utgör detta endast 1,0 % av den totala inkommande mängden till Sjölunda avloppsreningsverk på 24 995 g samma vecka.

1. Projektets tillkomst

Projektet ”Cirkulära vattenflöden för Malmö sjukhusområde” är ett delvis Vinnova-finansierat samarbetsprojekt där ingående parter är: Regionfastigheter, VA-Syd, Institutionen för Kemiteknik vid Lunds universitet och Clinical Research Centre. Även Regional utveckling och Skånes universitetssjukhus deltar. Det organiska spåranalyslaboratoriet MoLab vid Högskolan Kristianstad är inriktat på att analysera läkemedelsrester i miljön och deltog med kemiska analyser och expertis rörande förekomst och spridning av läkemedel i miljön. Vinnova-projektets mål var att undersöka olika flöden av vatten med målet att recirkulera och minska användningen av dricksvatten. Som en del i projektet behövde man få kunskap om hur mycket läkemedelsrester som lämnar sjukhusområdet i spillvattnet. I diskussioner i arbetsgruppen framkom att det med hänsyn till projektets budget och tidsram var rimligt att göra en mätning av koncentration och flöde av det spillvatten som lämnar sjukhusområdet. För att jämföra sjukhusets mängd med övriga Malmö utfördes motsvarande mätning vid inkommande ledningar till Sjölunda avloppsreningsverk.

2. Bakgrund och behov

Det är idag känt och erkänt att alla våra svenska avloppsvatten innehåller läkemedel, antibiotika och hormoner i varierande koncentrationer. Nyligen genomfördes en undersökning av inkommande och utgående avloppsvatten från 8 skånska reningsverk, finansierad av Region Skåne, kallad LUSKA projektet (se rapporten ”Läkemedelsutsläpp från skånska avloppsreningsverk 2017”¹). Detta var ett samverkansprojekt mellan Högskolan Kristianstad, Region Skåne och 6 reningsverksorganisationer i Skåne. Utöver reningsverk så är även vårdinrättningar och sjukhus av allt större intresse när det gäller deras utsläpp av läkemedel. Inom regionen uppstår då frågan kring vilket ansvar man har att minska utflödet av läkemedel från de punktkällor som sjukhusen utgör. Ännu har tillsynsmyndigheterna inte tagit ställning angående utgående koncentrationer av läkemedelsrester men frågor har riktats i ärendet till några av Region Skånes huvudmän. Med anledning av detta togs det under våren 2017 därför prover på avloppsvatten från Skånes Universitetssjukhus (SUS) i Lund i ett samarbete mellan Region Skåne och analyslaboratoriet MoLab på Högskolan Kristianstad (se rapporten ”Förekomst av läkemedel och antibiotika i avloppsvattnet på Skånes Universitetssjukhus (SUS) i Lund”²). Resultaten från stickprovsmätningen, som visar föroreningsituationen vid det specifika provtagningsstillfället, indikerade att vissa läkemedel släpps ut i högre koncentrationer från sjukhuset jämfört med de inkommande koncentrationerna i ett skånskt reningsverk (se LUSKA rapporten). Detta gällde även antibiotika. Just frågan om vissa ämnen förekommer i högre koncentrationer i avloppsvatten från sjukhusen jämfört med reningsverkens är central, och då inte minst antibiotika i höga koncentrationer är viktigt på grund av potentiell resistensutveckling. Även om det förefaller rimligt att den absoluta mängden läkemedel och antibiotika (i gram) som kommer från sjukhuset är förhållandevis låg på grund av de låga flödena jämfört med det inkommande flödet från en hel stad, är det angeläget att Region Skåne som verksamhetsutövare gör egna undersökningar. Denna rapport är ett sätt för Region Skåne som läkemedelsaktör att få kännedom om sina egna utsläpp av läkemedel.

¹ Läkemedelsutsläpp från Skånska avloppsreningsverk 2017: ett utvecklings- och samarbetsprojekt på Högskolan Kristianstad i samarbete med Region Skåne och 6 skånska reningsverksaktörer. Ola Svahn och Erland Björklund, Högskolan Kristianstad, 2017; 58 sidor.

² Förekomst av läkemedel och antibiotika i avloppsvattnet på Skånes universitetssjukhus (SUS) i Lund. Ola Svahn och Erland Björklund, Högskolan Kristianstad, 2019; 13 sidor.

3. Val av läkemedel och antibiotika

I Sverige finns det idag hundratals godkända aktiva läkemedelssubstanser. För att kunna identifiera och kvantifiera förekomsten av dessa i olika typer av vattenprover har det utvecklats många olika analysmetoder. Läkemedelsverket (LMV) gav år 2015 ut sin rapport *Miljöindikatorer inom ramen för nationella läkemedelsstrategin (NLS)*³ där de föreslog en lista på 22 läkemedel vars koncentration i miljön de rekommenderade att man ska följa årligen. Flera av de föreslagna ämnena ingår också i *Europeiska Kommissionens två bevakningslistor över ämnen för unionsomfattande övervakning inom vattenpolitikens område (EU) 2015/495*⁴⁵. I detta projekt analyserades läkemedel som fanns med på såväl Läkemedelsverkets som EU:s bevakningslistor eftersom dessa är av både nationellt och internationellt intresse. Av särskilt intresse är antibiotika eftersom de är kopplade till en resistensproblematik.

4. Analysteknik och metod i korthet

För att kunna analysera läkemedel, antibiotika och andra mikroföroreningar i förorenade vatten som innehåller t.ex. fekalier och urin krävs tillgång till speciell analysteknik i form av masspektrometri. I projektet användes en metod som tagits fram särskilt för att kunna analysera de utvalda läkemedlen och antibiotika. Detta är en robust och flexibel metod utvecklad av Ola Svahn och Erland Björklund i det kemiska analyslaboratoriet MoLab, Högskolan Kristianstad (HKR). Analysmetoden finns publicerad i sin helhet i den vetenskapliga tidskriften *Journal of Chromatography B*⁶ samt i avhandlingen *Tillämpad miljöanalytisk kemi för monitorering och åtgärder av antibiotika- och läkemedelsrester i Vattenriket*, Svahn 2016. Denna analysmetod är också validerad i enlighet med en tidigare metod som utvecklats och publicerats av det Amerikanska Naturvårdsverket (United States Environmental Protection Agency, US EPA) för analys av läkemedel och personliga hygienprodukter i vatten, jord, sediment och biomaterial med hjälp av HPLC/MS/MS⁷.

³ Rapport från CBL-kansliet, Läkemedelsverket 2015-09-07 – Miljöindikatorer inom ramen för nationella läkemedelsstrategin (NLS); 7 sidor.

⁴ KOMMISSIONENS GENOMFÖRANDEBESLUT (EU) 2015/495 av den 20 mars 2015 om upprättande av en bevakningslista över ämnen för unionsomfattande övervakning inom vattenpolitikens område i enlighet med Europaparlamentet och rådets direktiv 2008/105/EG; 3 sidor.

⁵ KOMMISSIONENS GENOMFÖRANDEBESLUT (EU) 2018/840 av den 5 juni 2018 om upprättande av en bevakningslista över ämnen för unionsomfattande övervakning inom vattenpolitikens område i enlighet med Europaparlamentet och rådets direktiv 2008/105/EG samt om upphävande av kommissionens genomförandebeslut (EU) 2015/495; 4 sidor.

⁶ Increased electrospray ionization intensities and expanded chromatographic possibilities for emerging contaminants using mobile phases of different pH, *Journal of Chromatography B*, 1033 (2016) 1–10, O. Svahn and E. Björklund

⁷ Method 1694: Pharmaceuticals and Personal Care Products in Water, Soil, Sediment, and Biosolids by HPLC/MS/MS, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Office of Science and Technology Engineering and Analysis Division (4303T), 1200 Pennsylvania Avenue, NW, Washington, DC 20460, EPA-821-R-08-002, December 2007; 72 sidor.

5. Provtagningspunkter, flöden och lagring

5.1 Provtagningspunkter

Möjliga provtagningspunkter diskuterades vid ett flertal projektmöten i Lund och Malmö och fastställdes slutligen enligt nedan. Avloppsvattenproverna togs av personal från SYNLAB Analytics & Services Sweden AB i samarbete med VA SYD.

Proverna på Sjölunda avloppsreningsverk togs på inkommande avloppsvatten i dialog med VA SYD.

Den absoluta merparten av spillvattnet från SUS i Malmö lämnar sjukhusområdet i en ledning i Jan Waldenströms gata och sluter an till VA SYDs ledning i Carl Gustafs väg. Noterbart är att en liten del spillvatten leds ut i andra punkter än genom Jan Waldenströmsgata. Enligt VA-strategin för Region Skåne daterad 2018-05-23 kan man dock utläsa följande:

”Huvudledningsnätet som hanterar spillvatten från större delen av området ligger i Inga Marie Nilssons gata och Jan Waldenströms gata och ansluter till VA SYDs spillvattenledning i Carl Gustafs väg. Enligt uppgift från VA SYD är spillvattenledningen i Carl Gustafs väg regnpåverkad och dämmer kraftigt vid regn. I samband med stora regn har det varit problem med källaröversvämningar i byggnader längs Jan Waldenströms gata. För att säkra upp sjukhusområdet mot översvämningar från spillvattensystemet bör anslutningspunkten åtgärdas så att risken för att regnvatten dämmer upp i källare minskas. En möjlig åtgärd är att komplettera anslutningspunkten med en backventil och pump. En annan möjlighet kan vara att använda anslutningspunkten i Pildammsvägen som bräddutlopp eftersom här redan finns en pumpstation.”

Baserat på detta ansågs dock provpunkten i Jan Waldenströms gata väl representera det totala utflödet från hela sjukhusområdet. En brunn fanns i Jan Waldenströms gata där prover togs ut. Provtagningen inne på Malmö sjukhusområde och på Sjölunda avloppsreningsverk visas översiktligt i **Figur 1**.



Figur 1. Översiktsskarta av de 2 utvalda provtagningspunkterna på inkommande vatten i Sjölunda avloppsreningsverk och utgående vatten från SUS i Malmö i Jan Waldenströms gata den 14-28e februari 2019.

Totalt togs 7 dygnsprover på det totala inkommande flödet av avloppsvatten till Sjölunda avloppsreningsverk i Malmö och på det totala utgående flödet av avloppsvatten från Skånes Universitetssjukhus (SUS) i Malmö. Proverna togs måndag till söndag i vecka 8 den 18–24 februari

2019. Varje prov var ett dygnsgenomsnitt, med ett prov per timme. Proverna hämtades dagligen, utom över helgen då de hämtades inom 48 timmar. I tidigare studier har detta inte visat sig ha någon inverkan på resultaten, vilket också bekräftades i denna studie (redovisas mer i detalj nedan). Proverna togs i plastflaskor och förvarades i fryst tillstånd (-18°C) fram till analys. Alla analyser genomfördes inom 3 veckor från provtagningen.

5.2 Inkommande flöden till Sjölunda avloppsreningsverk

Dygnsflödena av avloppsvatten in till Sjölunda avloppreningsverk tillhandahölls av personal från VA SYD och ses i **Tabell 1** nedan.

Tabell 1. Information om dygnsflödena in till Sjölund avloppreningsverk vecka 8, 2019.

Datum	Flöde (m ³ /dygn)
2019-02-18	91 557
2019-02-19	100 954
2019-02-20	104 761
2019-02-21	203 104
2019-02-22	98 436
2019-02-23	93 576
2019-02-24	95 712
Medelflöde vecka 8	112 586
Totalflöde vecka 8	788 100 m³

5.3 Utgående flöden från SUS i Malmö

Dygnsflödena av utgående avloppsvatten från sjukhusområdet gick inte att mäta vid provtagningspunkten i Jan Waldenströms gata. För att få ett mått på det utgående flödet utgick vi istället från hur mycket inkommande dricksvatten som levereras till sjukhusområdet från VA SYD varje dygn. Enligt Region Skånes VA-strategi daterad 2018-05-23 föreligger följande flöden för dricksvatten:

- 550 m³ / dygn på vardagar
- 650 m³ / dygn på vardagar under pågående byggperiod
- 350 m³ / dygn på helger

Eftersom Nya Sjukhuset Malmö har börjat byggas beslutades att vi bör räkna med 650 m³ / dygn under vardagar. Detta leder till följande dygnsflöden av utgående avloppsvatten från Malmö sjukhusområde enligt **Tabell 2**.

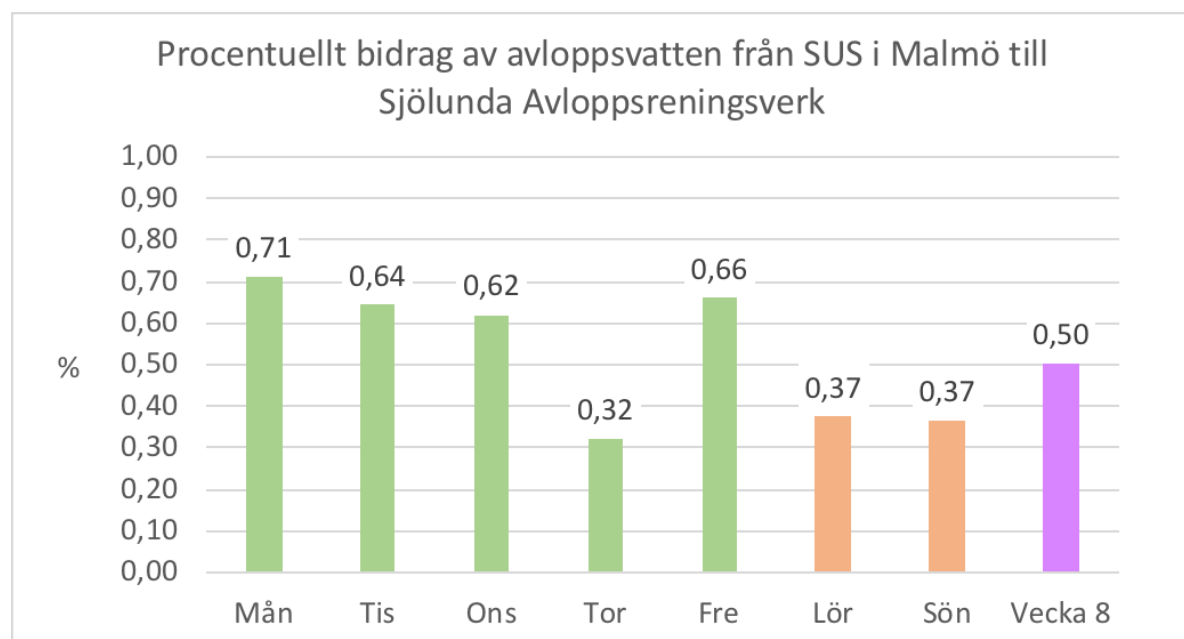
Tabell 2. Approximation av dygnsflödena ut från SUS i Malmö vecka 8, 2019.

Datum	Flöde (m ³ /dygn)
2019-02-18	650
2019-02-19	650
2019-02-20	650
2019-02-21	650
2019-02-22	650
2019-02-23	350
2019-02-24	350
Medelflöde vecka 8	564
Totalflöde vecka 8	3 950 m³

Detta värde stämmer väl överens med en uppgift från Kari Nyberg (Teknikförvaltare på Region Skåne) som anger ett värde för inkommande dricksvatten på 17 000 m³ per månad (ej specificerat vilken månad). Detta ger ett dygnsflöde på 17 000 m³ / 31 dygn = 548 m³ per dygn, alternativt 566 m³ per dygn om vi utgår från 30 dygn.

5.4 Jämförelse av utgående flöden från SUS i Malmö med inkommande flöden till Sjölunda avloppsreningsverk

Genom att jämföra dygnsflödena av utgående avloppsvatten från SUS i Malmö med de inkommande dygnsflödena till Sjölunda avloppsreningsverk kan man få en grov uppskattning av det procentuella bidraget från sjukhusområdet i relation till Malmö stad. Detta redovisas i **Figur 2**.



Figur 2. Jämförelse av utgående flöden från SUS i Malmö med inkommande flöden till Sjölunda avloppsreningsverk vecka 8, 2019. Värden beräknade från flödena i Tabell 1 och Tabell 2.

Det totala flödet in till reningsverket tycks inte skilja sig åt särskilt mycket mellan vardagar och helgdagar (**Tabell 1**), medan det finns relativt stora skillnader mellan vardag och helgdag i det utgående flödet från sjukhusområdet (**Tabell 2**). Vattenkonsumtionen nästan halveras på sjukhuset på helgen. På vardagar utgör flödet från sjukhusområdet till reningsverket omkring 0,6–0,7% av det totala flödet (med undantag för torsdagen den 21/2 då det totala inkommande flödet till reningsverket var fördubblat) medan det endast utgör 0,37% på helgen. Sett över hela veckan kan man därmed också beräkna att SUS i Malmö endast bidrog med 0,50% av hela det inkommande avloppsvattenflödet till Sjölunda avloppsreningsverk under vecka 8. Samtliga beräkningar utförda i denna rapport bygger på de flöden som redovisas i **Tabell 1** och **Tabell 2**.

5.5 Observationer från provtagningen

Överlag fungerade provtagningen väl enligt personal från SYNLAB Analytics & Services Sweden AB. Dock noterades några avvikelser som behövde hanteras. Detta sammanfattades av provtagarna från SYNLAB som följer:

”Helgens provtagning har gått bra men det har varit några problem som bör beaktas. Under fredagen när jag och min kollega var på Sjölunda ARV visade det sig att det blivit stopp i provtagningsslangen till den provisoriska provtagningsutrustningen som vi skulle använda under helgen. Detta bör ha hänt någon gång under torsdag kväll och upptäcktes av personal på VASyd när vi var på plats på fredagen vid 10-tiden. Så dygnsprovet på Sjölunda kom inte igång förrän ca klockan 10:45 under fredagen. På SUS Malmö punkt 11 har vi också haft problem med fredagsprovet. Provtagningen startar 09:00 varje dag och det visade sig att batteriet tagit slut under natten.

Sista prov som tagits togs var kl. 04:00 vilket innebär att 4 prov missades på grund av detta (kl 05, 06, 07 & 08:00 lördag morgon). Min kollega har inte rapporterat några anmärkningar på lördagsproven på Sjölunda eller SUS Malmö punkt 11. Sjölunda skulle även ta ut fredag och lördagsprov från deras ordinarie provtagare vilket innebär att det finns reservprov på fredag och lördagsdygn om man vill exempelvis ersätta fredagens prov där ca 10,5h missades. Dock är dessa prover inte frysta förrän idag måndag.”

På grund av stopp i provtagningsslangen på Sjölunda avloppsreningsverk var fredagens dygnsprov inte ett dygnsprov. Enligt SYNLAB startades provtagningen alltså först under fredagens förmiddag kl. 10.45. Eftersom provtagningen skulle startat 00:00 på fredagsmorgonen saknades således drygt 11 timmar i provet. Detta kunde åtgärdas genom att prover för fredagen och lördagen fanns tillgängliga från ordinarie provtagning utförd av VASYD på Sjölunda. De ordinare proverna frystes dock in först efter 48 timmar. Vi analyserade därför både fredagens och lördagens prover från såväl SYNLABs provisoriska provtagare som från VASYDs ordinarie provtagare. Vi kunde då jämföra och se två olika saker; dels om de 11 timmar som inte fanns med i fredagens prov påverkade resultatet, dels om förvaring i 48 timmar innan nedfrysning avsevärt ändrade koncentrationerna. Jämförelsen av dessa båda prover framgår av **Bilaga 1**. I korthet kan man utifrån resultaten göra följande observationer som är av vikt för användbarheten av data.

Fredagens resultat från Sjölunda visar att det finns en tendens till något lägre koncentrationer i den ordinarie provtagningen (orangea staplar) jämfört med de som saknade 11 timmars provtagning (blå staplar). Detta kunde antingen bero på att avsaknad av 11 timmar inte gjorde provet till ett representativt dygnsprov eller fördröjd infrysning. Skillnaderna var dock inte dramatiska och om inget reservprov från den ordinarie provtagningen funnits att tillgå skulle det provisoriska provet med avsaknad av 11 timmar ändå gett en uppfattning om koncentrationernas storlek.

Lördagens resultat från Sjölunda visar tydligt att förvaring i 48 timmar innan infrysning inte leder till lägre koncentrationer av ämnena då koncentrationerna är väldigt lika mellan den provisoriska (blå staplar) och den ordinarie (orangea) provtagningen. Mot bakgrund av detta valde vi att för fredagens prover utgå från de värden som kom ifrån den ordinarie provtagningen på VA SYD som var ett riktigt dygnsprov (orangea staplar) i samtliga beräkningar nedan. För lördagens prover valde vi dock att arbeta med prover från den provisoriska provtagningen i likhet med övriga dygn, då lördagens prov var ett riktigt dygnsprov (blå staplar).

Den problematik som uppstod vid provtagning på sjukhusområdet där 4 timmar missats i ett av proverna, gick inte att åtgärda då inget reservprov fanns att tillgå. Baserat på att skillnaderna i fredagens prover från Sjölunda, med en avsaknad av 11 timmar i ett av proverna, inte visade stora koncentrationsskillnader valde vi att inkludera detta prov i samtliga beräkningar nedan.

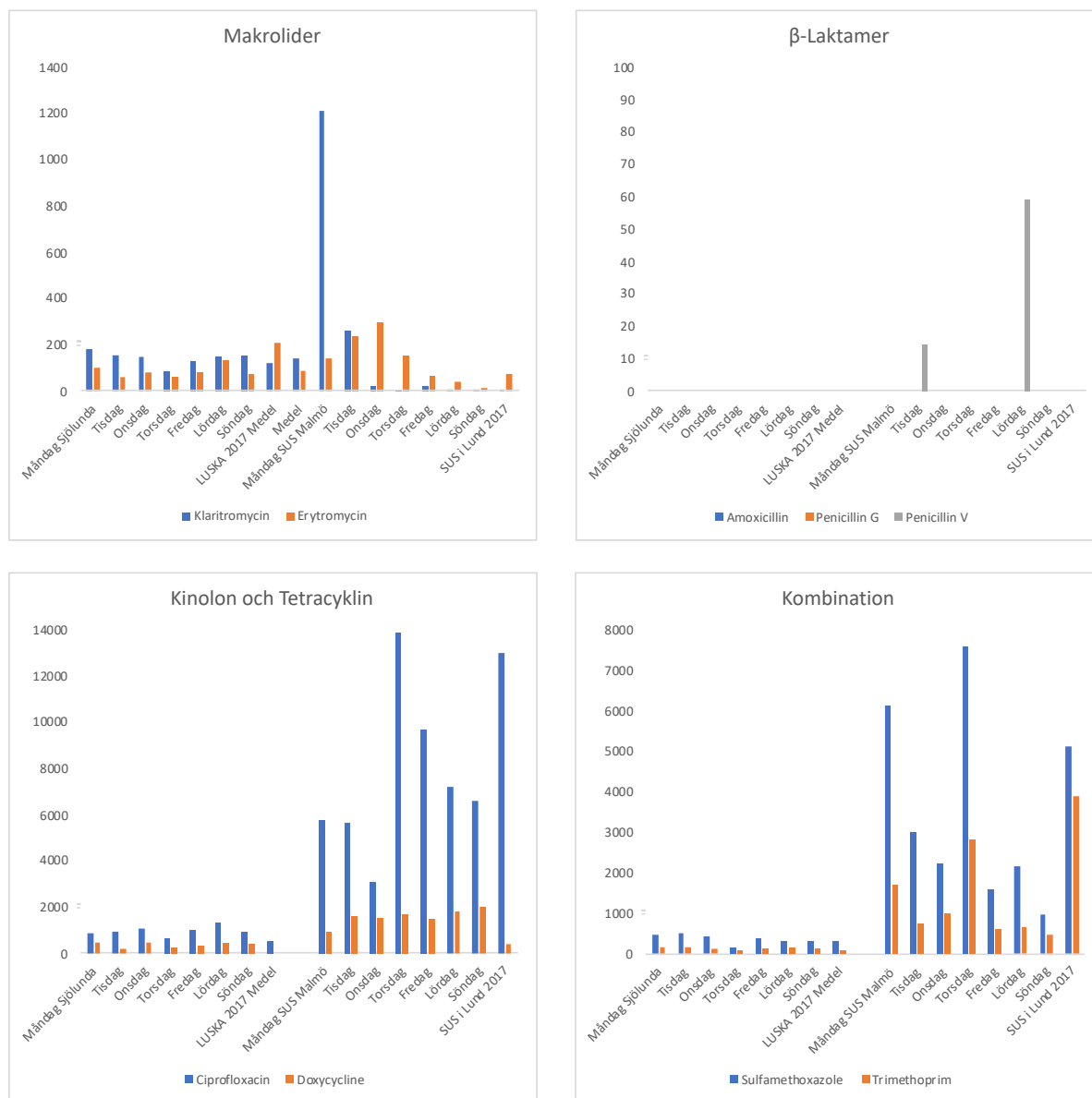
Noterbart utifrån ett beställarperspektiv är dock att det är viktigt att såväl funktionaliteten hos utrustningen som batteriernas kapacitet är utprovade inför varje provtagning för att minimera driftsstopp. Inte enbart för att det kan påverka slutresultatet utan också för det merarbete det leder till hos beställaren när såväl extra analyser som utredande arbete måste utföras av den samma.

6. Resultat av läkemedelsanalyser

Totalt undersöktes 33 ämnen i de båda provtagningspunkterna vilket redovisas i följande avsnitt med utgångspunkt i olika klasser av läkemedel och kemikalier.

6.1 Antibiotika – analysresultat

Totalt analyserades 9 olika antibiotika, fördelade på fem grupper. Resultaten finns sammanställda i **Tabell 3** samt i **Figur 3** nedan.



Figur 3. Förekomst (ng/l) av olika antibiotikaklasser i inkommande avloppsvatten till Sjölanda avloppsreningsverk samt i utgående avloppsvatten från SUS i Malmö, vecka 8, 2019. I figuren anges också jämförande värde från LUSKA projektet 2017 samt från SUS i Lund 2017. Se text för detaljer. Värdena återfinns i **Tabell 3**.

Tabell 3. Uppmätta koncentrationer i ng/l av 9 antibiotika i inkommande avloppsvatten till Sjölanda avloppsreningsverk samt i utgående avloppsvatten från SUS i Malmö, vecka 8, 2019. I figuren anges också jämförande värde från LUSKA projektet 2017 samt från SUS i Lund 2017. Se text för detaljer. Provtagningspunkter enligt översiktskartan i **Figur 1**. I denna tabell är ämnena listade efter grupp.

Provbeteckning	Makrolider		β-Laktamer			Kinolon och Tetracyclin		Kombination	
	Klaritromycin	Erytromycin	Amoxicillin	Penicillin G	Penicillin V	Ciprofloxacin	Doxycyclin	Sulfamethoxazol	Trimetoprim
Skånes Universitetssjukhus (SUS) i Malmö									
Måndag	1 212	142	n.d	n.d	n.d	5 779	939	6 119	1 701
Tisdag	265	235	n.d	n.d	15	5 678	1 578	3 003	730
Onsdag	22	296	n.d	n.d	n.d	3 108	1 512	2 253	1 003
Torsdag	4	153	n.d	n.d	n.d	13 882	1 701	7 602	2 824
Fredag	17	67	n.d	n.d	n.d	9 661	1 476	1 561	628
Lördag	4	37	n.d	n.d	59	7 229	1 801	2 151	642
Söndag	2	15	n.d	n.d	n.d	6 574	2 003	979	472
SUS i Lund 2017 (Tisdag)	7	74	n.a.	n.d.	n.d.	12 299	392	5 113	3 893
Sjölanda avloppsreningsverk									
Måndag	179	103	n.d	n.d	n.d	891	477	451	150
Tisdag	153	60	n.d	n.d	n.d	951	184	495	158
Onsdag	147	78	n.d	n.d	n.d	1 064	434	416	123
Torsdag	86	58	n.d	n.d	n.d	691	255	162	66
Fredag	129	81	n.d	n.d	n.d	996	353	368	114
Lördag	145	133	n.d	n.d	n.d	1 321	480	321	142
Söndag	154	77	n.d	n.d	n.d	951	366	293	105
LUSKA 2017 Medelvärde	118	210	n.a.	n.a.	n.a.	532	n.a.	326	63

Resultaten i **Tabell 3** och **Figur 3** visar att vissa klasser av antibiotika förekommer i högre koncentrationer i det utgående avloppsvattnet från SUS i Malmö, medan för andra råder den omvända situationen. Några antibiotika detekteras i det närmaste inte alls.

Makroliderna klaritromycin och erytromycin uppvisar lite olika mönster.

- Klaritromycin hade lägre koncentrationer i Sjölanda än SUS i Malmö under måndagen och tisdagen. Speciellt måndagens koncentration från SUS var mycket högre med ett värde på 1 212 ng/l, att jämföras med 179 ng/l i Sjölanda. Övriga dagar rådde dock den omvända situationen, där Sjölanda låg betydligt högre i koncentration än SUS i Malmö. Medelvärdet för Sjölanda var 142 ng/l, medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 218 ng/l. LUSKA projektets medelvärde var 118 ng/l, medan SUS i Lund 2017 hade en utgående koncentration på endast 7 ng/l. Noterbart är dock att från onsdag till söndag hade SUS i Malmö liknande koncentrationer som SUS i Lund, då de endast varierade mellan 2–22 ng/l.
- Erytromycin hade lägre koncentrationer i Sjölanda än SUS i Malmö under veckodagarna (undantaget fredagen), men högre än SUS i Malmö på helgdagarna. Medelvärdet för Sjölanda var 84 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 135 ng/l. LUSKA projektets medelvärde var 210 ng/l, medan SUS i Lund hade en utgående koncentration på 74 ng/l.

β-laktamerna amoxicillin, penicillin G och penicillin V återfanns i det närmaste inte alls i något prov. Endast penicillin V kunde identifieras i två utgående prover från SUS i Malmö; tisdag 15 ng/l och lördag 59 ng/l. Inget av dessa ämnen analyserades i LUSKA projektet. SUS i Lund 2017 innefattade inte amoxicillin, medan penicillin V och penicillin V inte kunde detekteras.

Kinolonen och tetracyklinen ciprofloxacin samt doxycyklin visade samma mönster, vilket innebar att de inkommande koncentrationerna till Sjölanda konsekvent var lägre än utgående koncentrationer från SUS i Malmö. Medelvärdet för Sjölanda var 981 ng/l för ciprofloxacin och 364 ng/l för doxycyklin medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 7416 ng/l för ciprofloxacin och 1573 ng/l för doxycyklin. LUSKA projektets medelvärde för ciprofloxacin var 532 ng/l, medan doxycyklin inte analyserades. SUS i Lund 2017 hade en utgående koncentration för ciprofloxacin på 12 999 ng/l medan doxycyklin uppmättes till 392 ng/l.

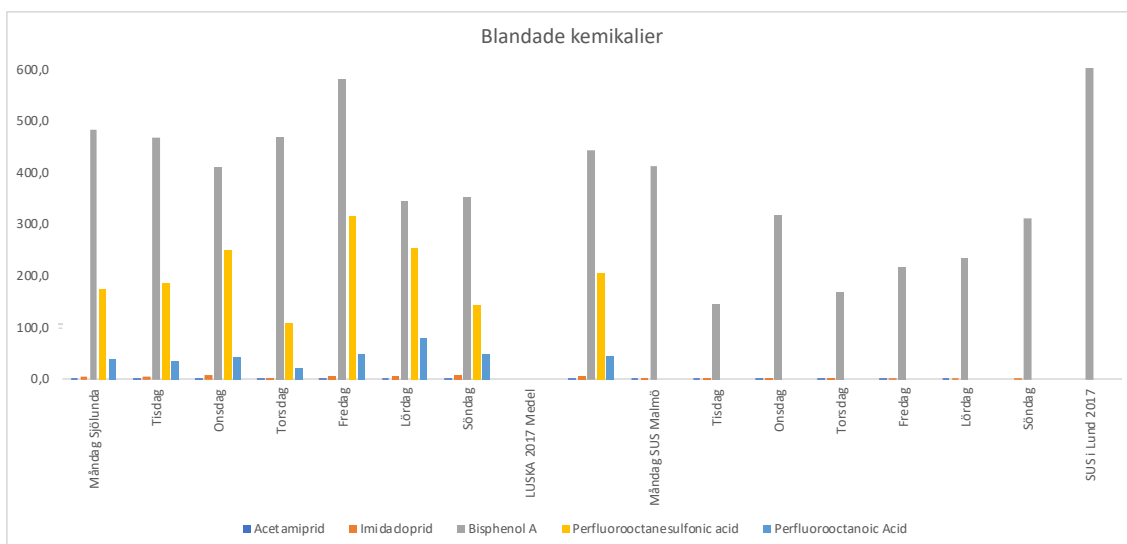
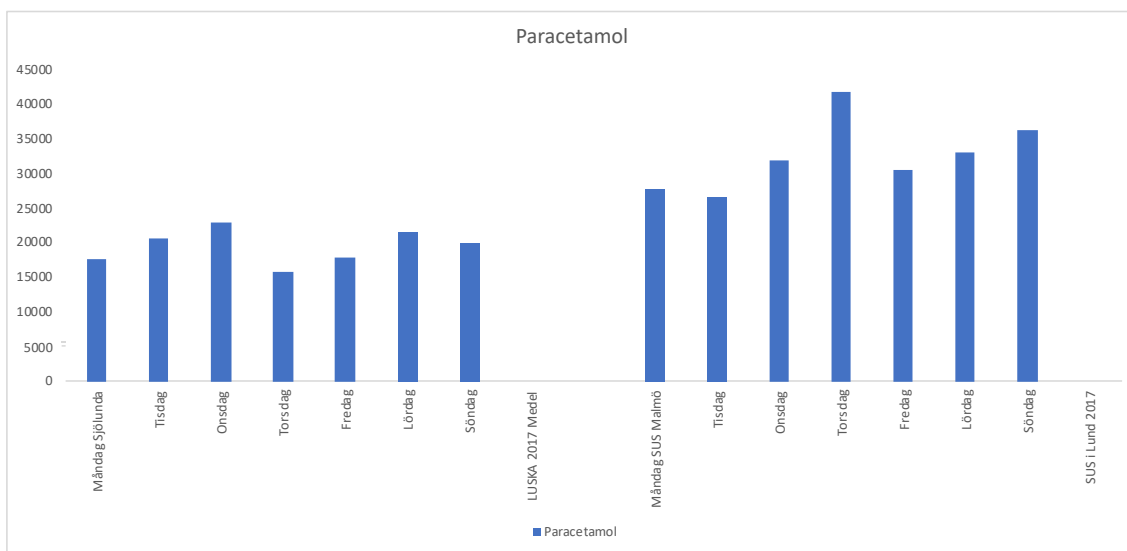
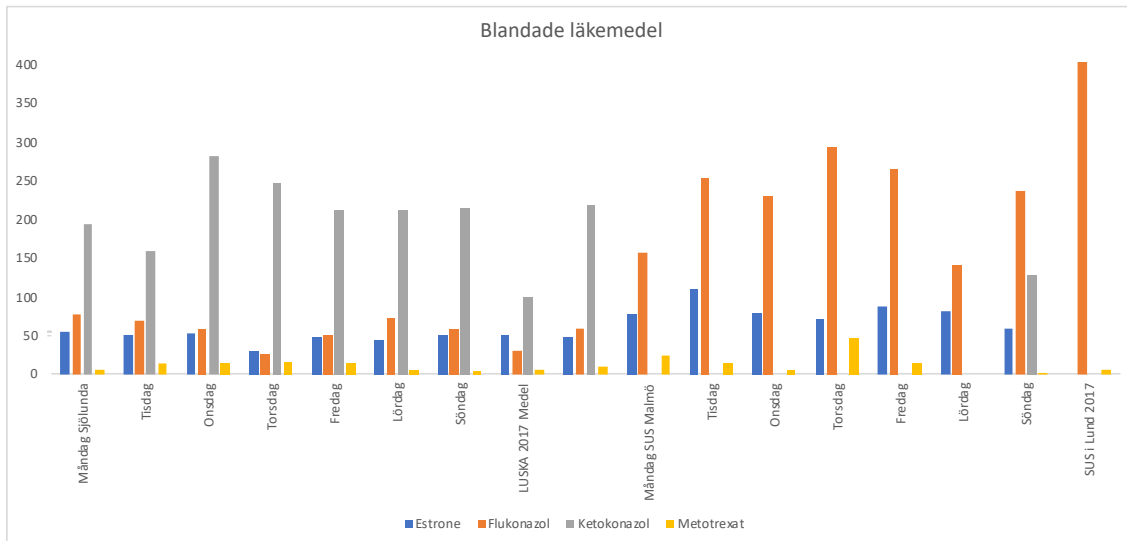
Kombinationspreparaten sulfametoxazol och trimetoprim följer varandra väl i koncentration vilket också är rimligt med tanke på att de ges just i kombination. De inkommande koncentrationerna till Sjölanda var konsekvent lägre än utgående koncentrationer från SUS i Malmö. Medelvärdet för Sjölanda var 358 ng/l för sulfametoxazol och 123 ng/l för trimetoprim medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 3 381 ng/l för sulfametoxazol och 1 143 ng/l för trimetoprim. LUSKA projektets medelvärde för sulfametoxazol var 326 ng/l, medan trimetoprim hade en koncentration på 63 ng/l. SUS i Lund 2017 hade en utgående koncentration för sulfametoxazol på 5 133 ng/l medan trimetoprim uppmättes till 3 893 ng/l.

6.2 Läkemedel och övriga ämnen – analysresultat

Totalt analyserades 24 läkemedel och andra kemikalier och resultaten presenteras i **Tabell 4** och **Tabell 5**, samt i **Figur 4** och **Figur 5**.



Figur 4. Förekomst (ng/l) av olika läkemedel från grupperna C, N och M i inkommande avloppsvatten till Sjölunda avloppsreningssystem samt i utgående avloppsvatten från SUS i Malmö, vecka 8, 2019. I figuren anges också jämförande värde från LUSKA projektet 2017 samt från SUS i Lund 2017. Se text för detaljer. Värdena återfinns i **Tabell 4**.



Figur 5. Förekomst (ng/l) av blandade läkemedel, paracetamol samt blandade kemikalier i inkommande avloppsvatten till Sjölanda avloppsreningsverk samt i utgående avloppsvatten från SUS i Malmö, vecka 8, 2019. I figuren anges också jämförande värde från LUSKA projektet 2017 samt från SUS i Lund 2017. Se text för detaljer. Värdena återfinns i **Tabell 5**.

Tabell 4. Uppmätta koncentrationer i ng/l av 14 läkemedel från grupperna C, N och M i inkommande avloppsvatten till Sjölanda avloppsreningsverk samt i utgående avloppsvatten från SUS i Malmö, vecka 8, 2019. I figuren anges också jämförande värde från LUSKA projektet 2017 samt från SUS i Lund 2017. Se text för detaljer. Provtagningspunkter enligt översiktskartan i **Figur 1**. I denna tabell är ämnena listade efter grupp.

Provbeteckning	C Hjärta och Kretslopp					N - Nervsystemet							M - Rörelseapparaten	
	Ate nolol	Furose- mide	Losar tan	Meto prolol	Propra- nolol	Citalopram	Karbama- zepin	Oxaze- pam	Sertra- line	Tra- madol	Ven- lafaxin	Zolpi- dem	Diklofenak	Naproxen
Skånes Universitetssjukhus (SUS) i Malmö														
Måndag	648	2 047	1 006	2 352	140	791	306	851	135	706	2 961	14	321	3 405
Tisdag	811	1 532	1 002	3 179	137	833	2 099	823	82	964	2 275	9	566	1 691
Onsdag	1 601	1 471	911	5 653	116	516	1 083	978	138	875	1 353	7	508	2 750
Torsdag	1 322	1 709	856	8 586	119	480	2 353	848	53	436	1 619	6	357	1 711
Fredag	1 510	2 103	1 291	5 172	93	510	1 313	1 442	97	429	1 062	33	185	2 600
Lördag	1 327	2 523	1 756	10 587	118	1 143	852	1 169	161	930	2 290	59	243	2 557
Söndag	986	2 853	1 380	7 127	144	865	4 512	1 712	161	1 174	1 533	15	165	435
SUS i Lund 2017 (Tisdag)	484	n.a	431	2 562	n.a	2 498	2 645	611	58	704	n.a	33	643	21 066
Sjölanda avloppsreningsverk														
Måndag	1 271	2 294	990	1 635	55	165	470	266	114	1 330	701	6	1 035	2 751
Tisdag	1 091	1 697	992	1 581	51	213	380	243	85	1 216	657	11	941	2 808
Onsdag	942	1 099	870	1 360	51	255	303	200	91	1 189	661	6	854	2 394
Torsdag	553	529	377	885	33	204	256	118	63	641	449	3	585	1 537
Fredag	955	427	965	1 182	106	324	238	231	54	1 154	568	4	863	2 382
Lördag	970	540	761	1 292	41	330	260	203	36	1 313	608	3	1 028	2 973
Söndag	1 100	486	1 035	1 417	54	382	280	249	64	1 500	716	6	1 057	2 758
LUSKA 2017 Medelvärde	n.a	n.a	512	1 162	n.a	274	541	305	113	174	n.a	4	727	2 491

Tabell 5. Uppmätta koncentrationer i ng/l av blandade läkemedel, paracetamol samt blandade kemikalier i inkommande avloppsvatten till Sjölanda avloppsreningsverk samt i utgående avloppsvatten från SUS i Malmö, vecka 8, 2019. I figuren anges också jämförande värde från LUSKA projektet 2017 samt från SUS i Lund 2017. Se text för detaljer. Provtagningspunkter enligt översiktskartan i **Figur 1**. I denna tabell är ämnena listade efter grupp.

Provbeteckning	Blandade läkemedel				Hötkonsumtion	Blandade kemikalier				
	Estrone	Flukonazol	Ketokonazol	Metotrexat	Paracetamol	Acetaminiprid	Imidacloprid	Bisphenol A	Perfluorooctanesulfonic Acid	Perfluorooctanoic Acid
Skånes Universitetssjukhus (SUS) i Malmö										
Måndag	77	156	n.d	25	2 7684	0,4	3	413	n.d	n.d
Tisdag	110	253	n.d	14	2 6583	0,2	2	147	n.d	n.d
Onsdag	79	231	n.d	6	3 1759	0,2	2	319	n.d	n.d
Torsdag	72	294	n.d	46	4 1644	0,2	3	167	n.d	n.d
Fredag	87	265	n.d	13	3 0586	0,4	3	218	n.d	n.d
Lördag	80	141	n.d	<LOQ	3 2908	0,3	2	234	n.d	n.d
Söndag	58	237	129	2	3 6219	n.d	2	313	n.d	n.d
SUS i Lund 2017 (Tisdag)	n.a	1 386	n.a	6	n.a	n.a	n.a	4 822	n.a	n.a
Sjölanda avloppsreningsverk										
Måndag	54	78	194	6	1 7652	1,0	6	484	173	40
Tisdag	51	70	160	14	2 0626	1,8	5	468	186	36
Onsdag	53	58	281	13	2 2921	1,4	7	409	251	42
Torsdag	30	26	247	16	1 5678	0,9	3	468	109	21
Fredag	49	51	212	14	1 7796	1,2	4	582	314	49
Lördag	45	74	212	6	2 1471	1,3	5	344	254	78
Söndag	51	59	214	3	1 9825	1,0	7	353	143	48
LUSKA 2017 Medelvärde	50	31	100	6	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a

Resultaten i **Tabell 4** och **Tabell 5** samt i **Figur 4** och **Figur 5** visar att några läkemedelsklasser och kemikalier förekommer i högre koncentrationer i det utgående avloppsvattnet från SUS i Malmö, medan andra har högre koncentrationer i det inkommande avloppsvattnet till Sjölunda.

C - Hjärta och Kretslopp innefattar atenolol, furosemid, losartan, metoprolol och propranolol. För samtliga ämnen var koncentrationer i Sjölunda generellt sett lägre än i SUS i Malmö. Atenolol var det ämne som uppvisade minst skillnader mellan Sjölunda och SUS i Malmö.

- Atenolol hade koncentrationer som var relativt lika i såväl det inkommande vattnet till Sjölunda som i det utgående vattent från SUS i Malmö. Medelvärdet för Sjölunda var 983 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 1 172 ng/l. Atenolol analyserades inte i LUSKA projektet. SUS i Lund 2017 hade en utgående koncentration på 484 ng/l.
- Furosemid hade mycket lika koncentrationer i Sjölunda och i SUS i Malmö från måndag till onsdag, medan koncentrationerna i SUS i Malmö blev högre än i Sjölunda torsdag till söndag. Medelvärdet för Sjölunda var 1 010 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 2 034 ng/l. Furesomide analyserades inte i varken LUSKA projektet eller SUS i Lund 2017.
- Losartan hade överlag något lägre koncentrationer i Sjölunda än i SUS i Malmö. Medelvärdet för Sjölunda var 856 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 1 172 ng/l. LUSKA projektets medelvärde var 512 ng/l, medan SUS i Lund hade en utgående koncentration på 431 ng/l.
- Metoprolol hade lägre koncentrationer i Sjölunda än i SUS i Malmö alla veckodagar. Medelvärdet för Sjölunda var 1 336 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 6 094 ng/l. LUSKA projektets medelvärde var 1 162 ng/l, medan SUS i Lund hade en utgående koncentration på 2 562 ng/l.
- Propranolol hade lägre koncentrationer i Sjölunda än i SUS i Malmö samtliga veckodagar. Medelvärdet för Sjölunda var 56 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 124 ng/l. Propranolol analyserades inte i varken LUSKA projektet eller SUS i Lund 2017.

N - Nervsystemet innefattade citalopram, karbamazepin, oxazepam, sertraline, tramadol, venlafaxine och zolpidem. För alla ämnen utom tramadol var koncentrationerna lägre i Sjölunda än i SUS i Malmö. Tramadol är idag klassat som narkotika och missbrukas i samhället.

- Citalopram hade lägre koncentrationer i Sjölunda än i SUS i Malmö alla veckodagar. Medelvärdet för Sjölunda var 268 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 734 ng/l. LUSKA projektets medelvärde var 274 ng/l, medan SUS i Lund hade en utgående koncentration på 2 498 ng/l.
- Karbamazepin uppvisade lägre koncentrationer i Sjölunda än i SUS i Malmö alla dagar utom måndag. Medelvärdet för Sjölunda var 312 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 1 788 ng/l. LUSKA projektets medelvärde var 541 ng/l, medan SUS i Lund hade en utgående koncentration på 2 645 ng/l.
- Oxazepam förekom i lägre koncentrationer i Sjölunda än i SUS i Malmö samtliga veckodagar. Medelvärdet för Sjölunda var 216 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 1 118 ng/l. LUSKA projektets medelvärde var 305 ng/l, medan SUS i Lund hade en utgående koncentration på 611 ng/l.
- Sertraline var lägre i Sjölunda än SUS i Malmö de flesta av veckans dagar. Medelvärdet för Sjölunda var 72 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 118 ng/l. LUSKA projektets medelvärde var 113 ng/l, medan SUS i Lund hade en utgående koncentration på 58 ng/l.
- Tramadol var högre i Sjölunda än SUS i Malmö samtliga dagar utom onsdag. Medelvärdet för Sjölunda var 1 192 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 788 ng/l. LUSKA projektets medelvärde var 174 ng/l, medan SUS i Lund hade en utgående koncentration på 704 ng/l.
- Venlafaxine var lägre i Sjölunda än SUS i Malmö samtliga veckodagar. Medelvärdet för Sjölunda var 623 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 1 870 ng/l. Venlafaxine analyserades inte i varken LUSKA projektet eller SUS i Lund 2017.
- Zolpidem hade relativt lika koncentrationer i Sjölunda och SUS i Malmö från måndag till torsdag, medan SUS i Malmö hade betydligt högre koncentrationer fredag till söndag. Medelvärdet för

Sjölunda var 6 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 20 ng/l. LUSKA projektets medelvärde var 4 ng/l, medan SUS i Lund hade en utgående koncentration på 33 ng/l.

M - Rörelseapparat innefattade diklofenak och naproxen. Diklofenak och naproxen är båda receptfria.

- Diklofenak var högre i Sjölunda än i SUS i Malmö alla dagar i veckan. Medelvärdet för Sjölunda var 909 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 335 ng/l. LUSKA projektets medelvärde var 727 ng/l, medan SUS i Lund hade en utgående koncentration på 643 ng/l.
- Naproxen var högre i Sjölunda fyra av sju dagar i veckan. Generellt sett var koncentrationerna ganska lika. Medelvärdet för Sjölunda var 2 515 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 2 164 ng/l. LUSKA projektets medelvärde var 2 491 ng/l, medan SUS i Lund hade en utgående koncentration på 21 066 ng/l.

Blandade läkemedel var estrone, flukonazol, ketokonazol och metotrexat.

- Estrone var jämn i sin koncentration alla veckans dagar, vilket gällde såväl i Sjölunda som i SUS i Malmö. Sjölunda koncentrationerna var något lägre än SUS i Malmö alla veckans dagar. Medelvärdet för Sjölunda var 48 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 80 ng/l. LUSKA projektets medelvärde var 50 ng/l, medan estrone inte analyserades i SUS i Lund 2017.
- Flukonazol var lägre i Sjölunda än i SUS i Malmö alla veckans dagar. Medelvärdet för Sjölunda var 59 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 225 ng/l. LUSKA projektets medelvärde var 31 ng/l, medan SUS i Lund hade en utgående koncentration på 1 386 ng/l.
- Ketokonazol var högre i Sjölunda än i SUS i Malmö alla dagar i veckan och koncentrationen var också relativt jämn mellan dagarna med ett medelvärde på 217 ng/L. LUSKA projektets medelvärde var 100 ng/l. Sex av sju dagar kunde ämnet inte alls detekteras i SUS i Malmö, medan ketokonazol inte analyserades i SUS i Lund 2017.
- Metotrexat visade inga tydliga mönster. Medelvärdet för Sjölunda var 10 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 15 ng/l. LUSKA projektets medelvärde var 6 ng/l, medan SUS i Lund också hade en utgående koncentration på 6 ng/l.

Paracetamol är receptfritt och konsumeras i stora mängder i samhället.

- Paracetamol är lägre i Sjölunda än i SUS i Malmö alla dagar i veckan. Koncentrationerna i SUS i Malmö är så höga att signalen bottenar i detektorn vilket innebär att resultaten är något osäkra, men de är inte överskattade. Medelvärdet för Sjölunda var 19 424 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 32 483 ng/l. Paracetamol analyserades varken i LUSKA projektet eller SUS i Lund 2017.

Blandade kemikalier innefattade acetamiprid och imidakloprid som är neonikotinider och växtskyddsmedel mot insekter, bisphenol A som ingår i olika plaster, samt perfluorooctanesulfonic acid och perfluorooctanoic acid som är högfloreerade ämnen som bland annat finns i brandsläckningsskum.

- Acetamiprid förekom i högre koncentrationer i Sjölunda än i SUS i Malmö. Medelvärdet för Sjölunda var 1,2 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 0,2 ng/l. Acetamiprid analyserades inte i varken LUSKA projektet eller SUS i Lund 2017.
- Imidakloprid förekom i högre koncentrationer i Sjölunda än i SUS i Malmö. Medelvärdet för Sjölunda var 5,4 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 2,4 ng/l. Imidakloprid analyserades inte i varken LUSKA projektet eller SUS i Lund 2017.
- Bisphenol A var högre i Sjölunda än i SUS i Malmö. Medelvärdet för Sjölunda var 444 ng/l medan SUS i Malmö hade ett medelvärde på 259 ng/l. Bisphenol A analyserades inte i LUSKA projektet medan SUS i Lund 2017 hade en koncentration på 4 822 ng/l.
- Perfluorooctanesulfonic acid var högre i Sjölunda än i SUS i Malmö eftersom det inte kunde detekteras i sjukhusets vatten. Koncentrationerna i Sjölunda var relativt jämna mellan veckans alla dagar.

Medelvärdet för Sjölunda var 204 ng/l. Perfluorooctanesulfonic acid analyserades inte i varken LUSKA projektet eller SUS i Lund 2017.

- Perfluorooctanoic acid var högre i Sjölunda än i SUS i Malmö eftersom det inte kunde detekteras i sjukhusets vatten. Koncentrationerna i Sjölunda var relativt jämna mellan veckans alla dagar. Medelvärdet för Sjölunda var 45 ng/l. Perfluorooctanoic acid analyserades inte i varken LUSKA projektet eller SUS i Lund 2017.

6.3 Medelkoncentrationerna av antibiotika och läkemedel i avloppsvatten från SUS i Malmö och Sjölunda avloppsreningsverk vecka 8

För att få en sammanfattande bild av likheter och skillnader i koncentrationerna från utgående avloppsvatten på SUS i Malmö och på inkommande avloppsvatten på Sjölunda avloppsreningsverk användes medelkoncentration av alla 7 dagarna för vecka 8. Därefter sorterades de från högsta till lägsta koncentration i vattnet med utgångspunkt från SUS i Malmö. Resultatet visas i **Figur 6**. Här kan noteras att paracetamol har tagits bort då dess koncentrationer är så höga att flertalet ämnen annars inte skulle ses i figuren. Medelvärdena för paracetamol i SUS i Malmö och på Sjölunda är 32 483 respektive 19 424 ng/l, vilket redovisats ovan. Medelkoncentrationen av paracetamol var således 1,7 ggr högre i SUS i Malmö. Från **Figur 6** ses tydligt dels vilka ämnen som har högst koncentrationer i utgående vatten från SUS i Malmö men också vilka ämnen som har relativt högre koncentrationer från SUS i Malmö jämfört med inkommande vatten till Sjölunda.

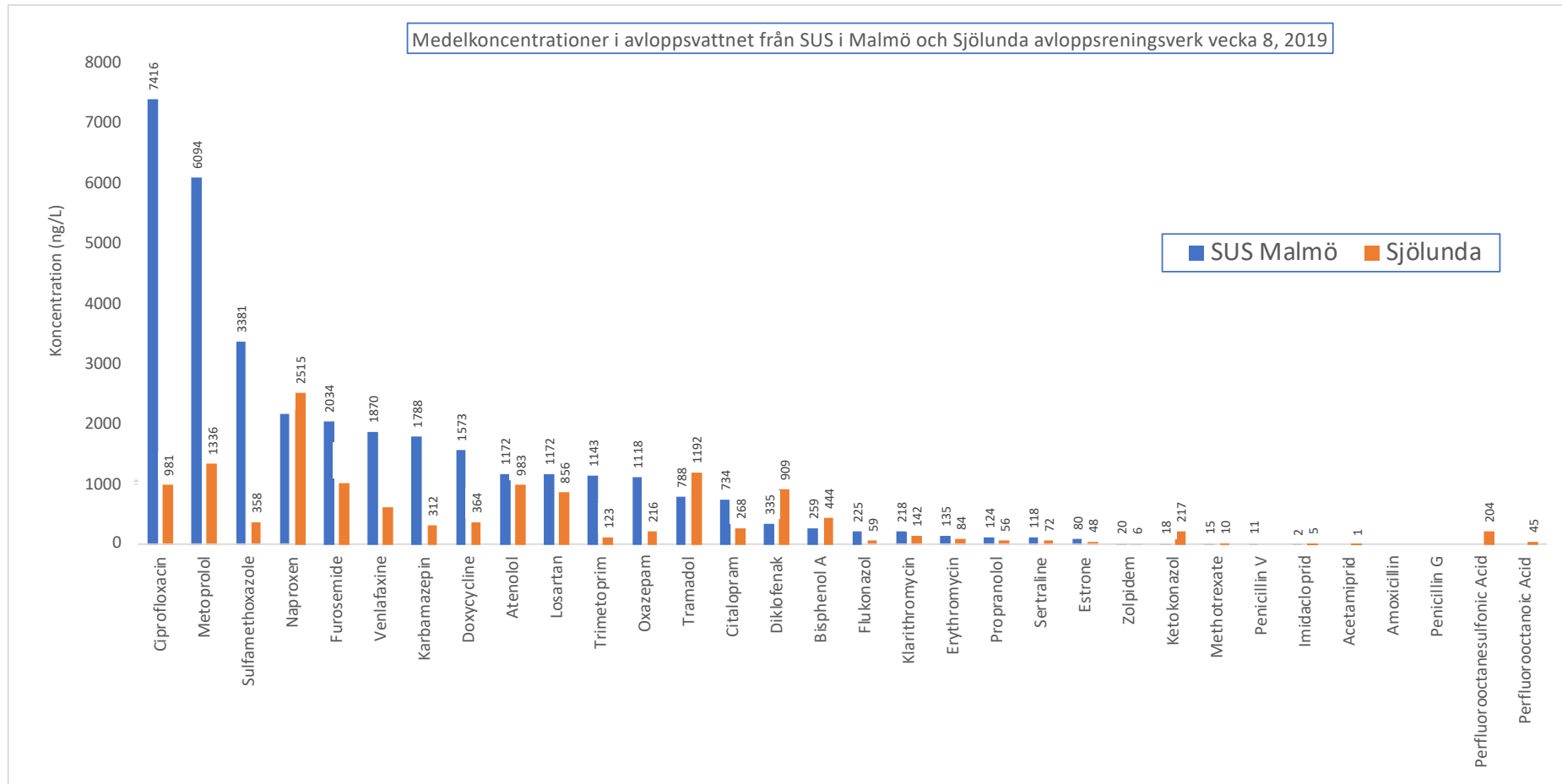
Totalt var det 5 läkemedel som hade medelkoncentrationer över 2 000 ng/l (2 µg/L) i avloppsvattnet från SUS i Malmö. Ciprofloxacin (7 416 ng/l), metoprolol (6 094 ng/l), sulfametoxazol (3 381 ng/l), naproxen (2 164 ng/l) och furosemid (2 034 ng/l). Ciprofloxacin, metoprolol, sulfametoxazol och furosemid var 7,6 ggr, 4,6 ggr, 9,2 ggr respektive 2,0 ggr högre i SUS i Malmö än i Sjölunda. Naproxen däremot var 1,2 ggr högre i Sjölunda.

Därefter följde 7 läkemedel i SUS i Malmö som hade medelkoncentrationer mellan 1 000–2 000 ng/l (1–2 µg/L). I fallande ordning var det venlafaxine (1 870 ng/l), karbamazepine (1 788 ng/l), doxycyklin (1 573 ng/l), atenolol (1 172 ng/l), losartan (1 172 ng/l), trimetoprim (1 143 ng/l) samt oxazepam (1 118 ng/l). Samtliga dessa läkemedel hade högre medelkoncentrationer i SUS i Malmö och var 3,0 ggr, 5,6 ggr, 4,3 ggr, 1,2 ggr, 1,4 ggr, 9,3 ggr respektive 5,2 ggr högre.

Totalt 8 läkemedel i SUS i Malmö hade medelkoncentrationer mellan 100–1 000 ng/l (0,1–1 µg/L). Dessa var tramadol (788 ng/l), citalopram (734 ng/l), diklofenak (335 ng/l), flukonazol (225 ng/l), klaritromycin (218 ng/l), erytromycin (135 ng/l), propranolol (124 ng/l) och sertraline (118 ng/l). Av dessa hade 6 läkemedel högre koncentrationer i SUS i Lund än i Sjölunda; citalopram (2,7 ggr), flukonazol (3,8 ggr), klaritromycin (1,5 ggr), erytromycin (1,6 ggr), propranolol (2,2 ggr) och sertraline (1,6 ggr). Två läkemedel var högre i Sjölunda; tramadol (1,5 ggr) och diklofenak (2,7 ggr).

Därefter följde 7 läkemedel i SUS i Malmö som hade medelkoncentrationer mellan ≤1–100 ng/l (0,001–0,1 µg/L). Detta var estrone (80 ng/l), zolpidem (20 ng/l), ketokonazol (18 ng/l), metotrexat (15 ng/l), penicillin V (11 ng/l), samt amoxicillin och penicillin G som ej detekterades. Estrone, zolpidem och metotrexat hade 1,7 ggr, 3,3 ggr respektive 1,5 ggr högre koncentrationer i SUS i Malmö medan ketokonazol hade 12,0 ggr högre koncentration i Sjölunda.

Totalt analyserade 28 läkemedel. Av dessa hade 22 högre koncentrationer i SUS i Malmö, medan 4 hade högre koncentrationer i Sjölunda. Två av ämnena kunde inte alls detekteras; amoxicillin och penicillin G. En sammanställning av dessa koncentrationjämförelser ses i **Bilaga 2**.



Figur 6. Medelkoncentrationerna av antibiotika, läkemedel och övriga mikrokontaminanter i utgående avloppsvatten på SUS i Malmö och på inkommande avloppsvatten på Sjölanda avloppsreningsverk för de 7 dagarna under vecka 8. Ämnena sorterades från högsta till lägsta koncentration i vattnet från SUS i Malmö.

7. Beräkning av läkemedelsutsläpp i gram och procentuellt bidrag från SUS i Malmö till Sjölunda

Totalt undersöktes 33 ämnen. Genom kännedom om de dagliga flödena ut från SUS i Malmö och in till Sjölunda avloppsreningsverk kunde den absoluta mängden ämne beräknas för varje enskild dag. Därefter kunde den totala mängden för alla 7 dagarna summeras för varje enskilt ämne. På så sätt kunde man få ut hur många gram som släpptes ut av varje läkemedel under vecka 8 från SUS i Malmö och hur många gram som flödade in till Sjölunda avloppsreningsverk. Därpå kunde man också beräkna det procentuella bidraget från varje ämne som SUS i Malmö stod för av den totala belastningen in till Sjölunda. Man kan notera att enligt våra tidigare beräkningar i **Figur 2** ovan, utgjorde andelen avloppsvatten från sjukhuset till Sjölunda avloppsreningsverk 0,50% under vecka 8. Om koncentrationerna av de olika läkemedlen ut från sjukhuset skulle vara lika stora som de inkommande koncentrationerna till reningsverket skulle det procentuella bidraget i absolut mängd från sjukhuset också vara 0,50%. Resultaten för dessa beräkningen ses i **Tabell 6**.

Tabell 6. Uppmätta mängder antibiotika, läkemedel och övriga mikrokontaminanter i utgående avloppsvatten på SUS i Malmö och på inkommande avloppsvatten på Sjölunda avloppsreningsverk för de 7 dagarna under vecka 8. Längst till höger är också det procentuella bidraget från SUS i Malmö till Sjölunda avloppsreningsverk beräknat (%). Ämnena är sorterade efter utsläppets storlek i gram från SUS i Malmö.

Ämne	SUS i Malmö (g)	Sjölunda avloppsreningsverk (g)	Procentuellt bidrag från SUS i Malmö (%)
Paracetamol	127,061	14 942,4	0,85
Ciprofloxacin	29,601	742,0	3,99
Metoprolol	22,413	1 004,4	2,23
Sulfamethoxazole	14,446	262,1	5,51
Naproxen	8,950	1 874,9	0,48
Furosemide	7,642	743,1	1,03
Venlafaxin	7,364	472,1	1,56
Karbamazepin	6,527	239,7	2,72
Doxycycline	6,016	274,2	2,19
Trimethoprim	4,865	90,5	5,37
Atenolol	4,639	727,6	0,64
Losartan	4,391	623,7	0,70
Oxazepam	4,221	159,4	2,65
Tramadol	2,952	879,2	0,34
Citalopram	2,738	204,1	1,34
Diklofenak	1,400	680,4	0,21
Bisphenol A	1,013	352,7	0,29
Klaritromycin	0,991	105,8	0,94
Flukonazol	0,912	43,1	2,12
Erytromycin	0,599	63,2	0,95
Propranolol	0,485	41,6	1,17
Sertraline	0,441	56,1	0,78
Estrone	0,324	35,6	0,91
Zolpidem	0,071	4,2	1,70
Metotrexat	0,068	8,8	0,77
Ketokonazol	0,045	174,7	0,03
Penicillin V	0,030	0,0	
Imidacloprid	0,010	4,0	0,24
Acetamiprid	0,001	0,9	0,11
Perfluorooctanesulfonic acid	0,000	151,4	0,00
Perfluorooctanoic Acid	0,000	32,7	0,00
Amoxicillin	0,000	0,0	
Penicillin G	0,000	0,0	
Summa	260,2	24 994,8	1,04

Från **Tabell 6** kan ses att antalet gram läkemedel som släpps ut från SUS i Malmö under vecka 8 varierar från 127 g ibuprofen till 0 g penicillin G. Just paracetamol, som är nummer 1 i rankingen med 127 g under vecka 8, har relativt stora utsläppta mängder jämfört med övriga läkemedel. Detta är känt sedan tidigare

och beror på att paracetamol konsumeras i stora mängder. Nästkommande topp 3 är ciprofloxacin, metoprolol samt sulfametoxazol med 29,6 g, 22,4 g respektive 14,4 g. Övriga läkemedel framgår av **Tabell 6**.

- En summering av utsläppen av samtliga 33 ämnen visar att SUS i Malmö släpper ut 260 g under en vecka. Det bör noteras att dessa ämnen endast utgör ett mindre urval av ett stort antal ämnen.
- Ytterligare noterbart är att 127 g paracetamol motsvarar 49 % av det totala utsläppet på 260 g. Om vi antar att vecka 8 är representativ för övriga veckor under året skulle det årliga utsläppet av dessa 33 ämnen vara 52 veckor * 260 g/vecka = 13 520 g, eller knappt 14 kg.

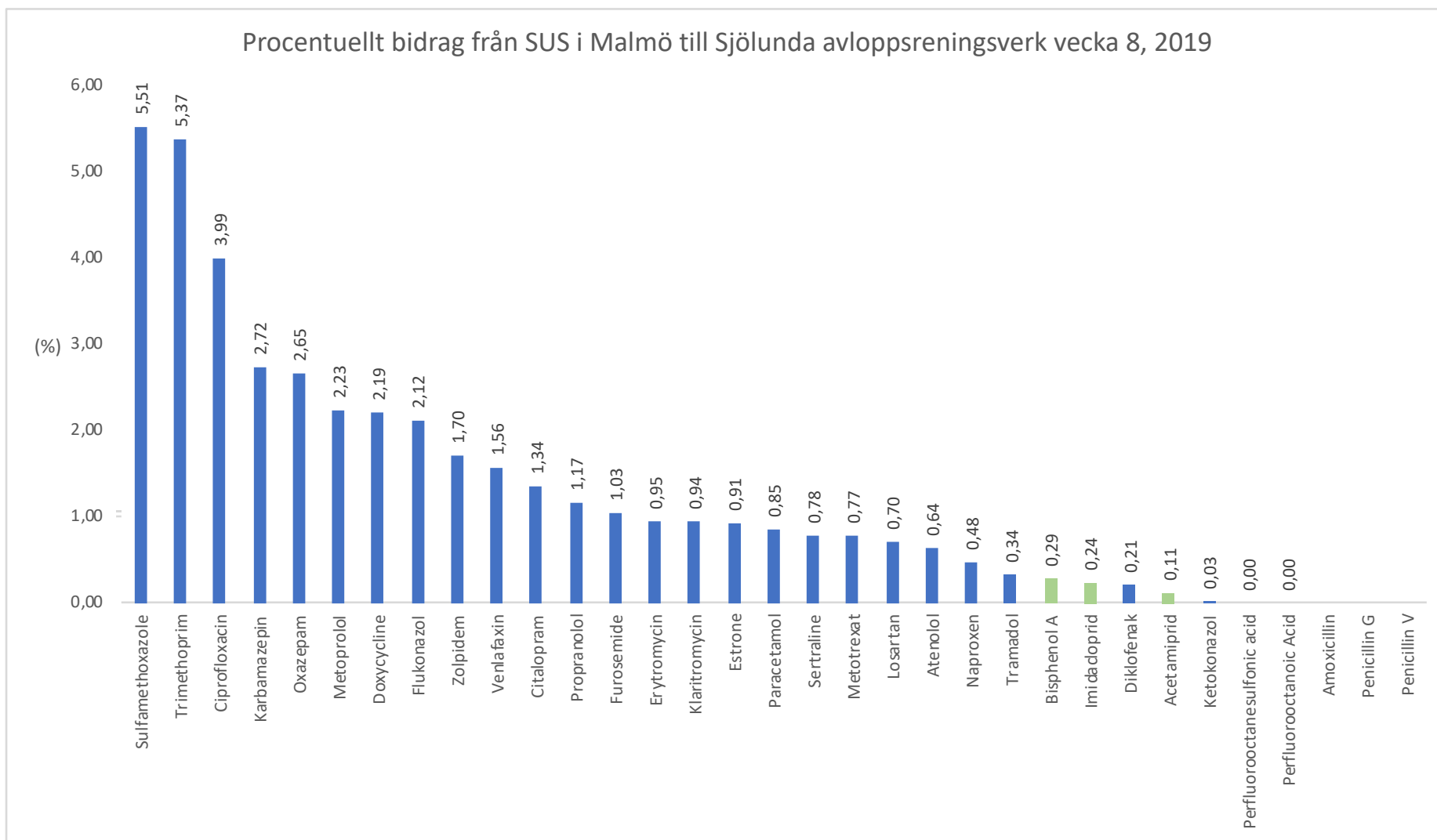
Från **Tabell 6** kan man också se att antalet gram läkemedel som flödar in till Sjölunda under vecka 8 varierar från 14 942 g paracetamol till 0 g penicillin G. Näst efter paracetamol kommer som top 3 naproxen med 1 875 g, metoprolol 1 004 g samt tramadol med 879 g. Övriga läkemedel framgår av **Tabell 6**.

- Genom att summera samtliga 33 ämnen kan man konstatera att det sammanlagt inkommer 24 995 g av dessa 33 ämnen till Sjölunda varje vecka. Återigen är det viktigt att notera att dessa 33 ämnen endast utgör ett litet urval av ett stort antal ämnen.
- Vi kan också se att 14 942 g paracetamol motsvarar hela 60 % av det totala inkommande värdet på 24 995 g.
- Om vi återigen antar att vecka 8 är representativ för övriga veckor skulle den årliga inkommande massan av dessa 33 ämnen vara 52 veckor * 24 995 g/vecka = 1 299 740 g, eller 1 300 kg eller 1,3 ton.

Om man summerar mängden för alla analyserade ämnen från SUS i Malmö, som är 260 g under vecka 8, så utgör det ca 1,0 % av den totala inkommande mängden av samma ämnen till Sjölunda avloppsreningsverk som är 24 995 g. Detta är i samma storleksordning som vattenflödets värde på 0,50 %. Det utgående flödet ger en mycket grov bild av vad man kan vänta sig att sjukhuset bidrar med i form av total mängd läkemedel. Däremot ger den inte en bild av de variationer som finns mellan olika ämnen, där några ämnen släpps ut i större mängder från sjukhuset jämfört med samhället i övrigt, medan andra släpps ut i mindre omfattning.

Det procentuella bidraget i absolut mängd från SUS i Malmö till Sjölunda ses i sista kolumnen i **Tabell 6**. För att bättre visualisera vilka ämnen som sjukhuset procentuellt bidrar mest med sorterades ämnena från högst till lägst vilket framgår av **Figur 7**.

- I topp ligger sulfatmetoxazol, trimetoprim samt ciprofloxacin med ett procentuellt bidrag på 5,5 %, 5,4 % och 4,0 %.
- Medan vi botten på skalan för läkemedel finner tramadol, diklofenak, azitromycin och ketoconazol med procentuella bidrag på 0,43 %, 0,21 %, och 0,03 %. Detta exkluderar de tre β -laktamern amoxicillin, penicillin G och penicillin V, som inte kunde detekteras.
- De fem blandade kemikalierna bisphenol A, imidakloprid, acetamiprid, perfluorooctanesulfonic acid och perfluorooctanoic acid hade relativt små bidrag mellan 0,29 % och 0%.



Figur 7. Bidraget av läkemedel från SUS i Malmö till Sjölunda avloppsreningsverk uttryckt som procent av den totala belastningen till Sjölunda.

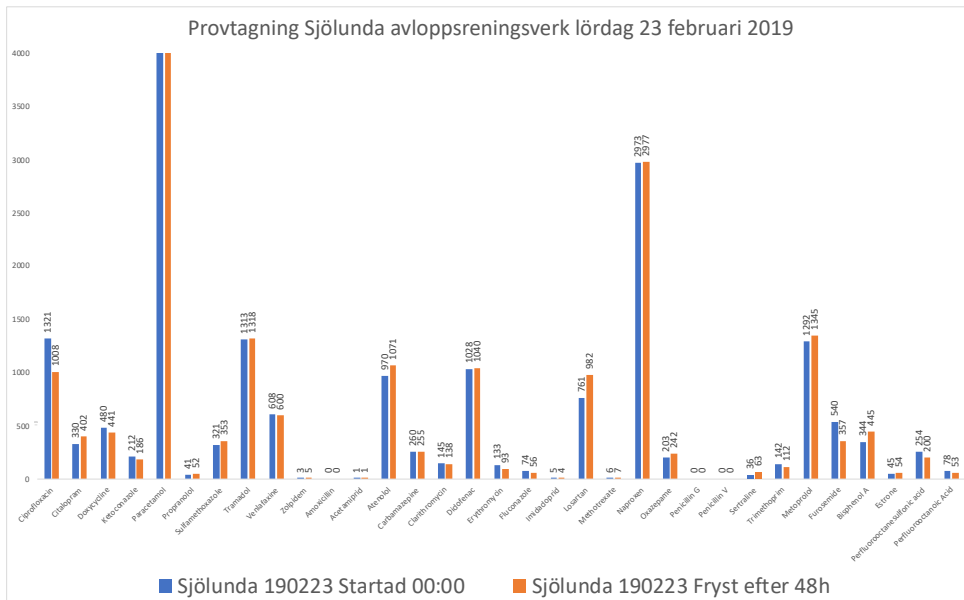
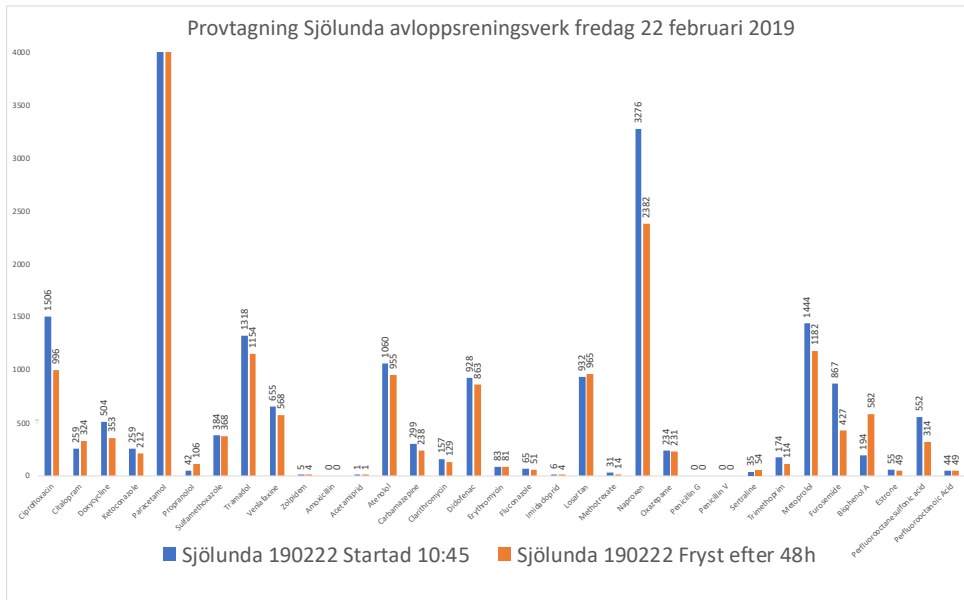
8. Slutsatser

För 22 av 28 analyserade antibiotika och läkemedel var de utgående koncentrationerna från sjukhuset högre än de inkommande koncentrationerna till reningsverket. För de fem övriga kemikalierna var de utgående koncentrationerna från sjukhuset lägre än de inkommande koncentrationerna till reningsverket.

Det totala procentuella bidraget av samtliga 33 antibiotika, läkemedel och kemikalier från sjukhuset utgjorde endast 1 % av den totala belastningen till reningsverket.

Det individuella procentuella bidraget varierade dock beroende på ämne. De tre ämnen med högst procentuellt bidrag var samtliga antibiotika; sulfametoxazol 5,5 %, trimetoprim 5,4 % och ciprofloxacin 4,0 %.

Bilaga 1. Jämförelse av koncentrationer (ng/l) av 33 läkemedel, antibiotika och mikroföroreningar i inkommande avloppsvatten till Sjölundas avloppsreningsverk fredagen den 22 februari och lördagen den 23 februari. Blå staplar representerar prover tagna med provisorisk provtagningsutrustning medan orange staplar representerar VA SYDs ordinarie provtagning. Fredagens prover tagna med provisorisk provtagare (blå staplar) startade först kl. 10:45 på grund av stopp i slangen vilket innebar att 11 timmar inte ingick i provtagningen och därmed inte var ett fullvärdigt dygnsprov. Motsvarande prover för lördagen (blå staplar) fungerade felfritt och var ett dygnsprov. Fredagens och lördagens prover tagna med ordinarie provtagning av VA SYD (orange staplar) fungerade väl och representerade båda dygnsprover. I detta fall frystes proverna dock först efter 48 timmar.



Bilaga 2. Förhållandet mellan medelkoncentrationen av utgående läkemedel i avloppsvatten från SUS i Malmö och inkommande koncentrationer i avloppsvattnet på Sjölunda avloppsreningsverk i Malmö. Medelkoncentrationerna är beräknade som medelvärdet av de uppmätta koncentrationerna för veckans sju dagar, måndag till söndag vecka 8, 2019. För detaljerad diskussion se text.

Högre koncentrationer i SUS

	Läkemedel	Faktor
1	Sulfametoxazol	9,4
2	Trimetoprim	9,3
3	Ciprofloxacin	7,6
4	Karbamazepin	5,7
5	Oxazepam	5,2
6	Metoprolol	4,6
7	Doxycyklin	4,3
8	Flukonazol	3,8
9	Zolpidem	3,6
10	Venlafaxine	3,0
11	Citalopram	2,7
12	Propranolol	2,2
13	Furosemid	2,0
14	Estrone	1,7
15	Paracetamol	1,7
16	Sertraline	1,6
17	Erytromycin	1,6
18	Klaritromycin	1,5
19	Metotrexat	1,5
20	Losartan	1,4
21	Atenolol	1,2
22	Penicillin V	

Högre koncentrationer i Sjölunda

	Läkemedel	Faktor
1	Ketokonazol	11,8
2	Diklofenak	2,7
3	Tramadol	1,5
4	Naproxen	1,2

Ej detekterade

1	Amoxicillin
2	Penicillin G



Högskolan
Kristianstad



HÖGSKOLAN KRISTIANSTAD