



LUSKA

**Läkemedelsutsläpp från
Skånska Avloppsreningsverk 2017**

**Ett utvecklings- och samverkansprojekt
på Högskolan Kristianstad**
- i samarbete med Region Skåne
och 6 skånska reningsverksaktörer

*Ola Svahn & Erland Björklund
Forskningsgruppen i Analytisk Kemi
MoLab
Högskolan Kristianstad*

*Projektnummer Region Skåne: M219
Projektägare: Högskolan Kristianstad*

HÖGSKOLAN KRISTIANSTAD

Författare

Ola Svahn

Erland Björklund

Kontaktuppgifter

ola.svahn@hkr.se

erland.bjorklund@hkr.se

Sammanfattning

Naturvårdsverket gav i april 2017 ut en rapport (efter regeringsuppdrag från 2016) rörande avancerad rening av avloppsvatten för avskiljning av läkemedelsrester och andra oönskade ämnen där man skriver att:

”Naturvårdsverket föreslår att regeringen låter utreda fortsatta steg i riktning mot ett införande av avancerad rening med början där behovet är störst:

Steg 1: *Utreda vid vilka avloppsreningsverk behovet är störst att införa avancerad rening av läkemedelsrester*

Steg 2: *Utreda vilken styrning som på ett samhällsekonomiskt effektivt och ändamålsenligt sätt kan leda till att avancerad rening införs där behovet är störst.”*

Det genomförda LUSKA-projektet visar hur strategisk samverkan mellan akademi, kommuner och myndigheter effektivt förmår kartlägga var åtgärder primärt behöver sättas in för att i Sverige åstadkomma en giftfri miljö med levande hav och vatten.

I projektet LUSKA (Läkemedelsutsläpp från Skånska Avloppsreningsverk) deltog 6 olika reningsverksorganisationer, geografiskt fördelade över hela Skåne; Höganäs, Klippan, Höör/Hörby, Svedala, Kristianstad och Simrishamn. Provtagning utfördes i april 2017 på fyra platser vid varje reningsverk. Tre av dessa platser valdes enligt förslag från Länsstyrelsen Skånes tillsynsvägledning; uppströms, nedströms och utgående vatten från reningsverket. Dessutom ingick en fjärde provpunkt bestående av inkommande vatten till reningsverken. I studien analyserades totalt 21 av 22 läkemedel enligt Läkemedelsverkets föreslagna lista på ämnen från 2015. Analysresultaten från de 8 avloppsreningsverken, samt tillhörande recipient i form av åar och sjöar visar tydligt att stora mängder läkemedel hamnar i våra omgivande skånska vatten varje år. Detta sker som en konsekvens av att reningsverken inte förmår rena läkemedelsutsläpp med befintlig teknik baserad på aktivt slam. Studien visade att de 8 reningsverken släpper ut minst 71 kg läkemedel varje år till skånska vatten enbart av dessa 21 ämnen. Den stora bulken av de uppmätta ämnena utgjordes av blodtryckssänkaren metoprolol och smärtstillaren diklofenak. Men även ämnen som karbamazepin, losartan, naproxen och oxazepam förekom i betydande koncentrationer i avloppsvattnet. Dessa ämnen innefattar flera läkemedelstyper och representerar tre generella och relativt vanliga sjukdomstillstånd som högt blodtryck, inflammation och smärta, samt depression och ångest. Baserat på resultaten i LUSKA-projektet kan man uppskatta att när ett reningsverk behandlar en miljon kubikmeter (1 000 000 m³) avloppsvatten passerar det samtidigt ut ca 4 kg av de 21 läkemedel som Läkemedelsverket tagit upp på sin övervakningslista. Enligt en grov beräkning, innefattande en majoritet av de skånska reningsverken, skulle detta innebära att nästan 600 kg kilo läkemedel läcker ut varje år från skånska reningsverk av Läkemedelsverkets föreslagna ämnen. Samtidigt måste man beakta att dessa 21 ämnen endast utgör en liten del av flera hundra läkemedelssubstanser som används för behandling av sjukdomar. Med stor sannolikhet läcker ett till flera ton läkemedel ut årligen i skånsk recipient. Mätningar i åar och sjöar visar att även om koncentrationerna sjunker nedströms verken som en konsekvens av företrädesvis utspädning så finns det lokaler där koncentrationerna är anmärkningsvärt höga utifrån ett hållbarhetsperspektiv.

Förkortningar

HaV = Havs- och Vattenmyndigheten

HKR = Högskolan Kristianstad

LSS = Länsstyrelsen Skåne

RS = Region Skåne

LMV = Läkemedelsverket

NVV = Naturvårdsverket

1. Projektet LUSKAs tillkomst och deltagare

LUSKA är resultatet av ett arbete som utfördes åren 2016-2017 inom ramen för medel beviljade av Region Skåne (RS) 2015; *MILJÖVÅRDSFONDEN – Insatsområde friskt och livskraftigt hav och vatten i Skåne*. Sökande har varit Högskolan Kristianstad (HKR) med Professor Erland Björklund som kontaktperson. Arbetet har utförts av Senior forskare Ola Svahn och Erland Björklund på HKR tillsammans med personal på 6 olika reningsverksorganisationer i Skåne; Höganäs Kommun, Klippans Kommun, Kristianstads Kommun, Mittskåne Vatten (Höör och Hörbys Kommun), Simrishamns Kommun samt Svedala Kommun. Den geografiska spridningen av LUSKA-projektets deltagare framgår av **Bild 1**.

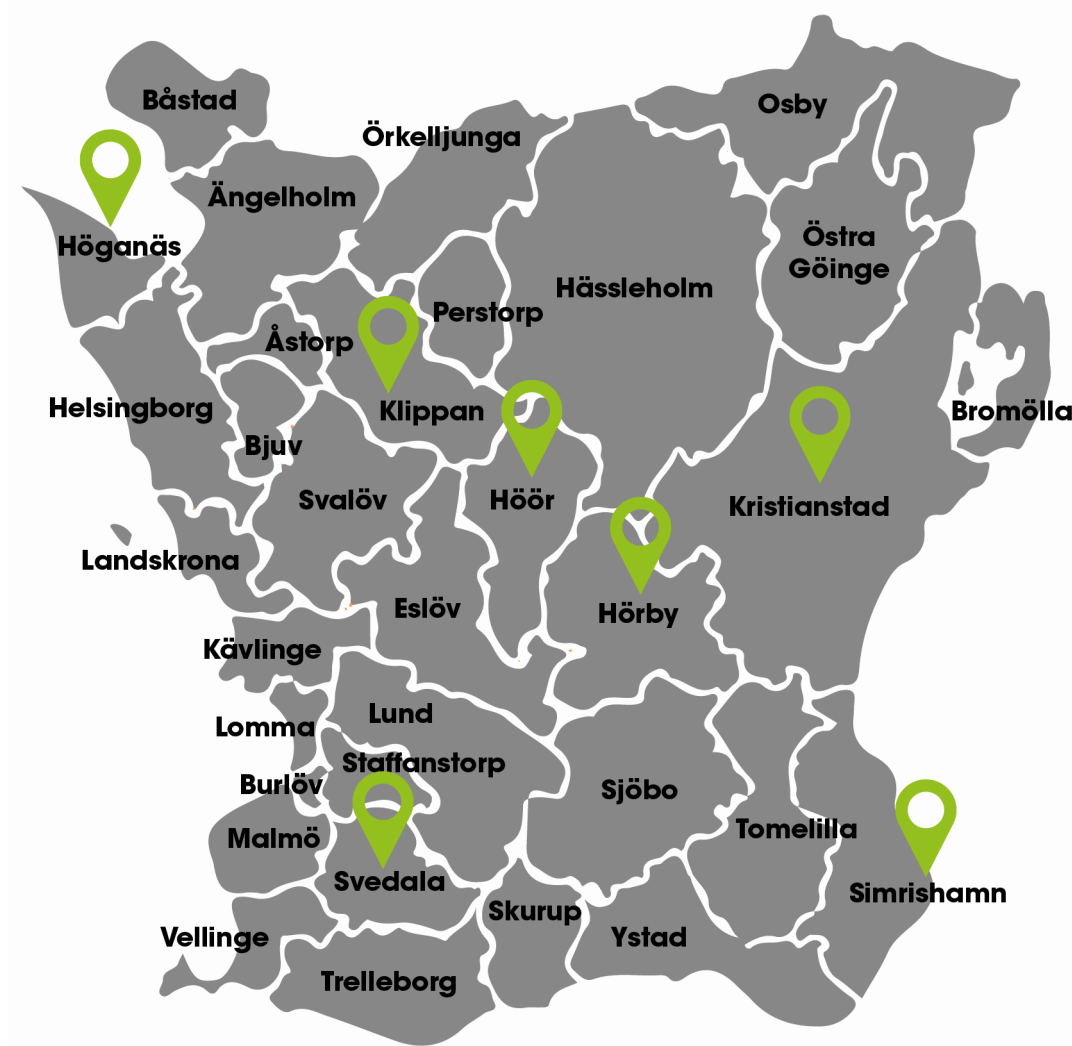


Bild 1. Deltagande organisationers geografiska spridning i Skåne.

2. Bakgrund och behov

Läkemedel, antibiotika och hormoner, ofta benämnda mikroföroreningar, återfinns i alla svenska avloppsvatten. Våra reningsverk är inte konstruerade för att avlägsna mikroföroreningarna ur vattenmassorna. Flera decennier av forskning har lett fram till att forskare idag, världen över, är eniga i att detta kontinuerliga läckage av mikroföroreningar från våra reningsverk kan orsaka stress på känsliga akvatiska ekosystem. Och även om miljöriskerna inte är fullständigt utredda så finns det ett behov att skydda skånska åar, sjösystem, våtmarker, södra Östersjön, samt Öresund från utsläpp av mikroföroreningar. För att komma till rätta med problematiken finns det; 1. ett stort behov av att kartlägga utsläppen för att 2. kunna vidta lämpliga och konkreta åtgärder som minskar/förhindrar läckaget från avloppsreningsverken. I LUSKA-projekt ingår, som tidigare nämnts, reningsverk geografiskt spridda över Skåne, samt reningsverk med kopplingar till Hanöbukten såsom Kristianstads och Simrishamns Kommuns reningsverk. De senare reningsverken är av nationellt intresse på grund av de omfattande problem som föreligger med sårskadad fisk och minskade fångster i Hanöbukten.

Den 29 oktober 2013 presenterade Havs- och Vattenmyndigheten (HaV) sin rapport *Hanöbukten – Regeringsuppdrag*¹ (Bild 2).



Bild 2. Havs- och Vattenmyndighetens rapport "Hanöbukten – Regeringsuppdrag 2013".

Här skriver HaV att *"Ingen enskild källa, eller enskilt ämne, har enligt den kunskap som finns tillgänglig idag kunnat fastslås orsaka toxiska effekter hos organismer i Hanöbuktens ekosystem. Ett antal kunskapsbrister har identifierats och ett antal åtgärder föreslås, dels för att förebygga framtida problem men även för att minska risken för exempelvis additiva effekter"*. Vidare skriver man att *"Det saknas kunskap för att kunna dra några slutsatser kring möjliga cocktail-effekter i Hanöbukten"*.

Hanöbuktens gåta är fortfarande olöst, och även om projektet inte var inriktat specifikt mot denna problematik, kan det kanske bidra med en liten pusselbit på vägen mot att klarlägga Hanöbuktsproblematiken. LUSKA-projektets utformning syftar framförallt till att åstadkomma förbättrad vattenkvalité i skånska recipienter. Vi vill här betona vikten av att arbetet med att kartlägga och på sikt åtgärda utsläppen i skånska avloppsvatten måste ske i nära samarbete med personal på de kommunala avloppsreningsverken för att uppnå så effektiva åtgärder som möjligt. Detta beskrivs nedan i avsnitt *"Syfte och styrdokument"*.

¹ Hanöbukten – Regeringsuppdrag. Havs- och Vattenmyndighetens Rapport 2013-10-29; 107 sidor.

3. Syfte och styrdokument

Under våren 2016 bjöds flera skånska reningsverksaktörer in att delta i LUSKA-projektet (se avsnitt 4. *Inbjudan* nedan). I samband med det presenterades också syftet med samverkansarbetet där vi avsåg att:

1. informera reningsverkspersonal om mikroföroreningar i avloppsvatten, både hur de analyseras och deras förekomst, men även hur man idag arbetar nationellt och inom EU med åtgärder i form av kompletterande reningsteknik.
2. i samarbete med kommunerna utföra monitoreringsarbete kring utsläpp av mikroföroreningar från olika reningsverk. Genom tillgång till reningserken finns en möjlighet att göra en bedömning av reningsverkens förmåga att reducera mikroföroreningarna. Genom att mäta både uppströms och nedströms reningsverken kartläggs den kemiska belastningen från de aktuella reningsverken till dess recipient.
3. ta till vara den praktiska erfarenhet som finns hos de deltagande reningsverkens personal och utifrån producerade mätdata starta en dialog kring såväl befintlig reduktion av läkemedelsrester, som möjliga anpassningar och förbättringar i reningsverket vilket skulle kunna minska utsläppen av läkemedel.

Tre styrdokument, som getts ut av olika myndigheter de senaste 3 åren, vägledde projektarbetet. Dessa dokument ger initialt svar på två frågor:

- VAR ska vi mäta?
- VAD ska vi mäta?

3.1 VAR ska vi mäta?

Länsstyrelsen Skåne (LSS) gav år 2014 ut sin tillsynsvägledning *Läkemedelsrester i avloppsvatten*², **Bild 3**.

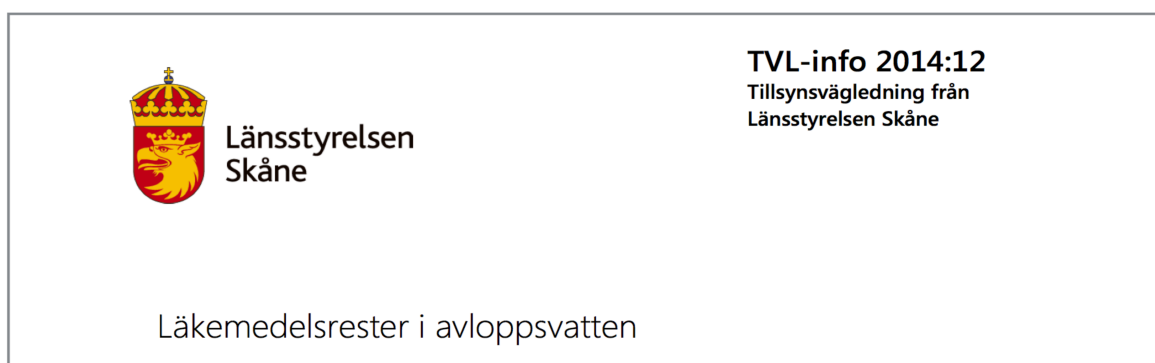


Bild 3. Länsstyrelsen Skånes tillsynsvägledning "Läkemedelsrester i avloppsvatten 2014".

I sin tillsynsvägledning skriver LSS att "Läkemedelssubstanser ingår av tradition inte i de provtagningspaket som används för kontroll av utgående vatten. Inom tillsynen bör man aktualisera frågan om det finns anledning att utöka den miljöfarliga verksamhetens (exempelvis industrier, djurbäddande lantbruk, avfallsanläggningar och reningsverk) egenkontroll avseende läkemedel.". I ett senare stycke pekar LSS ut tre provtagningspunkter. LSS skriver "Länsstyrelsen Skåne anser vidare att provtagning av läkemedelssubstanser ska ske avseende utgående avloppsvatten från avloppsreningsverk dimensionerade för med mer än 200 pe samt uppströms och nedströms reningsverket. Detta gäller såväl kommunala reningsverk som privata reningsverk inom

² Tillsynsvägledning från Länsstyrelsen Skåne (TVL-info 2014:12) – Läkemedelsrester i Avloppsvatten; 6 sidor.

industriparker, konferensanläggningar, behandlingshem och liknande.”. Dessa punkter illustreras tillsammans med en fjärde provtagningspunkt, på reningsverkets inloppsvatten, i **Bild 4**.

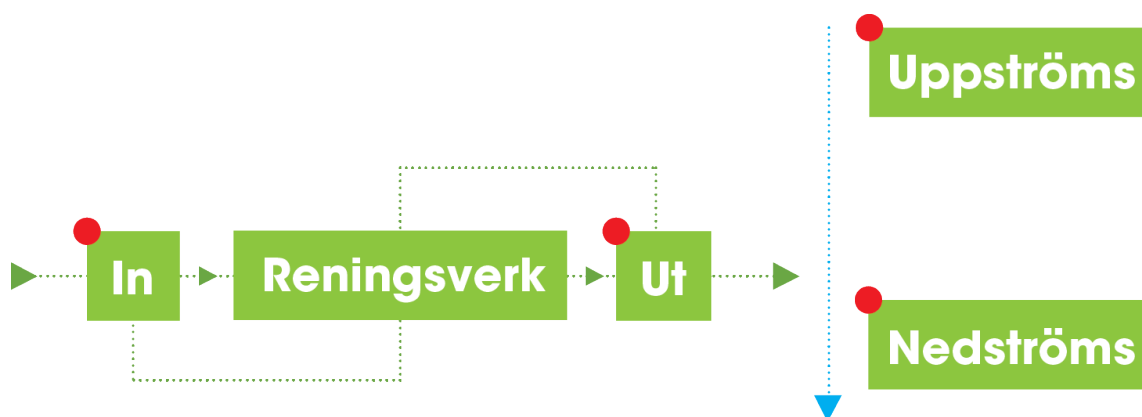


Bild 4. Tre provtagningspunkter föreslagna av Länsstyrelsen Skåne, samt en fjärde provtagningspunkt på reningsverkets inloppsvatten.

I sin tillsynsvägledning anger LSS inte i detalj hur proverna ska tas eller vilken typ av prover som ska tas. Inte heller anges provtagningspunkternas avstånd från reningsverket uppströms och nedströms i recipienten. I LUSKA-projektet utfördes provtagning i samarbete med reningsverkens personal utifrån deras förslag och erfarenheter.

3.2 VAD ska vi mäta?

Läkemedel är en stor grupp av ämnen och det finns hundratals godkända aktiva substanser på den svenska marknaden. För att kunna analysera och identifiera dessa läkemedel i miljöprover har ett stort antal metoder utvecklats av forskare vid olika laboratorier. Med åren har allt fler ämnen tillfogats metoderna och kan idag innefatta över 100 substanser. Konsekvens av detta blir å ena sidan mer information om förekomst av läkemedel i miljön, å andra sidan en ökad komplexitet, vilket i sin tur kan leda till större mätosäkerhet, och ökade kostnader vid analysarbetet. Jämförbarheten mellan olika analyser kan också försvåras om man inte mäter samma ämnen i de olika metoderna. Behoven av samordnade nationella analyser har på senare år blivit allt tydligare och 2015 gav Läkemedelsverket (LMV) ut sin rapport *Miljöindikatorer inom ramen för nationella läkemedelsstrategin (NLS)*³, **Bild 5**.

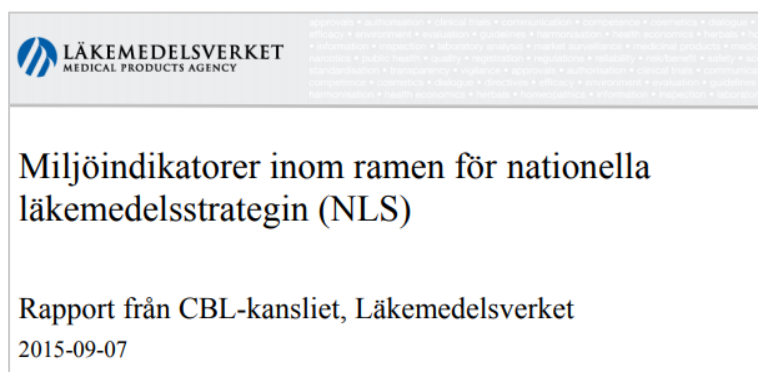


Bild 5. Läkemedelsverkets rapport "Miljöindikatorer inom ramen för nationella läkemedelsstrategin (NLS) 2015".

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

I LMVs rapport föreslogs flera olika indikatorer kopplade till miljön och förekomsten av läkemedel, men en av dessa lyftes särskilt fram. LMV skriver följande i sin rapport: ”Allra högst prioriterad ansåg arbetsgruppen att indikatorn ”mäta halter av läkemedelssubstanser i miljö” vara. Detta beroende på att det utöver att det är av stor vikt att följa utvecklingen av läkemedelsrester i miljön över tid för att utvärdera effekten av genomförda insatser, så ansåg arbetsgruppen att det finns stora möjligheter att optimera användningen av de offentliga resurserna genom en bättre samordning av mätningar i miljön. Många mätningar har gjorts historiskt av olika offentliga aktörer utan någon samordning.”. Vidare skriver LMV att ”Arbetsgruppens fortsatta arbete kom att fokusera på att ta fram förslag på substanser som bör följas i miljön, d.v.s. mätning av förekomst av läkemedelssubstanser i vatten, slam, reningsverks ingående- och utgående vatten, biota etc.”. I rapporten rekommenderades slutligen en lista med 22 läkemedel vars koncentration i miljön föreslås följas årligen. I rapporten rekommenderas också att denna lista översänds till Naturvårdsverket (NVV) för vidare hantering samt att mätningar av dessa 22 ämnen bör komplettera de mätningar som NVV redan gör. I sammanhanget bör nämnas att några av de föreslagna ämnena ingår i *Europeiska Kommissionens bevakningslista över ämnen för unionsomfattande övervakning inom vattenpolitikens område (EU) 2015/495*⁴, vars tillkomst inte diskuteras närmare här. För LUSKA-projektet var det en stor fördel att LMV pekade ut riktningen för vilka ämnen som var av nationellt intresse. Fokus kunde därmed läggas på att ta fram de tekniker och metoder som behövdes för att kunna utföra dessa kemiska analyser, vilket beskrivs i korthet nedan.

3.3 VILKEN teknik ska användas för att mäta?

För att analysera läkemedel i förorenade vatten, vilka dessutom oftast förekommer i låga till mycket låga koncentrationer, krävs särskilda analysmetoder som baseras på en analysteknik som kallas tandem masspektrometri. Inom LUSKA-projektet har en unik metod använts för att kunna analysera de föreslagna ämnena i de fyra provtagningspunkterna. Den flexibla och robusta metoden är utvecklad av Ola Svahn och Erland Björklund i det kemiska analyslaboratoriet **MoLab**, som är en gemensam satsning mellan Kristianstads Kommun och HKR, och som officiellt invigdes i oktober 2015 på Krinova Incubator & Science Park, Kristianstad⁵. Analysmetoden finns publicerad år 2016 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. Metoden är validerad enligt en tidigare metod förfärdigad år 2007 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.

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 <http://www.hkr.se/nyheter/2015/ur-roken-steg-losningen-pa-miljoproblem-och-battre-diagnostik2/>

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.

4. Inbjudan

Inbjudan 1 - Naturum Kristianstads Vattenrike april 2016

Den första inbjudan till LUSKA delades ut i samband med att Ola Svahn höll ett föredrag under rubriken ”*Analys och åtgärder av läkemedelsrester i Kristianstads Vattenrike*” för flertalet av Skånes VA-chefer på Naturum, Kristianstads Vattenrike den 26 april 2016.

Inbjudan 2 - Krinova Kristianstad oktober 2016

Av praktiska skäl kunde provtagningen under hösten 2016 inte genomföras. Istället deltog Ola Svahn i ett samarrangemang som utarbetades och arrangerades av Kristianstads Kommun den 25 oktober 2016 på Krinova under titeln ”*Hur renar vi läkemedelsrester på ett effektivt sätt?*”. Ola Svahn var inbjuden att tala på temat ”*Läkemedelsrester och miljöeffekter*” och delge information om behovet av; 1. kartläggning, 2. risker och 3. åtgärder av läkemedel och antibiotika i avloppsvatten och miljön. Uppslutningen på mötet var god, runt 80 deltagare kunde räknas in från olika kommuner i Skåne, Blekinge, Halland och Småland.

Efter de båda mötena hade 6 reningsverksorganisationer anmält sig till LUSKA-projektet. Höganäs Kommun, Klippans Kommun, Kristianstads Kommun, Mittskåne Vatten (Hörs och Hörbys Kommun), Simrishamns Kommun samt Svedala Kommun.

5. Frågeformulär, provtagning, kemisk analys och uppföljningsmöte

Under våren 2017 kontaktades de olika organisationerna inför provtagning. I samband med detta skickades också ett frågeformulär ut för att få generell information kring reningsverkens storlek och reningsteknik. Provtagning utfördes genom besök av Ola Svahn, Erland Björklund och Jonatan Svahn (PRAO-elev på MoLab) hos de olika reningsverken den 4-5 april 2017. Kemisk analys av proverna utfördes i MoLab under april månad 2017.

När samtliga prover hade analyserats och analysdata hade bearbetats så hölls ett uppföljande möte på Krinova Incubator & Science Park, Kristianstad, den 25 april 2017 med de deltagande reningsverksorganisationerna samt andra intresserade organisationer. Totalt närvarade 20 personer från 8 organisationer; Höganäs Kommun, Klippans Kommun, Kristianstads Kommun, Mittskåne Vatten, Simrishamns Kommun, Svedala Kommun, Högskolan Kristianstad samt Länsstyrelsen Skåne (**Bilaga 1**). Under detta möte jämfördes och diskuterades analysdata med de deltagande organisationerna. Baserat på utförda analyser, förfrågningsunderlag samt diskussionen på mötet tog arbetet med att förfärdiga denna rapport vid, för att under senhösten 2017 skickas ut till deltagande organisationer i slutlig form.

6. Reningsverken

Totalt ingick 8 reningsverk i studien. Två organisationer, Kristianstads Kommun och Simrishamns Kommun, deltog med två reningsverk vardera. Avloppsvattnet från båda dessa kommuners reningsverk har slutdestination Hanöbukten, antingen indirekt via sjö och å, eller ett direkt utsläpp i Östersjön. Som framgår nedan täcker de utvalda reningsverken in ett stort antal möjliga scenarier och utgör en god grund för modellstudier av mikroförorenings utsläpp från Skånes reningsverk.

6.1 Verkens geografiska spridning

De 8 reningsverken har stor geografisk spridning över Skåne och mynnar i ett stort antal olika avrinningsområden (se **Bild 1**).

I nordväst ligger **Höganäs** Reningsverk med utsläpp direkt i Öresunds kustnära område på södra Kullahalvön. I nordvästra Skånes inland ligger också **Klippans** Reningsverk som har utsläppspunkt i Bäljane Å, vilken rinner vidare till Rönne Å och som i sin tur har utlopp i Ängelholm och Skälderviken (**Bild 6 a-d**).

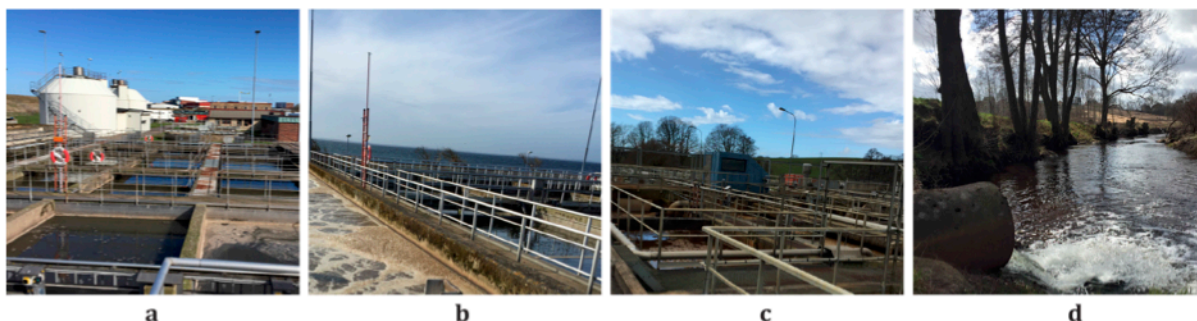


Bild 6 a-d. Till vänster Höganäs Reningsverk med utsläpp i Öresund (a, b). Till höger Klippans Reningsverk med utsläpp i Bäljane Å (c, d). Foto: E. Björklund.

I sydvästra Skåne ingick **Svedala** Reningsverk med utsläppspunkt i Sege Å, som mynnar i södra Lommabukten norr om Malmö. I centrala Skåne gjordes provtagning i **Ormanäs** Reningsverk som släpper sitt vatten i den norra delen av Västra Ringsjön (**Bild 7 a-d**).



Bild 7 a-d. Till vänster Svedala Reningsverk med utsläpp i Sege Å (a, b). Till höger Ormanäs Reningsverk med utsläpp i Västra Ringsjön (c, d). Foto: E. Björklund.

I nordöstra Skåne ingick två reningsverk, **Kristianstads** Reningsverk samt **Gärds Köpinge** Reningsverk. Båda dessa reningsverk är lokaliserade inom *Biosfärsområde Kristianstads Vattenrike*⁸, och kopplade till Helge Å avrinningsområde. Kristianstads Reningsverk släpper sitt vatten i en 1500 m lång grävd kanal, vilken i sin tur mynnar i Hammarsjön. Helge Å, som är Skånes största

⁸ <http://www.vattenriket.kristianstad.se/index.php>

å, har sitt inlopp och utlopp i Hammarsjön. Gärds Köpinge Reningsverk har utsläppspunkt i Vramsån, som sedan rinner ut i Helge Å. Helge Å rinner därefter vidare österut mot Hanöbukten, med det största utloppet i närheten av Yngsjö (Gropahålet) och ett mindre utlopp i Åhus Hamn, **Bild 8 a-d**.

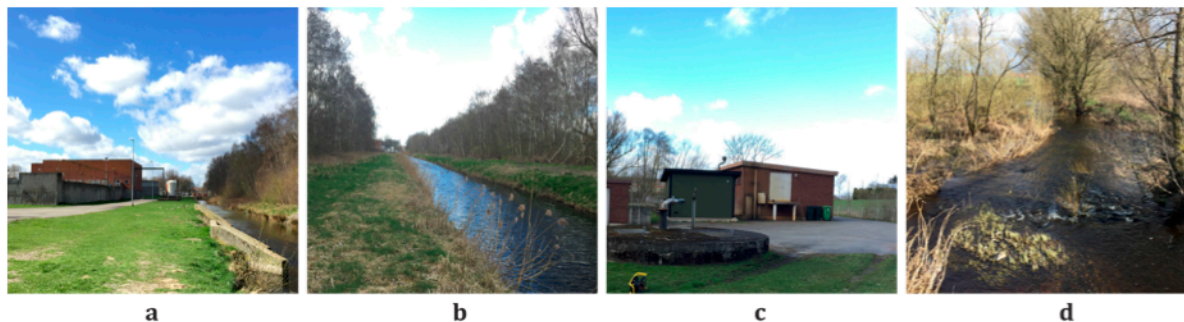


Bild 8 a-d. Till vänster Kristianstads Reningsverk med utsläpp i kanalen och Hammarsjön (a, b). Till höger Gärds Köpinge Reningsverk med utsläpp i Vramsån (c, d). Foto: E. Björklund.

I sydöstra delen av Skåne togs prover ifrån två reningsverk, **Sankt Olofs Reningsverk** och **Simrishamns Reningsverk**. Båda reningsverken ligger på Österlen. Sankt Olofs Reningsverk har utsläpp i Rörums Södra Å som sedan rinner österut och mynnar i Hanöbukten norr om Vik. Simrishamns Reningsverk släpper sitt renade vatten direkt i Hanöbukten, **Bild 9 a-d**.

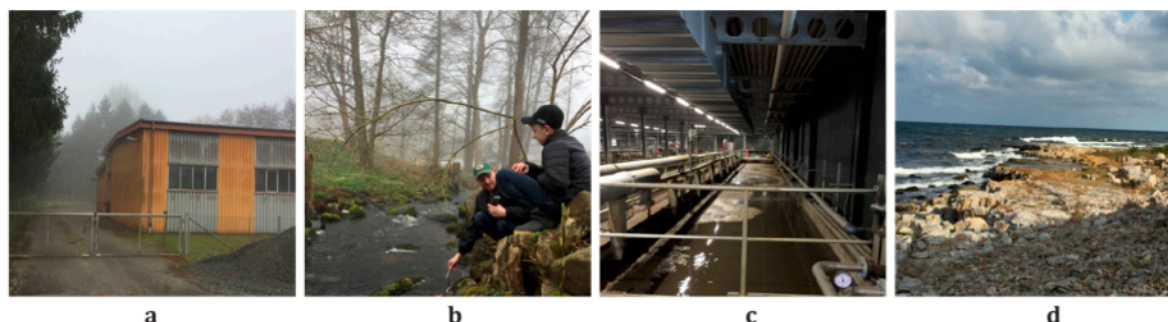


Bild 9 a-d. Till vänster Sankt Olofs Reningsverk med utsläpp i Rörums Södra Å (a, b). Till höger Simrishamns Reningsverk med utsläpp i Hanöbukten (c, d). Foto: E. Björklund.

6.2 Reningsverkens storlek och flöde

Utöver stor geografisk spridning varierar reningsverkens årsvolymer av renat vatten som framgår av **Tabell 1**. I **Bild 10** ses också reningsverken grundläggande konstruktion. Såväl **Tabell 1** som **Bild 10** är i enlighet med svaren som inkom i det frågeformulär som gick ut till varje deltagare i samband med inbjudan.

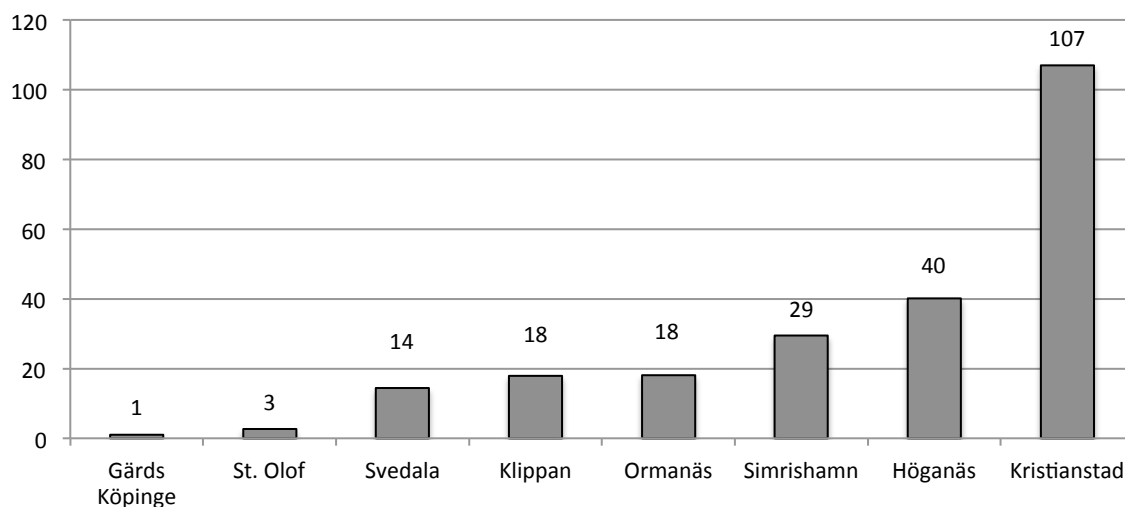
Tabell 1. Redovisning av de ingående 8 reningsverkens driftparametrar enligt de svar som deltagande organisationer sände i retur i ifyllt frågeformulär. Värdet noll ("0") innebär att organisationerna angett detta värde, medan frågetecken ("?") innebär att inget värde angetts eller att osäkerhet råder.

Reningsverk	Årsvolym m ³	År	Timflöde medelv. m ³ /h	Max. Dim.		Verkligt antal		Anslutna Invån. Antal	Industri		Övrig Verksamhet	Recipient
				PE	PE	PE	PE		PE	PE		
Gärds Köpinge	76 538	2016	8,75	900	425	?	0	?	0	0	0	Vramsån
Höganäs	3 075 792	2016	350	35 000	20 257	23 033	200	23 033	200	0	0	Öresund
Klippan	1 366 560	2016	156	17 000	8 600	13 000	0	13 000	0	0	0	Bäljane å
Kristianstad	8 186 000	2016	958	205 000	118 300	52 000	64 000	52 000	64 000	?	?	Hammarsjön
Ormanäs	1 388 399	2016	184	13 500	3 782	9 000	?	9 000	?	2 681	?	V. Ringsjön
Simrishamn	2 250 000	?	256?	87 000	23 000	?	6740	?	6740	?	?	Hanöbukten
Sankt Olof	200 000	?	?	1 000	600	?	?	?	?	?	?	Rörums södra å
Svedala	1 100 164	2016	125	18 500	9 800	12 000	?	12 000	?	?	Sturup	Sege å

Reningsverk	Steg 1	Steg 2	Steg 3	Steg 4	Steg 5	Steg 6	Steg 7
Simrishamn	Mekanisk, Rensgaller, sandfång	Kemisk fällning	Biologisk Anox/kontaktbassänger	Vassbäddar	Slutsedimentering		
Svedala	Inloppspumpar, galler, sandfång	2 st biolinjer med fördenitrifikation	Mellan-sedimentering	Järnkloriddosering	Slutsedimentering	Slamlager, gravitationsförtjockare, centrifug, kalkning av slam (reserv slam-behandling är vassbäddar)	
Ormanäs	Monoscreen galler	Försedimentering	Aktivslam/Fördenitrifikation/Anox	Mellan-sedimentering	Kemsteg/fällning PAX-XL 100	Florations-basänger	Sandfilter
Klippan	Trappgaller	Försedimentering	Aktivslam/Fördenitrifikation	Simultanfällning med järnsulfat	Sedimentering		
Höganäs	Steppscren	Försedimentering	Aktivslamprocess, Fördenitrifikation, bio-p	Efterfällning med polyaluminiumklorid, sedimentering	Nedströms sandfilter		
Gärds Köpinge	Mekanisk rening: Spiralsil	Aktiv slam/Luftning (rörluftare)/Sedimentering	Kemisk fällning med FeCl ₃ /Flockning	Sedimentering	→ CRV Kristianstad		
Kristianstad	Trappgaller	Försedimentering	Aktivt slam/Fördenitrifikation/Kraussprocess / Sedimentering	Aktivt slam/Fördenitrifikation/Sedimentering	Fällning med FeCl ₃ /Flockning	Lamell-sedimentering	Nedströms sandfilter

Bild 10. Redovisning av de ingående 8 reningsverkens konstruktion enligt de svar som deltagande organisationer sände i retur i ifyllt frågeformulär.

Behandlad volym vatten i reningsverken varierar från ca 77 000 m³, i det minsta reningsverket i Gärds Köpinge, till över 8 000 000 m³ i Kristianstads Reningsverk. Den relativa storleken av reningsverken baserat på årsvolymer renat vatten, med utgångspunkt från Gärds Köpinge reningsverk (värde = 1) varierar därmed med en faktor över 100 vilket ses i **Figur 1**.



Figur 1. Den relativa storleken av reningsverken baserat på årsvolymer renat vatten, med utgångspunkt från Gärds Köpinge reningsverk med värdet 1 motsvarande ca. 77 000 m³ renat vatten/år.

Timflödet av vatten som medelvärde i m³/h varierar också kraftigt, alltifrån Gärds Köpinge på 8,75 m³/h, till Kristianstad på 958 m³/h; en faktor 109. Det verkliga antalet PE är också mycket olika, alltifrån 425 PE i Gärds Köpinge till 118 300 PE i Kristianstads Reningsverk; en faktor 278. Kristianstads reningsverk liksom Simrishamns reningsverk utmärker sig genom ett stort inslag av industriellt vatten. De ingående reningsverken representerar därför ett brett scenario av reningsverkstyper.

7. Resultat av läkemedelsanalyser

Totalt undersöktes 21 av 22 ämnen på Läkemedelsverkets lista i 8 olika reningsverk.

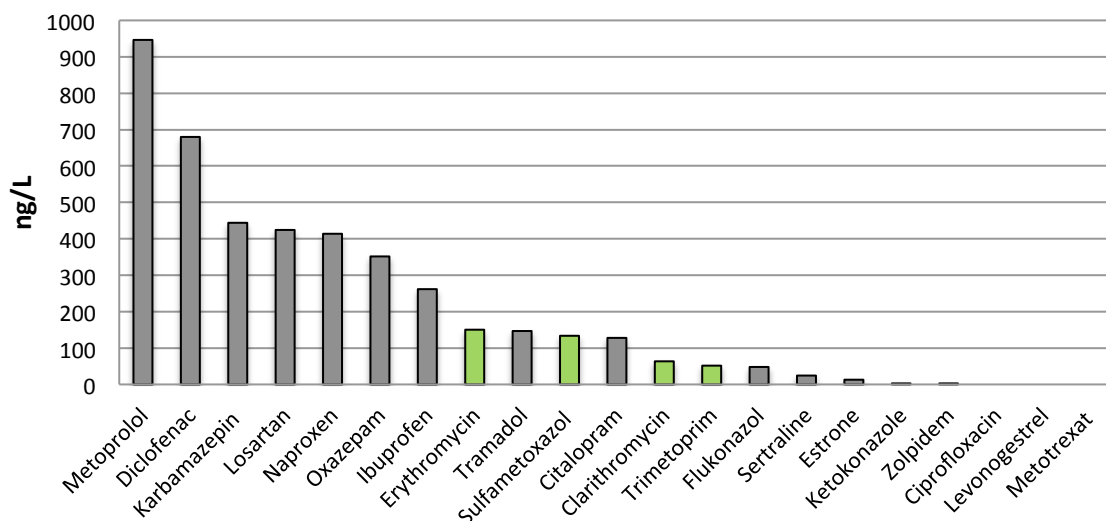
7.1 Kemiskt utsläpp av läkemedel från 8 reningsverk i koncentrationer (ng/L)

Recipientens kemiska belastning, uttryckt som utgående koncentrationer av läkemedel, från samtliga 8 reningsverk redovisas i **Tabell 2**. Reningsverken och läkemedlen är listade i bokstavsordning, men diskuteras inte i denna ordning. I tabellen har den genomsnittliga utsläppskoncentrationen av varje ämne beräknats som medelvärdet av utsläppen från samtliga 8 reningsverk. Detta ger en första bild av vilka ämnen som har högst koncentrationer i skånska avloppsvatten och visas i **Figur 2**. De två med högst medelkoncentration var metoprolol och diklofenak, med koncentrationer på över 500 ng/L, eller 0,5 µg/L.

Tabell 2. Utgående koncentrationer i ng/L av 21 läkemedel från 8 skånska reningsverk. **Blått värde** indikerar det reningsverk med lägst utgående koncentration, medan **rött värde** indikerar det reningsverk med högst utgående koncentration av respektive ämne. I denna tabell är reningsverken liksom läkemedlen listade i bokstavsordning, men diskuteras inte i denna ordning.

	Gärds Köpinge	Höganäs	Klippan	Kristianstad	Ormanäs	Simrishamn	Sankt Olof	Svedala	Medelkonc.	Ståv	RSD (%)
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Citalopram	120	93	135	80	164	110	104	217	128	44	35
Clarithromycin	0	56	101	24	82	29	3	213	64	70	111
Dikofenak	579	594	707	746	442	685	569	1117	680	201	30
Erythromycin	1	53	166	215	12	113	3	640	150	213	142
Estron	18	1	1	3	63	7	4	7	13	21	161
Flukonazol	3	59	52	105	71	24	17	53	48	33	68
Ibuprofen	0	0	92	0	1158	613	124	107	262	415	158
Karbamazepin	139	442	439	470	529	233	601	699	444	183	41
Ketokonazol	1	2	6	0	4	2	6	6	3	2	72
Levonorgestrel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Losartan	386	344	274	217	83	673	497	921	424	268	63
Metoprolol	692	954	979	714	843	1016	943	1430	946	230	24
Metotrexat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Naproxen	145	378	290	119	266	379	1430	304	414	421	102
Oxazepam	95	323	401	475	349	328	472	370	352	119	34
Sertralin	19	18	40	4	47	8	27	32	24	15	62
Sulfametoxazol	0	238	118	208	173	51	0	281	134	109	81
Tramadol	190	145	187	208	118	81	94	151	147	47	32
Trimetoprim	6	95	78	29	64	33	1	107	52	40	78
Zolpidem	3	3	2	3	1	1	2	4	2	1	45

Medelvärde utgående koncentrationer i ng/L för 8 skånska reningsverk



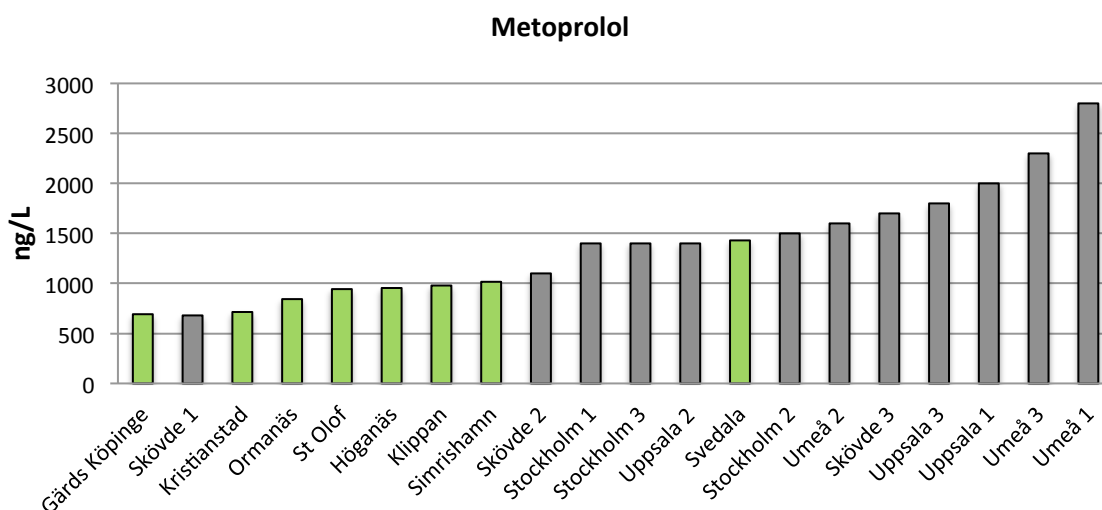
Figur 2. Medelvärdet av koncentrationerna (ng/L) av de 21 analyserade läkemedlen i utgående vatten från 8 skånska reningsverk. Antibiotika är markerade med grön färg förutom ciprofloxacin som inte återfanns i mätbara koncentrationer. Värdena återfinns i Tabell 2.

7.1.1 Metoprolol

Metoprolol är en så kallad beta-blockerare som stänger av beta-receptorer i kroppen, och används mot högt blodtryck och kärlkramp. Metoprolol används av stora befolkningsgrupper och uppvisade det högsta medelvärdet av samtliga ämnen på 946 ng/L, eller ca 1 µg/L (**Figur 2**). Variationen mellan de olika reningsverken är liten. Gärds Köpinge med ett verkligt antal PE på 425 hade den lägsta koncentrationen motsvarande 692 ng/L, medan Svedala med ett verkligt antal PE på 9800 uppvisade det högsta värdet på 1430 ng/L (**Tabell 2**). Den faktoriella skillnaden mellan högst och lägst koncentration är endast 2,1 ($1430 / 692 = 2,1$). De funna koncentrationerna ligger också mycket nära de som uppmättes i en tidigare svensk studie från 2010 utförda av Stockholm Vatten⁹ där Henriksdals reningsverk hade en utgående koncentration på 1161 ng/L (RSD = 53 %), medan Bromma reningsverk hade 1320 ng/L (RSD = 68 %). Båda som ett medelvärde av flera analyser. Detta dokument kommer nedan att benämnas *Stockholm Vatten 2010*. En bredare palett av svenska reningsverk finns i det Svenska Nationella Screening Programmet, rapporterat 2011¹⁰. Detta dokument kommer nedan att benämnas *Nationell Screening 2011*. Inga skånska reningsverk ingick i denna screening 2011. I *Nationell Screening 2011* visas resultat från utgående koncentrationer för reningsverk från de fyra städerna Skövde, Stockholm, Uppsala och Umeå, där vatten från varje reningsverk analyserade 3 gånger. En jämförelse för metoprolol mellan de 8 skånska reningsverken och de 4 svenska städernas reningsverk ses i **Figur 3**. Koncentrationerna för de skånska reningsverken ligger i nivå eller något under resultaten från den nationella screeningen.

⁹ Stockholm Vatten (2010) Läkemedelsrester i Stockholms vattenmiljö —Förekomst, förebyggande åtgärder och rening av avloppsvatten, 2010; 140 sidor.

¹⁰ IVL (2011) Results from the Swedish National Screening Programme 2010. Subreport 3. Pharmaceuticals. Swedish Environmental Research Institute. IVL Report B2014, December 2011; 56 sidor.

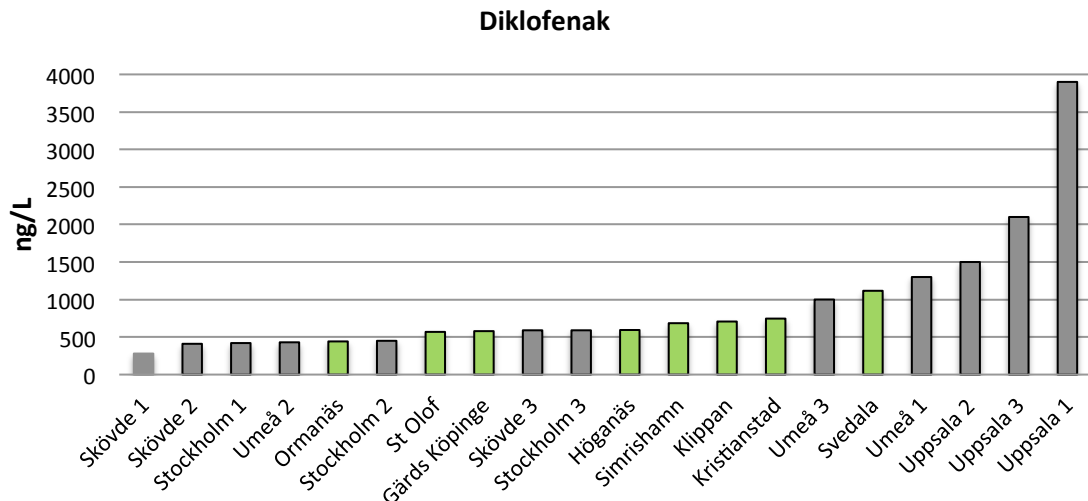


Figur 3. Uppmätta koncentrationer (ng/L) av metoprolol i utgående vatten från de 8 skånska reningsverken samt i det Svenska Nationella Screening Programmet rapporterat 2011 för de 4 städerna Skövde, Stockholm, Uppsala och Umeå. Dessa 4 reningsverk analyserades 3 gånger vardera och indikeras med 1, 2 och 3. För tydligheten är de skånska reningsverkens koncentrationer markerade med grön färg.

7.1.2 Diklofenak

Diklofenak hör till gruppen inflammationsdämpande NSAID-läkemedel (icke steroida antiinflammatoriska läkemedel) och har ett brett användningsområde innefattande migränhuvudvärk, tandvärk, menstruationssmärtor samt muskel- och ledvärk vid reumatiska sjukdomar. Diklofenak uppvisade de näst högsta koncentrationerna med ett medelvärde på 680 ng/L (ca 0,7 µg/L). Även för diklofenak är variationen mellan reningsverken liten. Ormanäs reningsverk hade med 442 ng/L lägst koncentration medan Svedala hade den högsta koncentrationen på 1117 ng/L. Den faktoriella skillnaden mellan högst och lägst koncentration var endast 2,5.

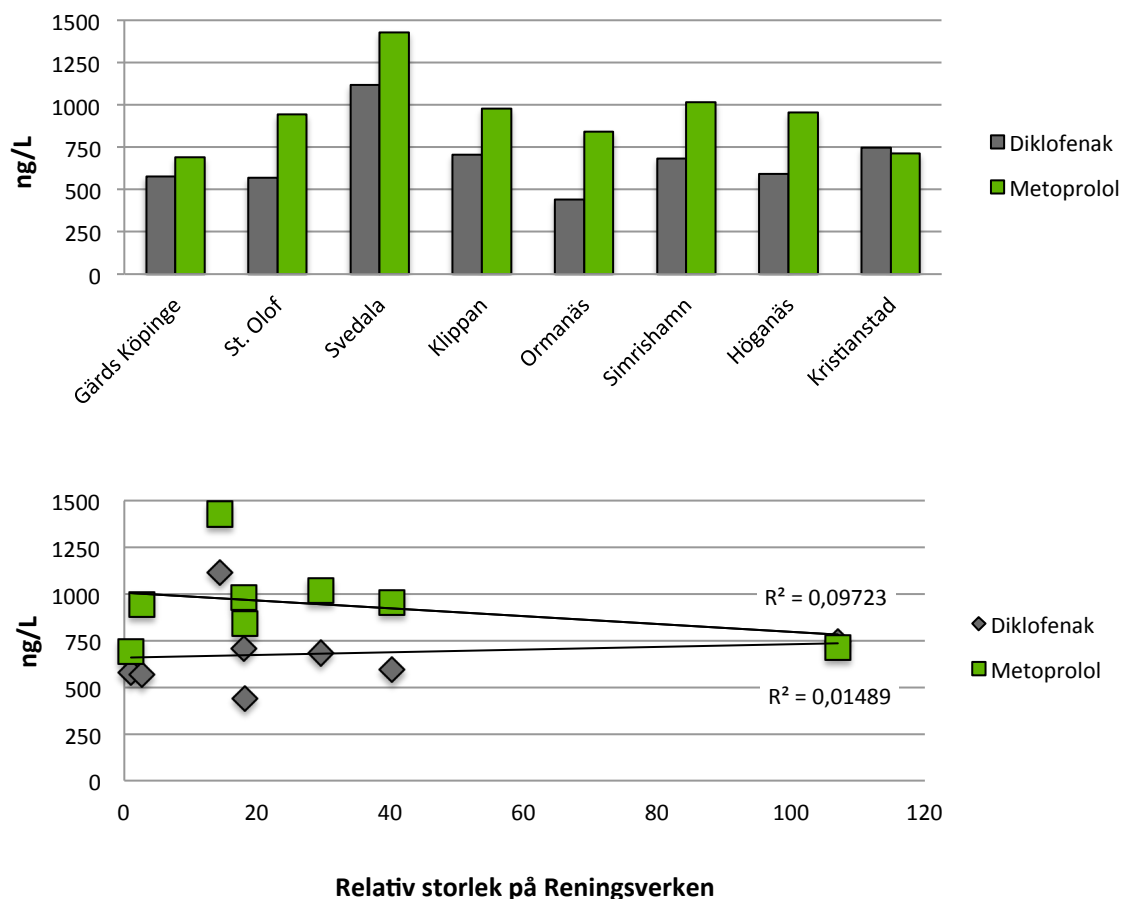
Koncentrationerna av diklofenak kan jämföras med *Stockholm Vatten 2010* där Henriksdals reningsverk hade en utgående koncentration på 288 ng/L (RSD = 36 %), medan Bromma reningsverk hade 257 ng/L (RSD = 32 %). En jämförelse med *Nationell Screening 2011* ses i **Figur 4**.



Figur 4. Uppmätta koncentrationer (ng/L) av diklofenak i utgående vatten från de 8 skånska reningsverken samt i det Svenska Nationella Screening Programmet rapporterat 2011 för de 4 städerna Skövde, Stockholm, Uppsala och Umeå. Dessa 4 reningsverk analyserades 3 gånger vardera och indikeras med 1, 2 och 3. För tydligheten är de skånska reningsverkens koncentrationer markerade med grön färg.

För diklofenak ligger de skånska värdena något mer centrerat jämfört med *Nationell Screening 2011*, där den senare har såväl lägre som högre rapporterade koncentrationer.

En jämförelse av hur koncentrationerna av metoprolol och diklofenak följs åt i de 8 skånska reningsverken framgår av **Figur 5 a**. Där syns likheterna i de uppmätta koncentrationerna i utgående avloppsvatten för metoprolol och diklofenak tydligt. Reningsverken är listade i storleksordning i enlighet med **Figur 1** ovan. I **Figur 5 b** kan man också se att reningsverkens storlek inte tycks ha någon inverkan på deras förmåga att rena metoprolol och diklofenak.



Figur 5 a och 5 b. Uppmätta koncentrationer (ng/L) av metoprolol och diklofenak i utgående vatten från de 8 skånska reningsverken (Figur 5a). Metoprolol hade högst medelvärde av de undersökta ämnena (946 ng/L) följt av diklofenak (680 ng/L) vilket ses i Tabell 2. Reningsverken är listade i storleksordning enligt Figur 1 ovan. I Figur 5 b visas utgående koncentrationer i relation till reningsverkens relativa storlek enligt Figur 1.

7.1.3 Karbamazepin, losartan, naproxen, oxazepam och ibuprofen

Dessa 5 ämnen innefattar flera läkemedelstyper som i stort representerar tre generella och relativt vanliga sjukdomstillstånd; högt blodtryck, inflammation och smärta, samt depression och ångest. Som ses i **Tabell 2** och **Figur 2** var medelvärdet av koncentrationerna av dessa läkemedel i intervallet 200-500 ng/L (0,2-0,5 µg/L).

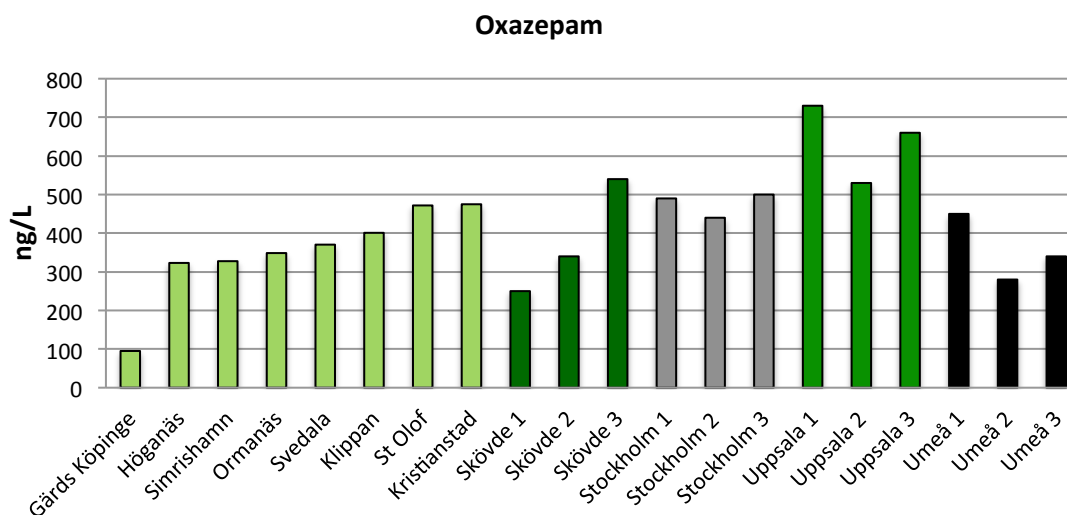
Karbamazepin används vid epilepsi samt alkoholabstinens och förekommer i samtliga reningsverk i koncentrationer mellan 139 ng/L (Gärds Köpinge) och 699 ng/L (Svedala) med ett medelvärde på 444 ng/L. Den faktoriella skillnaden mellan högst och lägst är 5,0 och något högre än för metoprolol och diklofenak. Karbamazepin förekommer i alla renade vatten. Resultat från *Stockholm Vatten 2010* visade att Henriksdals reningsverk hade en koncentration på 373 ng/L (RSD = 32 %), medan Bromma reningsverk hade 305 ng/L (RSD = 35 %). Koncentrationerna av karbamazepin i *Nationell Screening 2011* varierade mellan 460-1100 ng/L för de 4 ingående städerna. De skånska värdena ligger i linje med tidigare uppmätta koncentrationer.

Losartan är ett blodtryckssänkande läkemedel och har ett medelvärde som ligger nära karbamazepin; 424 ng/L. Variationen i förekomst är dock något högre, med Ormanäs på en bottennotering av 83 ng/L och Svedala i topp med 921 ng/L. Sammantaget ger detta en faktoriell skillnad på 11 för losartan. Resultat från *Stockholm Vatten 2010* visade att Henriksdals reningsverk

hade en koncentration på 204 ng/L (RSD = 48 %), medan Bromma reningsverk hade 187 ng/L (RSD = 48 %). Losartan analyserades inte i *Nationell Screening 2011*.

Naproxen tillhör, i likhet med diklofenak, de inflammationsdämpande NSAID-läkemedlen och har ett medelvärde strax under losartan; 414 ng/L. Spridningen i koncentration är också väldigt lik losartan med ett lägsta värde på 119 ng/L i Kristianstad och ett högsta värde på 1430 ng/L i Sankt Olof. Detta gör att den faktoriella skillnaden för naproxen är 12. Naproxen-värdet för Sankt Olof sticker dock ut något jämfört med övriga reningsverk i den skånska studien, då näst högsta värdet är Simrishamn med en koncentration på 379 ng/L. Medelvärdet och den faktoriella skillnaden utan Sankt Olof sjunker därmed till 269 ng/L och 3,2. *Stockholm Vatten 2010* visade att Henriksdals reningsverk hade en koncentration på 476 ng/L (RSD = 84 %), medan Bromma reningsverk hade 565 ng/L (RSD = 46 %). Koncentrationerna av naproxen i *Nationell Screening 2011* varierade mellan 26-490 ng/L för de 4 ingående städerna.

Oxazepam tillhör gruppen bensodiazepiner och är ett antidepressivt läkemedel som används vid oro, ångest och depression. Oxazepam är vidare narkotikaklassat samt har varit omtalat för sin effekt på abborre, som utsatta för oxazepam uppvisar beteendeförändringar. Medelvärdet av oxazepams uppmätta koncentrationer var 352 ng/L. Lägst koncentration påvisades i Gärd's Köpinge (95 ng/L) och högst i Kristianstad 475 ng/L. Detta gav en faktoriell skillnad på 5,0 för oxazepam. Gärd's Köpinge sticker ut i detta sammanhang, där övriga reningsverk låg i intervallet 323-475 ng/L och en faktoriell skillnad på endast 1,5. *Stockholm Vatten 2010* visade att Henriksdals reningsverk hade en koncentration på 324 ng/L (RSD = 49 %), medan Bromma reningsverk hade 190 ng/L (RSD = 31 %). En jämförelse mellan den 8 skånska reningsverken och resultaten för de 4 städerna Skövde, Stockholm, Uppsala och Umeå i *Nationell Screening 2011* ses i **Figur 6**.



Figur 6. Uppmätta koncentrationer (ng/L) av oxazepam i utgående vatten från de 8 skånska reningsverken (till vänster i figuren). Oxazepam hade ett medelvärde av koncentrationerna på 352 ng/L vilket ses i Tabell 2. Av figuren framgår också att Gärd's Köpinge har en förhållandevis låg koncentration. De 8 skånska reningsverken är listade i storleksordning enligt Figur 1 ovan. Till höger i figuren ses resultaten från *Nationell Screening 2011* med tre mätpunkter från varje stad för sig; Skövde, Stockholm, Uppsala och Umeå.

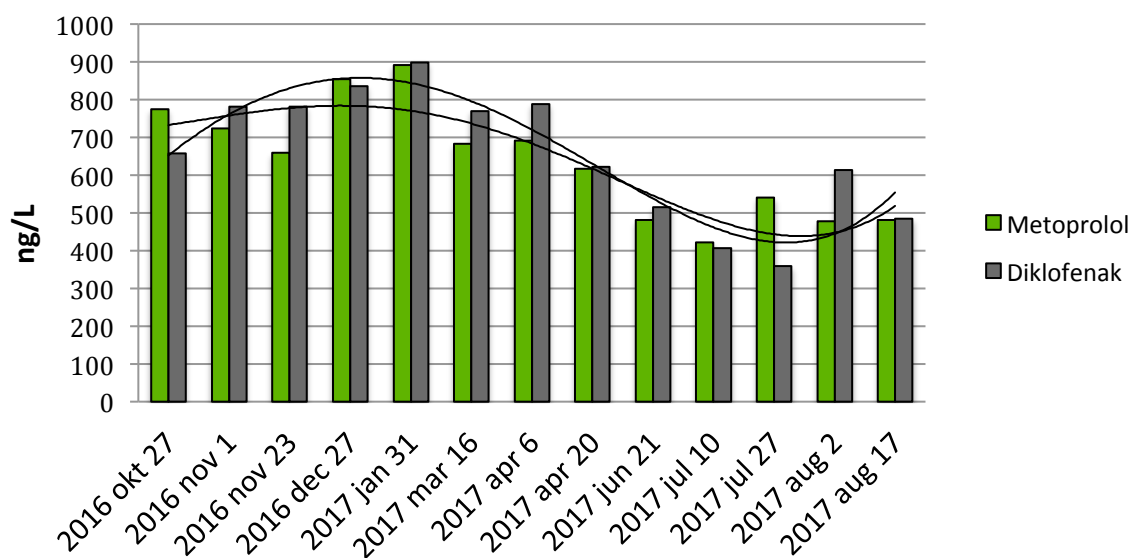
De uppmätta koncentrationerna av oxazepam i LUSKA-projektet stämmer väl överens med tidigare svenska studier.

Ibuprofen är ett tredje inflammationsdämpande NSAID-läkemedel (utöver diklofenak och naproxen) som säljs receptfritt och har utbredd användning. Medelvärden av ibuprofens uppmätta koncentrationer var 262 ng/L, men med mycket stora skillnader i förekomst. I tre av reningsverken kunde ämnet alls inte detekteras (Gärds Köpinge, Höganäs och Kristianstad), medan Ormanäs hade en koncentration överstigande 1 µg/L (1158 ng/L). Resultat från *Stockholm Vatten 2010* visade att Henriksdals reningsverk hade en koncentration på 42 ng/L (RSD = 136 %), medan Bromma reningsverk hade 80 ng/L (RSD = 108 %). Koncentrationerna av ibuprofen i *Nationell Screening 2011* varierade relativt kraftigt, precis som de skånska reningsverken, med koncentrationer mellan 42-990 ng/L för de fyra ingående städerna.

Samtliga 5 ämnen i detta avsnitt kan konstateras innehålla koncentrationer som är i paritet med tidigare svenska studier. Inte heller fanns någon identifierbar relation mellan reningsverkens storlek (**Figur 1**) och nivåerna på utsläppskoncentrationer.

7.1.4 Årstidsvariation av 6 läkemedelskoncentrationer (ng/L) på Kristianstads Reningsverk

Utifrån analysdata ovan för de 6 ämnena med högst koncentration (metoprolol, diklofenak, karbamazepin, losartan, naproxen och oxazepam) förekommer i princip samtliga ämnen i alla undersökta reningsverk i koncentrationer som varierar med en faktor 2-12 beroende på ämnen. För att få en idé om hur ämnena varierar över tid bedrevs en parallell studie på Kristianstads Reningsverk, där prover togs ut under alla fyra årstiderna säsongen 2016-2017 (n=13). Resultaten för dessa 6 läkemedel redovisas i **Tabell 3**. Variationen över året illustreras för metoprolol och diklofenak i **Figur 7**.

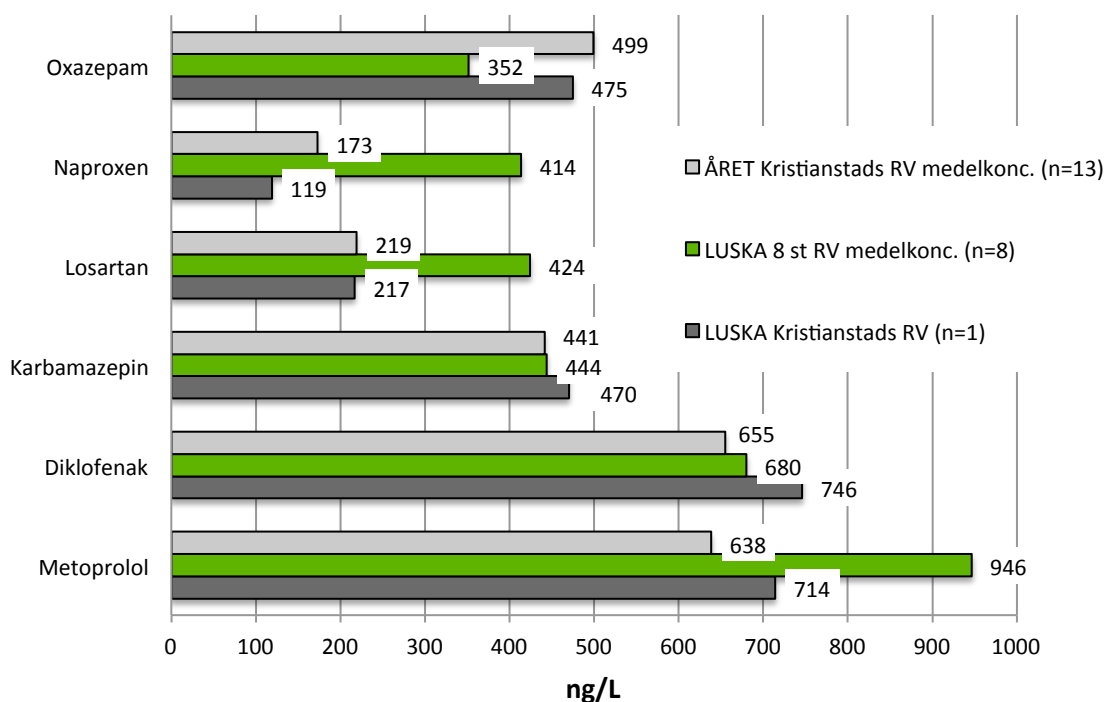


Figur 7. Uppmätta koncentrationer (ng/L) av metoprolol och diklofenak i utgående vatten från Kristianstads Reningsverk. Metoprolol och diklofenak hade årsmedelkoncentrationer på 638 respektive 655 ng/L vilket ses i **Tabell 3**. Av figurerna framgår att en tendens till årstidsvariation förekommer i utsläppta koncentrationer.

Figur 7 visar tydligt att båda ämnena släpps ut oavsett årstid. För båda ämnena ses en tendens att koncentrationerna är som högst i december och januari men sjunker något i juni och juli för att sedan åter vända uppåt. För samtliga 6 ämnen observerades liknande tendenser.

Ytterligare en observation är att årsmedelkoncentrationen för metoprolol är 638 ng/L (RSD = 23 %, n=13) (**Tabell 3**). I LUSKA-projektet togs samtliga prover den 4-5 april för samtliga 8

reningsverk. Medelvärde av koncentrationerna för 8 reningsverk i april månad var 946 ng/L (RSD = 24 %, n=8) (**Tabell 2**). Vidare kan detta jämföras med metoprolol-koncentrationen i april månad för Kristianstads Reningsverk i LUSKA-projektet på 714 ng/L (n=1). April månads medelvärde av koncentrationerna i LUSKA-projektet avspeglar därmed ganska väl årsmedelkoncentrationen för Kristianstads Reningsverk. På samma sätt är april månads enskilda metoprolol-värde i Kristianstads Reningsverk en god indikator för årsmedelkoncentrationen. I **Figur 8** redovisas årsmedelkoncentrationen hos de sex ämnen som diskuterats ovan för Kristianstad Reningsverk (n=13) och medelvärdet av ämnens koncentrationer i april för samtliga 8 reningsverk (n=8) i LUSKA, samt ämnens koncentrationer i april månad från Kristianstads Reningsverk (n=1).



Figur 8. Jämförelse av årsmedelkoncentrationen (ÅRET) i ng/L för Kristianstads Reningsverk (n=13, Tabell 3) och medelvärdet av koncentrationer i ng/L för 8 reningsverk (RV) i april månad (n=8, Tabell 2), samt enskilda koncentrationer för Kristianstads Reningsverk (n=1, Tabell 2).

De likheter som sågs för metoprolol, mellan medelvärdet av koncentrationer i april månad för 8 reningsverk (n=8) och årsmedelkoncentrationen på Kristianstads Reningsverk (n=13), var tydligast för diklofenak, karbamazepin och oxazepam men något mindre uttalad för losartan och naproxen, **Figur 8**.

Tabell 3. Uppmätta koncentrationer i ng/L av 6 läkemedel i utgående vatten från Kristianstads Reningsverk vid olika årstider säsongen 2016-2017.

	2016 27 okt	2016 1 nov	2016 23 nov	2016 27 dec	2017 31 jan	2017 16 mar	2017 6 apr	2017 20 apr	2017 21 jun	2017 10 jul	2017 27 jul	2017 2 aug	2017 17 aug	Medel- konc. (n=13)	Stdav.	RSD %
Metoprolol	774	724	659	855	892	684	691	616	481	421	541	478	481	638	145	23
Diklofenak	658	781	781	836	898	770	789	622	515	407	359	614	485	655	165	25
Karbamazepin	447	552	454	470	529	367	472	360	461	417	395	385	431	441	56	13
Losartan	326	330	261	256	207	221	212	213	153	119	91	306	153	219	73	33
Naproxen	476	204	253	376	85	269	132	144	44	41	32	177	20	173	135	78
Oxazepam	561	589	535	544	551	501	549	474	451	471	389	406	472	499	59	12

7.1.5 Antibiotika

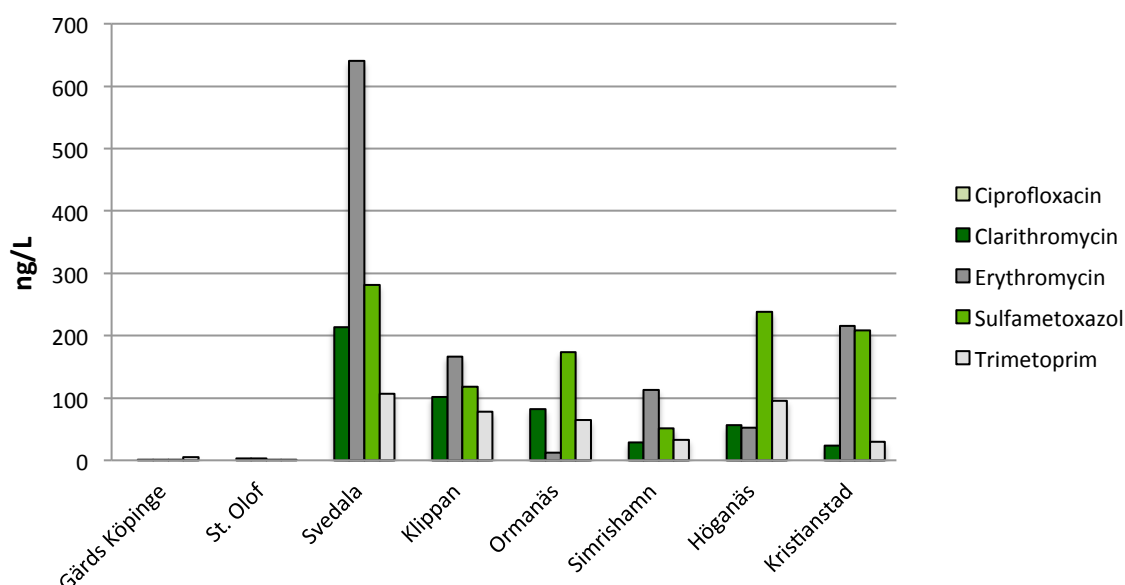
Antibiotika som grupp är av särskilt intresse nationellt och internationellt pga. resistensbildning. I denna studie ingick totalt 5 antibiotika; ciprofloxacin, clarithromycin, erythromycin, sulfametoxazol och trimetoprim vars värden återges i **Tabell 2**, samt är indikerade med grön färg i **Figur 2**.

Ciprofloxacin är ett antibiotikum som tillhör gruppen kinoloner och är ett bredspektrumantibiotikum. Ämnet är verksamt mot många olika typer av bakterier. Ciprofloxacin återfanns inte i något utgående avloppsvatten, vilket främst beror på att denna förening till stor del adsorberas till slammet. I tidigare studier har vi, och andra forskargrupper, återfunnit den i flera hundra upp till några tusen µg/kg slam (*Stockholm Vatten 2010*). Resultat från *Stockholm Vatten 2010* visar också låga koncentrationer ut från Henriksdals reningsverk på 20 ng/L (RSD = 50 %) och Bromma reningsverk på 40 ng/L (RSD = 44 %). Koncentrationerna av ciprofloxacin i *Nationell Screening 2011* varierade mellan 0-65 ng/L för de fyra ingående städerna.

Clarithromycin och *erythromycin* är två så kallade makrolider som ingår i *Europeiska Kommissionens bevakningslista* (se fotnot 4 ovan). De är lika till sin kemiska struktur och används för att behandla olika typer av bakteriella infektioner. Båda dessa återfinns i avloppsvatten. Koncentrationerna av clarithromycin varierade mellan 0-213 ng/L medan erythromycin varierade mellan 1-640 ng/L. Clarithromycin analyserades inte av *Stockholm Vatten 2010*, men däremot erythromycin som återfanns i koncentrationer på 236 ng/L (RSD = 67 %), att jämföras med ett skåniskt medelvärde på 151 ng/L. Dock återfanns erythromycin endast i mycket låga koncentrationer (< 3 ng/L) i de två minsta reningsverken i Skåne (Gärds Köpinge och Sankt Olof) vilket diskuteras i mer detalj nedan. Om dessa båda reningsverk tas ut från medelvärdesberäkningen erhålls ett nytt medelvärde för Skåne på 200 ng/L, alltså mycket likt de från *Stockholm Vatten 2010*. I *Nationell Screening 2011* varierade koncentrationerna för clarithromycin i intervallet 0-780 ng/L och erythromycin mellan 53-530 ng/L, alltså i samma intervall som de skånska reningsverken, men med bredare intervall.

Sulfametoxazol och *trimetoprim* ges som kombinationspreparat. Sulfametoxazol är ett antibiotikum i gruppen sulfonamider och hämmar syntesen av folsyra hos bakterier. Trimetoprim är också en folsyraantagonist. Koncentrationerna av kombinationspreparatet sulfametoxazol och trimetoprim varierar mellan några enstaka ng/L upp till 281 ng/L med medelvärden på 134 ng/L och 52 ng/L för sulfametoxazol och trimetoprim. Sulfametoxazol och trimetoprim återfanns båda av *Stockholm Vatten 2010* i Henriksdals reningsverk på 60 ng/L (RSD = 67 %), respektive 35 ng/L (RSD = 45 %), medan Bromma redovisade koncentrationer på 52 ng/L (RSD = 54 %) respektive 186 ng/L (RSD = 29 %). I *Nationell Screening 2011* var intervallen för sulfametoxazol 30-290 ng/L och för trimetoprim 60-510 ng/L. Utsläppen från skånska reningsverk ligger i linje med *Stockholm Vatten 2010* men något lägre är de från *Nationell Screening 2011*.

Ingen av de analyserade antibiotiska ämnena uppvisade någon relation mellan koncentration och reningsverkens storlek. En högst påtaglig skillnad kunde dock ses mellan de två minsta reningsverken (Gärds Köpinge och Sankt Olof) och övriga reningsverk (**Figur 9**).



Figur 9. Uppmätta koncentrationer (ng/L) av 5 antibiotika (ciprifloxacin, clarithromycin, erythromycin, sulfametoxazol och trimetoprim) i utgående vatten från de 8 skånska reningsverken. Reningsverken är listade i storleksordning enligt Figur 1 ovan.

De båda mindre reningsverken har i princip inga mätbara koncentrationer av antibiotika. Storleken på båda dessa reningsverk är också avsevärt mindre än övriga, med en faktor 5-30, jämfört med nästkommande 3 i ordningen (se **Figur 1** ovan). Antalet PE i Gärdås Köpinge och Sankt Olof är endast 425 respektive 600. En eventuell förklaring till att förekomsten av antibiotika är låg kan vara att antibiotika helt enkelt inte intas lika regelbundet som t.ex. hjärtmediciner och läkemedel mot smärta, utan som specifika kurer. Små reningsverk har då väldigt sällan tillräckligt många parallella kurer igång för att det ska avspeglas i avloppsvattnet.

7.1.6 Tramadol, citalopram, flukonazol och sertralin

De 4 läkemedlen tramadol, citalopram, flukonazol och sertralin förekom i koncentrationerna 147, 128, 48, respektive 24 ng/L, beräknat som medelvärde för de 8 reningsverken.

Tramadol tillhör gruppen opioider och är narkotikaklassad i Sverige, medan *citalopram* är ett antidepressivt läkemedel av typen SSRI. Båda dessa ämnen hade en låg faktoriell skillnad på endast 2,6, respektive 2,3 (**Tabell 2**).

Tramadol förekom i koncentrationer mellan 81-208 ng/L och ett medelvärde av koncentrationerna på 147 ng/L, vilket skiljer sig något från *Stockholm Vatten 2010* där Henriksdals och Brommas reningsverk hade koncentrationer på 571 ng/L (RSD = 49 %) och 474 ng/L (RSD = 50 %). *Nationell Screening 2011* visade på ännu högre koncentrationer i intervallet 730-3000 ng/L. Här ska poängteras att tramadol var ett av de ämnen som visade störst mätosäkerhet mellan de olika laboratorier som ingick i den interkalibreringsstudie som genomfördes i MoLab av Ola Svahn och Erland Björklund våren 2017 tillsammans med fyra svenska och ett danskt analyslaboratorium på uppdrag av Havs- och Vattenmyndigheten. Detaljer kring detta kommer att finnas tillgängliga i den rapport som är under utarbetande ¹¹.

Citalopram uppmättes i koncentrationer mellan 80-217 ng/L i Skåne med ett medelvärde på 128 ng/L, vilket var jämförbart *Stockholm Vatten 2010*; Henriksdals och Brommas reningsverk

¹¹ Interkalibrerad läkemedelsanalys – ett samarbetsprojekt för ökad analyskvalité. Högskolan Kristianstad 2017. Slurrapport under utarbetning hösten 2017.

hade koncentrationer på 196 ng/L (RSD = 44 %) och 140 ng/L (RSD = 56 %). Resultat från *Nationell Screening 2011* visade något högre förekomst med ett intervall på 170-480 ng/L.

Flukonazol är ett svampmedel medan *sertralin*, liksom citalopram ovan, är ett antidepressivt läkemedel av typen SSRI. Båda dessa ämnen hade något större faktoriell skillnad på 35, respektive 12.

Koncentrationerna av flukonazol varierade mellan 3-105 ng/L; medelvärde 48 ng/L. Flukonazol analyserades inte av *Stockholm Vatten 2010*, medan *Nationell Screening 2011* hade betydligt högre värden mellan 72-1100 ng/L. Orsaken till denna stora skillnad kan inte enkelt förklaras.

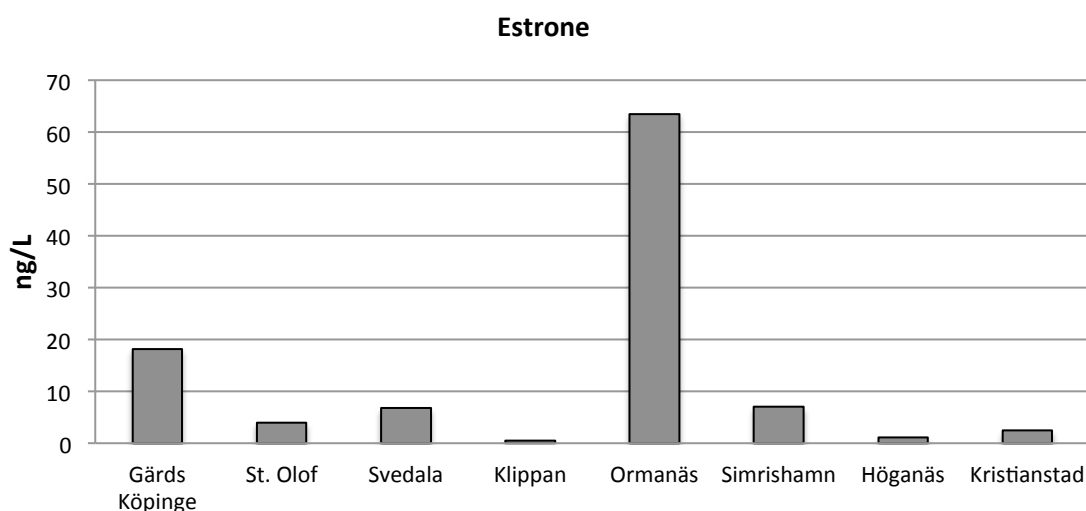
Sertralin förekom i koncentrationer mellan 4-47 ng/L och ett medelvärde på 24 ng/L, vilket kan jämföras med *Stockholm Vatten 2011*; Henriksdals och Brommas reningsverk uppvisade koncentrationer på 26 ng/L (RSD = 59 %) och 21 ng/L (RSD = 72 %). Det vill säga mycket stor likhet. I *Nationell Screening 2011* återfanns koncentrationer mellan 0-32 ng/L.

Ingen av dessa 4 läkemedel uppvisade någon relation mellan reningsverkens storlek och utgående koncentrationer.

7.1.7 Hormoner

Hormoner som undersöktes var det naturliga hormonet estron och det syntetiska hormonet levonorgestrel.

Estron (östron) förekom i låga koncentrationer i utgående avlopps vatten, undantaget Ormanäs reningsverk, **Figur 10**. Nivåerna är i linje med *Stockholm Vatten 2010*, som utförde analysen av estron som en separat ”specialanalys”, och återfann estron i koncentrationen 4,2 ng/L (RSD = 89 %) i Henriksdals reningsverk och 0,5 ng/L (RSD = 46 %) i Brommas reningsverk. Estron ingick inte i *Nationell Screening 2011*.



Figur 10. Uppmätta koncentrationer (ng/L) av hormonet estron i utgående vatten från de 8 skånska reningsverken. Reningsverken är listade i storleksordning enligt Figur 1 ovan.

Levonorgestrel återfanns inte i detekterbara koncentrationer i något skånskt avloppsvatten. Levonorgestrel analyserades inte av *Stockholm Vatten 2010*, medan *Nationell Screening 2011* visade att ämnet inte kunde återfinnas i något vatten.

7.1.8 Ketokonazol, zolpidem, metotrexat

Detta är 3 läkemedel som förekommer i mycket låga koncentrationer i samtliga reningsverk.

Ketokonazol är ett läkemedel mot svampinfektion. Ämnet uppmättes i koncentrationer i intervallet 0-6 ng/L med ett medelvärde på 3 ng/L. *Stockholm Vatten 2010* återfanns 8 ng/L (RSD = 77 %) i Henriksdals reningsverk och 9 ng/L (RSD = 81 %) i Brommas reningsverk. *Nationell Screening 2011* kunde endast återfinna ketokonazol i 1 utav totalt 12 prover, men då i den anmärkningsvärda koncentrationen 120 ng/L.

Zolpidem används vid sömnbesvär och förekom i intervallet 1-4 ng/L med ett medelvärde på 3 ng/L. *Stockholm Vatten 2010* påvisade ämnet i Henriksdals och Brommas reningsverk; 5,1 ng/L (RSD = 46 %) respektive 4,8 ng/L (RSD = 55 %). I *Nationell Screening 2011* återfanns zolpidem i koncentrationer mellan 3-41 ng/L.

Metotrexat ges mot reumatiska och inflammatoriska sjukdomar, men är också ett cytostatika som används vid cancerbehandling. Ämnet kunde inte påvisas i något av de skånska reningsverksproverna i utgående vatten. Metotrexat analyserades inte i någon av de tidigare svenska studierna *Stockholm Vatten 2010* eller *Nationell Screening 2011*.

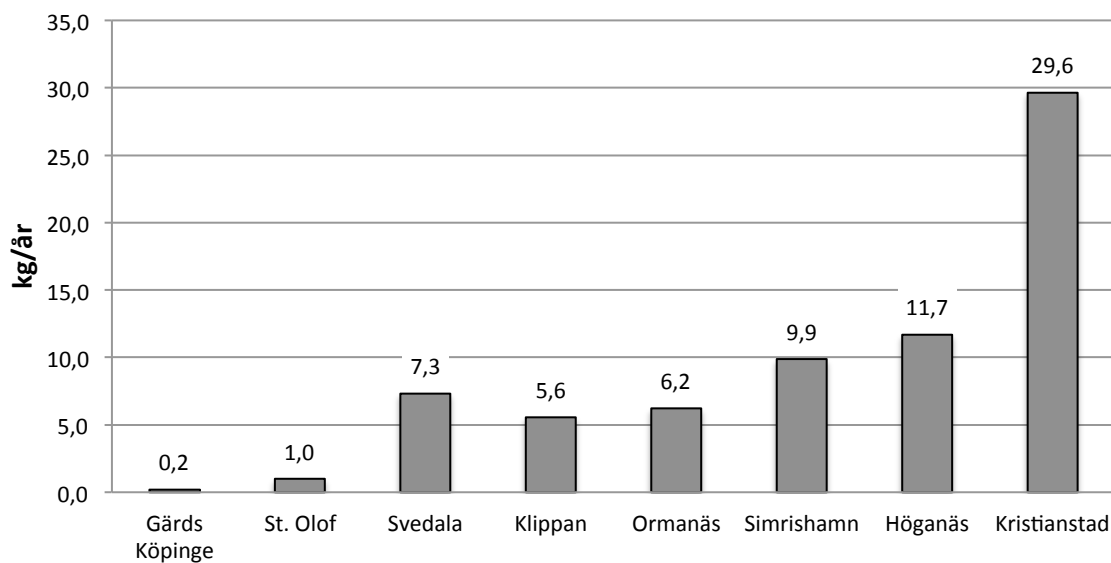
7.2 Kemiskt utsläpp av läkemedel från 8 reningsverk i absolut massa (g)

I reningsverkens grundläggande parametrar ingick årsmedelvärdet av renad avloppsvattenvolym, **Tabell 1**. Med hjälp av denna information och kunskapen om utgående koncentrationer i **Tabell 2** kunde en uppskattning av den årligen utsläppta mängden läkemedel i gram beräknas, **Tabell 4**. Därefter kunde varje enskilt reningsverks kemiska utsläpp i kilogram beräknas, som framgår av **Figur 11**.

Tabell 4. Utgående massor i gram av 21 läkemedel från 8 skånska reningsverk.
 I denna tabell är reningsverken listade i storleksordning medan läkemedlen är listade i bokstavsordning.

	Gärds Köpinge	Sankt Olof	Svedala	Klippan	Ormanäs	Simrishamn	Höganäs	Kristianstad	Totalt (g/år)
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Citalopram	9	21	239	185	227	247	286	659	1873
Clarithromycin	0	1	235	139	113	64	172	196	920
Diklofenak	44	114	1228	966	613	1541	1827	6107	12440
Erythromycin	0	1	704	227	17	254	162	1761	3127
Estron	1	1	7	1	88	16	4	20	138
Flukonazol	0	3	59	71	98	55	182	860	1328
Ibuprofen	0	25	117	125	1608	1380	0	0	3255
Karbamazepin	11	120	769	600	735	525	1361	3844	7964
Ketokonazol	0	1	7	9	6	4	6	0	33
Levonorgestrel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Losartan	30	99	1013	374	116	1513	1058	1772	5975
Metoprolol	53	189	1573	1338	1171	2286	2935	5847	15392
Metotrexat	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naproxen	11	286	334	397	370	852	1162	976	4389
Oxazepam	7	94	407	548	484	737	993	3888	7159
Sertralin	1	5	36	54	66	19	55	31	267
Sulfametoxazol	0	0	309	162	240	115	732	1704	3261
Tramadol	15	19	167	256	163	183	444	1704	2950
Trimetoprim	0	0	118	106	89	74	293	241	921
Zolpidem	0	0	5	3	1	3	9	29	50
Totalt (g)	184	980	7328	5558	6206	9868	11681	29638	71442
Summa (kg)	0,2	1,0	7,3	5,6	6,2	9,9	11,7	29,6	71,4

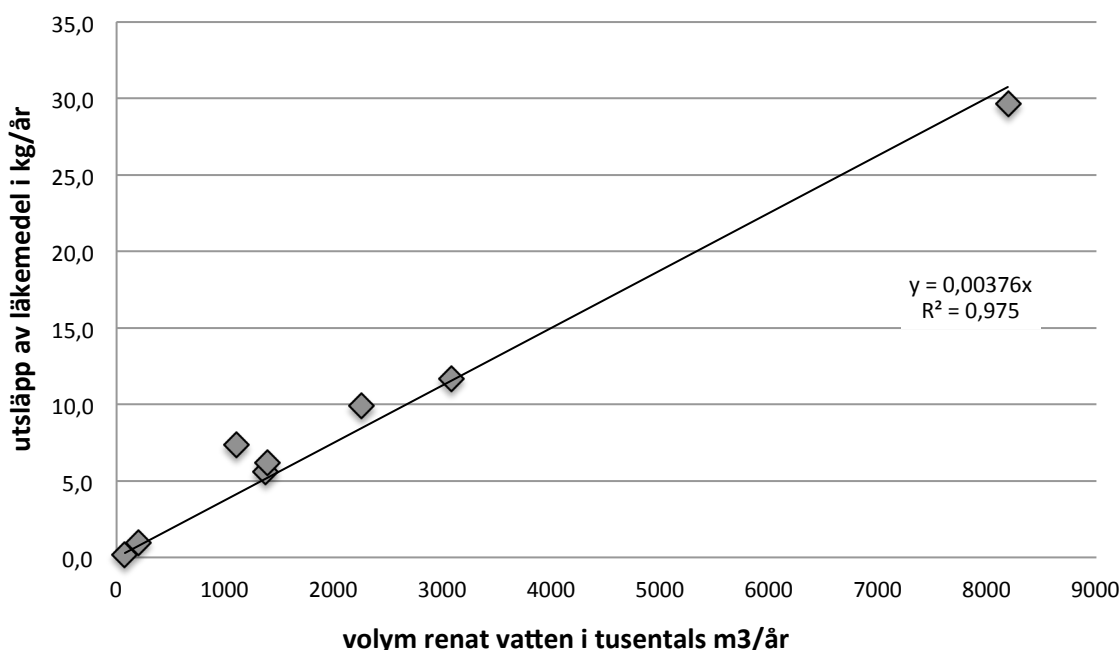
Kemisk belastning från 8 reningsverk i kg/år



Figur 11. Kemiskt utsläpp från 8 skånska reningsverk som summan av 21 läkemedel i kg/år. Reningsverken är listade i storleksordning enligt Figur 1 ovan.

Av de 21 uppmätta läkemedlen uppgår det totala utsläppet till de 8 olika skånska recipienterna till 71442 g \approx 71 kg. I absoluta tal släpper det minsta reningsverket i Gärd's Köpings ut minst mängd läkemedel (ca 0,2 kg) medan Kristianstads Reningsverk släpper ut störst mängd läkemedel (ca 30 kg). Genom att avsätta mängden utsläppta läkemedel per år mot volymen renat avloppsvatten i tusentals kubikmeter tydliggörs relationen mellan reningsverken storlek och mängden utsläpp av läkemedel, **Figur 12**.

Relationen mellan volymen renat avloppsvatten och mängden utsläpp av 21 läkemedel enligt Läkemiddelsverket i 8 skånska reningsverk



Figur 12. Relationen mellan mängden utsläppta läkemedel från 8 skånska reningsverk som summan av 21 läkemedel i kg/år och volymen renat avloppsvatten. Reningsverken är listade i storleksordning enligt Figur 1 ovan.

Av Figur 12 framgår att när ett reningsverk släpper ut 1 miljon kubikmeter (1 000 000 m³) renat avloppsvatten passerar det samtidigt ut uppskattningsvis 3,76 kg ≈ 4 kg av de 21 läkemedel som Läkemiddelsverket tagit upp på sin övervakningslista. Man bör då beakta att dessa 21 ämnen endast är ett selektivt urval av flera hundra ämnen som idag används som läkemedel. Den verkliga mängden läkemedel som släpps ut är därmed sannolikt mångdubbelt större.

7.3 Reningsverkens förmåga att reducera läkemedel (Reduktionsförmåga %)

Utöver utgående koncentrationer mättes de inkommande koncentrationerna för att få ett mått på reduktionsförmåga hos de olika reningsverken. Inkommande koncentrationer återfinns i **Bilaga 2**. Reduktionsförmågan uttryckt som antal procent läkemedel som avlägsnades i reningsverket beräknades enligt följande:

- Reduktionsförmåga = ((Inkommande konc. – Utgående konc.) / Utgående konc.) * 100 %

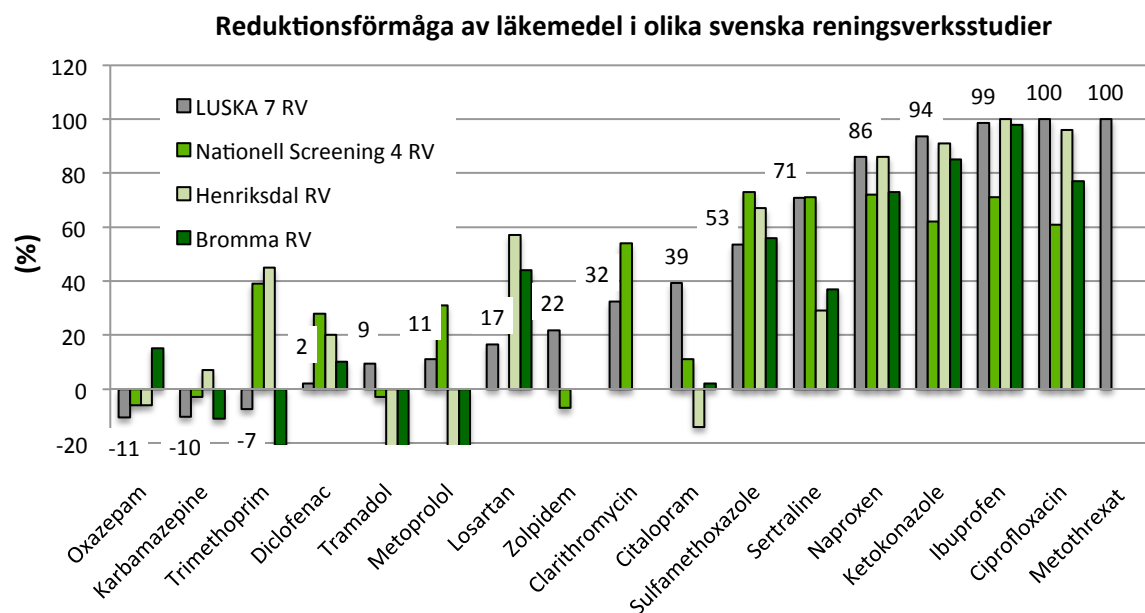
I **Tabell 5** redovisas reduktionsförmågan av de olika ämnena hos de olika reningsverken. Sankt Olof ingår inte i studien då inget prov på inkommande vatten togs. Läkemedel som reduceras >80 % är markerade i grönt. Läkemedel som reduceras mellan 50-80 % är markerade i gult, samt slutligen läkemedel med <50 % reduktion i orange färg.

Tabell 5. Procentuell reduktion av undersökta läkemedel i 7 skånska reningsverk. Grön färg indikerar >80 % reduktion, gul färg 50-80 % reduktion och orange färg <50 % reduktion. I denna tabell är reningsverken listade i storleksordning medan läkemedlen är listade i bokstavsordning.

	Gärds Köpinge	Svedala	Klippan	Ormanäs	Simrishamn	Höganäs	Kristianstad	Medel- reduktion (%)
Citalopram	23	36	-8	34	41	61	87	39
Ciprofloxacin	100	100	100	100	100	100	100	100
Clarithromycin	-9	27	-9	52	40	47	79	32
Diklofenak	25	-5	-45	10	-5	28	7	2
Estron	-207	54	-75	16	48	-124	-	-48
Flukonazol	-155	-86	-114	-62	-61	-62	-54	-85
Ibuprofen	100	100	100	97	94	100	100	99
Karbamazepin	-146	-10	13	-10	80	-9	11	-10
Ketokonazol	90	95	83	91	97	98	100	94
Losartan	37	-2	-2	0	-23	46	59	17
Metoprolol	7	0	-4	-7	-11	57	36	11
Metotrexat	100	100	100	100	100	100	100	100
Naproxen	95	88	89	86	64	82	97	86
Oxazepam	-8	-11	-27	-16	-19	21	-14	-11
Sertralin	71	81	26	54	85	81	98	71
Sulfametoxazol	99	55	16	25	64	48	67	53
Tramadol	6	2	9	11	-3	21	22	9
Trimetoprim	51	6	-157	-10	-20	9	69	-7
Zolpidem	-16	35	-38	44	36	47	44	22

Som framgår av **Tabell 5** är reduktionen av det stora flertalet ämnen svag med en reduktion på <50 % (orange färg). Vissa ämnen visar också negativ reduktion vilket delvis kan förklaras med att en portion av ämnet anländer till reningsverket bundet till partiklar men som under reningsprocessen frisätts till vattenfasen. En annan förklaring är att den inkommande koncentrationen till reningsverket underskattas något på grund av den komplicerade matris som ett inkommande avloppsvatten utgör. Några skillnader mellan reningsverken kan ses, där Kristianstad och Höganäs möjligen har något bättre förmåga till rening, men mer omfattande undersökningar behöver göras för att fastställa detta. I stort är bilden relativt lika vad gäller reningsförmåga.

För att få en överskådlig bild av hur effektiva skånska reningsverk är på att reducera enskilda läkemedel togs ett medelvärde av de 7 reningsverkens reduktionsförmåga för varje ämne. Resultatet redovisas i **Figur 13**. I denna figur har estron och flukonazol utelämnats för tydlighetens skull. I *Nationell Screening 2011* utfördes också studier på reduktionsförmåga i 4 olika reningsverk. Stora variationer observerades både mellan olika läkemedel samt mellan olika reningsverk. Men för att få en bild av hur effektiva reningsverken var i stora drag gentemot olika typer av läkemedel beräknade man även i *Nationell Screening 2011* ett medelvärde av alla 4 reningsverken; Skövde, Stockholm, Uppsala och Umeå. Detta redovisas också i **Figur 13**. Till sist jämförs också reduktionsförmågan i de skånska reningsverken med den som redovisats för Henriksdals reningsverk och Bromma reningsverk i *Stockholm Vatten 2010*.



Figur 13. Medelreduktion i procent av de undersökta läkemedlen i 7 skånska reningsverk i jämförelse med två tidigare svenska studier; Svenskt Vatten 2010 och Nationell Screening 2011. För detaljer se text.

I **Figur 13** ses att endast 5 ämnen reduceras >80%; metotrexat (100%), ciprofloxacin (100%), ibuprofen (99%), ketokonazol (94%) samt naproxen (86%). Detta stämmer också väl överens med resultat från *Nationell Screening 2011* och *Stockholm Vatten 2010*.

En god reduktion av vissa läkemedel i reningsverken kan, vid sidan av nerbrytning, bero på olika saker. Detta diskuteras inte närmare här, men för två av ämnena är en bidragande orsak inbindning till slamfasen. I våra egna analyser av slam kunde vi konstatera att ciprofloxacin liksom ketokonazol återfanns i mycket höga koncentrationer i slammet. Ibuprofen kunde inte detekteras i slammet, medan naproxen återfanns i relativt låga koncentrationer. Därmed är det andra processer än adsorption till en fast fas som orsakar reduktionen av ibuprofen och naproxen.

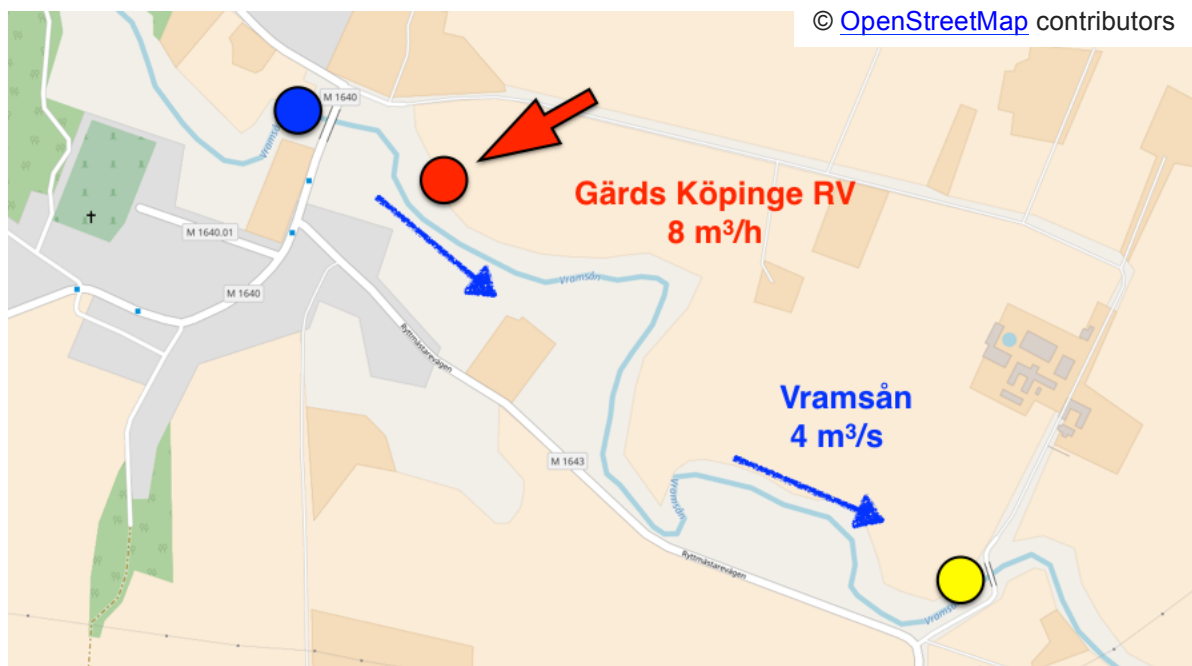
Två ämnen hamnar i intervallet 50-80%; sulfamethoxazol (53 %) och sertralin (71 %). Även detta är i någon mån i överrensstämmelse med de båda tidigare svenska studierna även om reduktion av sertralin ligger mellan 30-40% för Henriksdals och Bromma reningsverk. Övriga ämnen i LUSKA-studien reduceras med <50 % av koncentrationen i inkommande vatten till reningsverken. I stort kan man se att detta även var fallet i *Nationell Screening 2011* och *Stockholm Vatten 2010* även om ämnesspecifika variationer var påtagliga. För det stora flertalet läkemedel råder generellt en osäkerhet kring den mer exakta procentuella effektiviteten hos olika reningsverks förmåga att reducera ämnena över tid och rum. Men oavsett denna osäkerhet är det tydligt att reningsverken förmåga att avlägsna läkemedlen är mycket begränsad. I detta avseende avviker inte skånska reningsverk från tidigare nationella studier. En djupare förståelse för reningsverkens befintliga tekniska utformning och dess påverkan på reningsförmågan är föremål för kommande studier, men kräver mer omfattande analyser över just tid och rum i nära samarbete med reningsverksorganisationerna och deras personal. En sista iakttagelse är att när man jämför resultaten i **Figur 13**, med resultaten i **Figur 2** ser man att flera av de ämnen som förekommer i högst koncentrationer i det renade utgående avloppsvattnet också reduceras dåligt i reningsverken.

7.4 Förekomst av läkemedel i skånska åar och sjöar

En avgörande fråga är om recipientens koncentrationer av läkemedel påverkas av reningsverkens utsläpp. För att utreda detta togs prover uppströms och nedströms de olika reningsverken i respektive recipient. Möjligheten till att ta prover uppströms och nedströms var beroende av de olika reningsverkens placering rent geografiskt. Resultaten från analyserna av proverna ses i **Tabell 6**.

7.4.1 Gärds Köpinge reningsverk och Vramsån

Gärds Köpinge reningsverk släpper sitt reade avloppsvatten i Vramsån motsvarande 8,75 m³/h eller 0,0024 m³/s. Flödet i Vramsån varierar över året, men årsmedelflödet har i tidigare studier uppgetts till ca 4 m³/s¹², strax innan den övergår att bli en del av Helge å och dess flöde. Provtagningslokalerna i Vramsån framgår av **Figur 14**.



Figur 14. Provtagningspunkter uppströms (blå) och nedströms (gul) Gärds Köpinge reningsverk. Ungefärligt dygnsflöde för reningsverket samt årsmedelflöde för Vramsån anges i figuren.

¹² HELGEÅN 2011 - Med långtidsdiagram 1973-2011. Kommittén för samordnad kontroll av Helgeån. 2012-05-25. 224 sidor.

Tabell 6. Uppmätta koncentrationer i ng/L av 21 läkemedel uppströms och nedströms skånska reningsverk. I denna tabell är först åarna och därefter sjöarna listade. För Kristianstads reningsverk var uppströms provpunkten belägen i Helge å som sedan rinner igenom Hammarsjön där nedströms provpunkten var placerad. Västra Ringsjön hade inte en tydlig uppströms provpunkt och är placerad sist i tabellen.

	Gärds Köpinge		Gärds Köpinge		Klippan		Klippan		Sankt Olof		Sankt Olof		Svedala		Svedala		Kristianstad		Kristianstad		Ormanäs		
	Vramsån	Vramsån	Ned	Upp	Bäljane å	Bäljane å	Rörums södra å	Rörums södra å	Upp	Ned	Upp	Ned	Upp	Ned	Upp	Ned	Upp	Ned	Upp	Ned	Upp	Ned	V Ringsjön
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Citalopram	0,5	0,8	0	0	2,8	0	2,0	0	2,0	0	6,2	0	0,3	5,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clarithromycin	0	0	0	0	2,0	0	0,1	0	7,1	0	7,1	0	0,2	2,7	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0,25
Diklofenak	4,3	5,0	2,3	40,5	0,4	25,3	0,3	56,8	3,6	59,3	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
Erythromycin	0,6	0,8	1,4	8,8	0	0	0	33,0	0,8	23,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
Estron	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,0	0,2	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6
Flukonazol	0,3	0,2	0,6	2,0	0,0	0,4	0,1	1,4	0,6	6,1	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2
Ibuprofen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Karbamazepin	1,5	1,8	6,7	27,0	0,1	24,8	0,3	37,9	5,9	59,3	12,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,4
Ketokonazol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Levonorgestrel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Losartan	1,2	1,7	1,9	11,9	0,0	19,1	0,0	32,6	2,2	15,7	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,7
Metoprolol	4,8	5,7	7,7	51,8	0,2	33,7	0,2	73,0	6,0	61,7	3,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,9
Metotrexat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naproxen	3,8	6,1	4,0	13,2	0,0	56,8	3,2	11,8	7,4	7,2	3,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,1
Oxazepam	3,4	3,7	5,6	23,4	0,0	16,7	0,5	18,1	3,8	55,5	4,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,7
Sertralin	0	0	0	0,7	0	0	0	1,6	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulfametoxazol	0,5	0,3	4,0	10,9	0,0	0,0	0,0	11,1	1,9	34,1	3,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,4
Tramadol	1,4	1,7	1,4	11,2	0,0	4,3	0,1	8,8	1,2	26,2	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2
Trimetoprim	0,3	0,2	0,6	3,3	1,7	1,3	0,2	5,4	0,9	2,3	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6
Zolpidem	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Resultaten i **Tabell 6** för Gärds Köpinge visar att detta reningsverk har en relativt begränsad inverkan på koncentrationerna av läkemedel i Vramsån. De flesta ämnen är i samma nivå före som efter reningsverket. Detta beror sannolikt på att reningsverkets bidrag till Vramsåns totala flöde är relativt lågt. En beräkning av förhållande mellan årsmedelflödet (m^3/s) för Vramsån och dygnsflödet avloppsvatten (m^3/s) för Gärds Köpinge reningsverk ger ett värde på 1667 (4/0,0024), vilket tyder på stor utspädning. Intressant att notera är dock att bakgrundskoncentrationer, uppströms Gärds Köpinge reningsverk, av kända läkemedel som t.ex. diklofenak, metoprolol och oxazepam förekommer på några ng/L. Detta beror troligen på att ett betydligt större reningsverk (Tollarps reningsverk) ligger bara några kilometer uppströms Gärds Köpinge vilket sannolikt är den största källan till utsläpp i Vramsån. Studier pågår för att bestämma Tollarps reningsverks bidrag till den kemiska belastningen i Vramsån. Detta arbete sker inom ramen för ett pågående EU-projekt i Södra Östersjön kallat MORPHEUS 2017-2019. Projektet leds av Erland Björklund och Ola Svahn (HKR), där provtagning av avloppsvatten och ytvatten sker under två års tid i de fyra Österjöländerna Sverige, Tyskland, Polen och Litauen. Resultaten redovisas efterhand på MORPHEUS hemsida¹³ samt i rapporter och vetenskaplig artiklar.

Recipientens skyddsvärde kan också vara avgörande för huruvida åtgärder behöver vidtas, men adresseras inte i detalj i denna rapport. För Vramsån kan dock nämnas att den beskrivs som en av "Vattenrikets pärlor". På Vattenrikets hemsida står att läsa: "Den goda vattenkvaliteten har givit många arter goda förutsättningar. I Vramsån finns gott om fisk, både vandrande och stationär öring men också sällsynta arter som grönlång och sandkrypare. I ån lever samliga av landets stora musslor, bland annat rariteter som flodpärlmussla och tjockskalig målarmussla. Det rena syrerika vattnet hyser även en rik insektsfauna och på åns botten har forskare på en enda kvadratmeter funnit uppåt 4000 smådjur, fördelade på ett 50-tal arter."¹⁴ Flodpärlmusslan är av särskilt intresse då den kan bli mer än 100 år gammal och är fredad i svenska vatten. HaV skriver följande om denna art på sin hemsida: "Flodpärlmusslor växer mycket långsamt och har höga krav på miljön de lever i. Ett stort problem är att de har svårt att fortplanta sig, så åtgärder behövs för att säkra livskraftiga bestånd av flodpärlmusslor i Sverige."¹⁵ Flodpärlmusslan är idag starkt hotad och rödlistad. HaV skriver vidare: "Vattenkraftsutbyggnad, regleringar och föroreningar har reducerat populationerna kraftigt i södra och mellersta Sverige under de senaste hundra åren. Enskilda bestånd kan överleva i många årtionden utan fungerande fortplantning, men efterhand kommer även mycket talrika bestånd att försvinna. Målet på lång sikt är att flodpärlmusslan ska finnas kvar i livskraftiga populationer i hela Sverige där de naturgivna förutsättningarna erbjuder det. För att uppnå det behövs ökad hänsyn till arten vid markanvändning och planering med hjälp av information och ökad kunskap, långsiktigt skydd för populationer som bedöms ha högt skyddsvärde, restaurering i vissa vattendrag med flodpärlmussla och i vattendrag där åtgärder bedöms ge förutsättningar för framtida rekrytering samt inventering och övervakning av kända bestånd." En reflektion kring Vramsån är att även om koncentrationerna av läkemedel som flodpärlmusslorna utsätts för är låga, blir den kroniska exponeringen omfattande för individer som under hundra år utsätts för kemikalier i vattnet. Att då enbart se till absoluta koncentrationer kan leda till en underskattning av de risker som föreligger för t ex stationära djurarter i en specifik recipient som Vramsån.

7.4.2 Klippans reningsverk och Bäljane å

Klippans reningsverk släpper sitt renade avloppsvatten i Bäljane å på $156 \text{ m}^3/\text{h}$ vilket motsvarar $0,043 \text{ m}^3/\text{s}$. Flödet i Bäljane å varierar över året, men årsmedelflödet har i tidigare studier uppgetts till ca $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ¹⁶. I denna tidigare studie skriver man också följande om Bäljane ås flöden i relation till reningsverkets utflöde och utspädning. "Vid normal vattenföring i Bäljane å ($2,4 \text{ m}^3/\text{s}$) och normal belastning från Klippans reningsverk ($0,06 \text{ m}^3/\text{s}$) blir den genomsnittliga spädningfaktorn i Bäl-

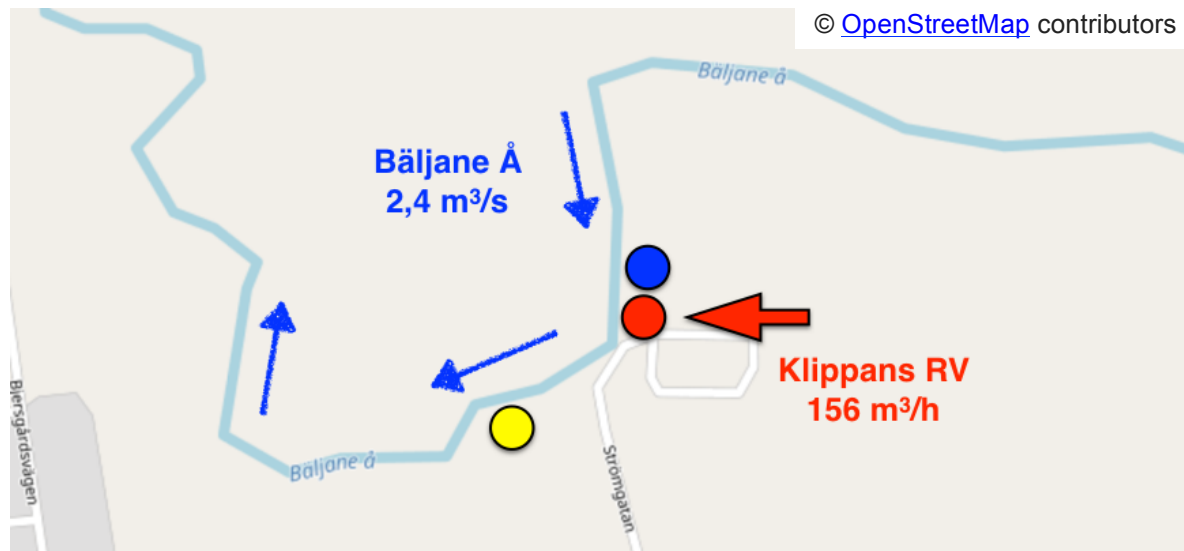
¹³ <http://www.morpheus-project.eu>

¹⁴ <http://www.vattenriket.kristianstad.se/plats/vramsan.php>

¹⁵ <https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/arter/arter-och-naturtyper/flodparlmussla.html>

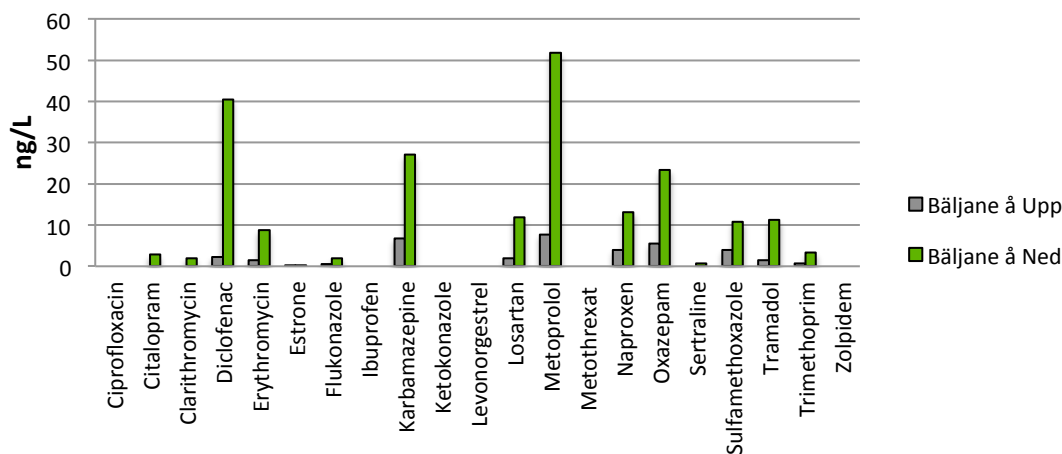
¹⁶ Klippans läderfabrik – Kompletterande undersökningar av BÄLJANE Å 2005, Klippans Kommun. 60 sidor.

jane å ca 40 ggr. Vid lågflödesperioder ($0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ i Bäljane å) antogs belastningen från Klippans reningsverk motsvara ca $0,03 \text{ m}^3/\text{s}$. Vid lågflödesperioder blir därför den genomsnittliga spädningensfaktor i Bäljane å ca 7 ggr ($0,2/0,03 = 6,67$, vår anmärkning). Förmodligen kan spädningen bli ännu lägre enskilda veckor/dagar. Vid extrema lågflödesperioder kan troligtvis spädningen sjunka ner mot 2 ggr.” Av detta framgår alltså att vattnet i Bäljane å vid vissa tidpunkter kan utgöras till 1/3 av renat avloppsvatten, då en spädningensfaktor på 2 skulle innebära 2 delar åvatten/1 del avloppsvatten = 2 ggr spädning. Provtagningslokalerna i Bäljane å framgår av **Figur 15**.



Figur 15. Provtagningspunkter uppströms (blå) och nedströms (gul) Klippans reningsverk. Ungefärligt dygnsflöde för reningsverket samt årsmedelflöde för Bäljane å anges i figuren.

Av **Tabell 6** ses tydligt att koncentrationerna nedströms Klippans reningsverk är betydligt högre än uppströms, vilket också framgår av **Figur 16**.



Figur 16. Uppmätta koncentrationer av läkemedel i Bäljane å uppströms och nedströms Klippans reningsverk.

Genom att dividera koncentrationerna nedströms med de uppströms för läkemedel som förekom i mätbara koncentrationer i båda proverna (diklofenak, erythromycin, flukonazol, karbamazepin, losartan, metoprolol, naproxen, oxazepam, sulfametoxazol, tramadol och trimetoprim) kan man se att koncentrationerna är ca 6 gånger högre nedströms Klippans reningsverk. På samma sätt kan man genom att dividera de utgående koncentrationerna från Klippans reningsverk med koncentrationerna nedströms se att de utgående koncentrationerna i genomsnitt

är 25 gånger högre. Detta stämmer relativt väl överens med den genomsnittliga utspädningsfaktorn på 40 gånger som nämns i rapporten ovan. En beräkning av förhållande mellan årsmedelflödet (m^3/s) för Bäljane å och dygnsflödet avloppsvatten (m^3/s) för Klippans reningsverk ger ett värde på 56, vilket också är i samma storleksordning och tyder på utspädning, dock inte alls så kraftfull som i Vramsån ovan.

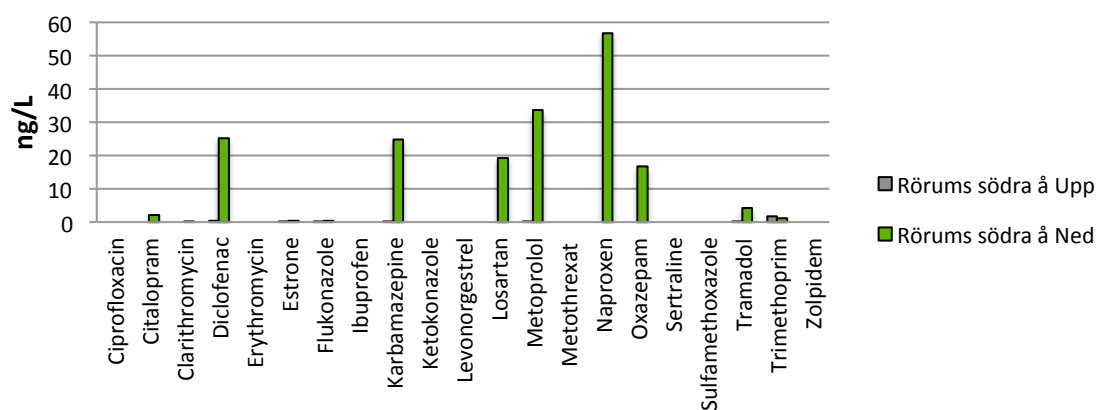
7.4.3 Sankt Olofs reningsverk och Rörums södra å

Sankt Olofs reningsverk släpper sitt renade avloppsvatten i Rörums södra å. Inget värde på flöde finns att tillgå, men en rimlig bedömning är ca $20 \text{ m}^3/\text{h}$ eller $0,0056 \text{ m}^3/\text{s}$. Flödet i Rörums Södra å har varit svårt att identifiera, men utifrån en bedömning baserat på äldre studier torde den ligga på ca $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ¹⁷. Provtagningslokalerna i Rörums södra å framgår av **Figur 17**.



Figur 17. Provtagningspunkter uppströms (blå) och nedströms (gul) Sankt Olofs reningsverk. Ungefärligt dygnsflöde för reningsverket samt årsmedelflöde för Rörums södra å anges i figuren.

Värdena i **Tabell 6** visar på förhöjda koncentrationer nedströms Sankt Olofs reningsverk vilket tydliggörs ytterligare i **Figur 18**.



Figur 18. Uppmätta koncentrationer av läkemedel i Rörums södra å uppströms och nedströms Sankt Olofs reningsverk.

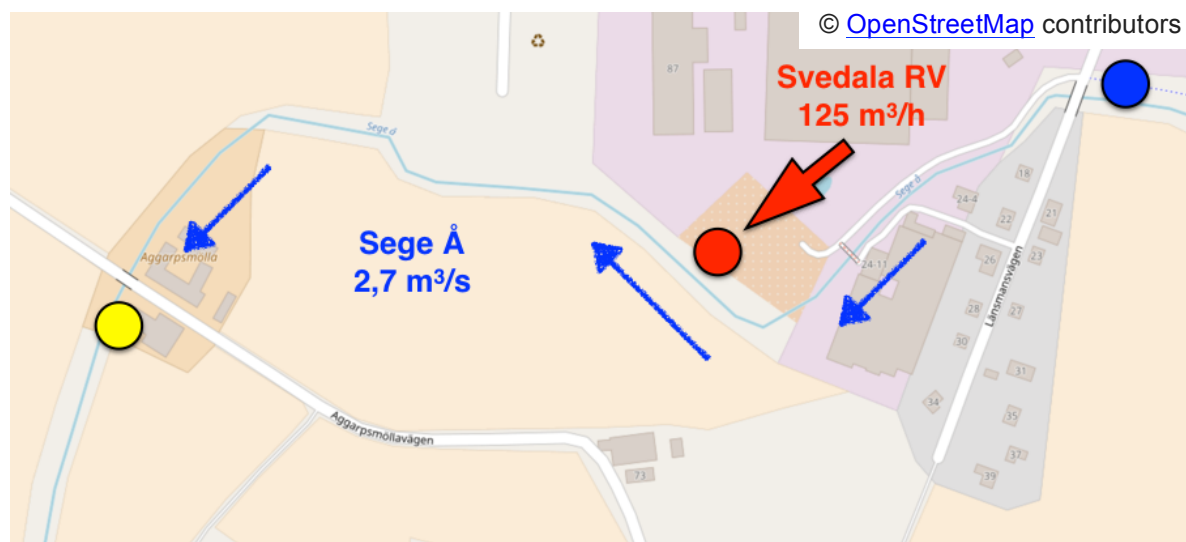
¹⁷ Klammersbäck, Mölleån, Rörums norra å, Rörums södra å, Kvarnbybäcken. Österlen-år – Underlagsrapport. Miljöövervakning, Länsstyrelsen i Kristianstads Län, 1995. 111 sidor.

Några saker är värda att notera i relation till de observationer som redovisats för Gärds Köpings reningsverk i Vramsån och Klippans reningsverk i Bäljane å ovan. Gärds Köpings reningsverk är i samma storleksordning som Sankt Olofs reningsverk, likafullt kunde inte några högre koncentrationer av läkemedel ses i Vramsån pga. en större utspädning. Beräkningen av förhållande mellan årsmedelflödet (m^3/s) för åarna och dygnsflödet avloppsvatten (m^3/s) för reningsverken i Gärds Köpings och Sankt Olof gav värden på 1667 respektive 71. Utspädningen i Vramsån är alltså drygt 20 gånger högre än i Rörums södra å, vilket också avspeglas i betydligt lägre koncentrationer i Vramsån.

En jämförelse med Klippans reningsverk visar att förhållande mellan dygnsflödet avloppsvatten (m^3/s) och årsmedelflödet (m^3/s) för Bäljane å var 56. Detta är mycket nära det förhållande som råder i Rörums södra å där motsvarande värde var 71. Det är därför inte helt förvånande att de uppmätta koncentrationerna i dessa båda åar är lika. Baserat på uppströms data i Rörums södra å tycks Sankt Olof tycks vara den största källan till läkemedel.

7.4.4 Svedala reningsverk och Sege å

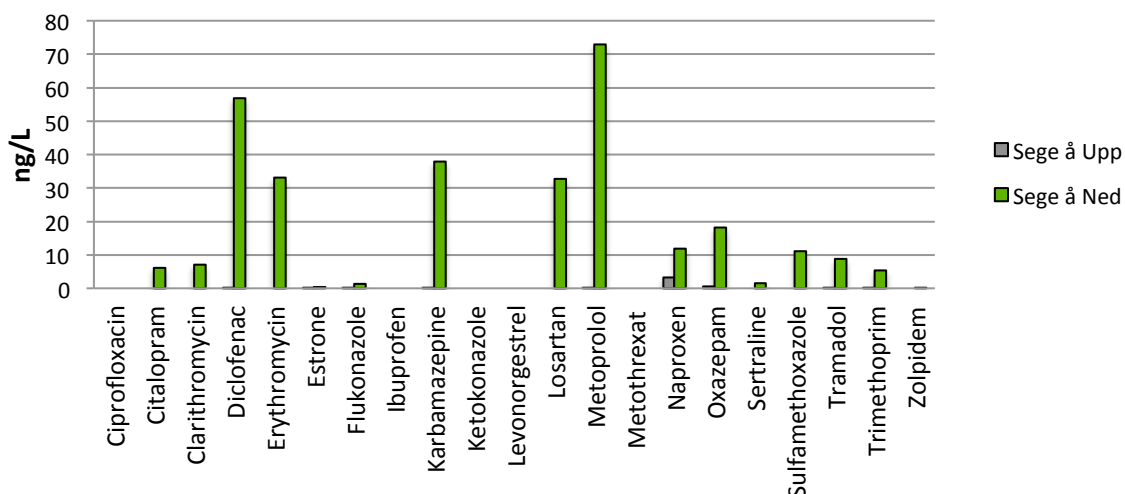
Svedala reningsverk släpper sitt renade avloppsvatten i Sege å motsvarande $125 \text{ m}^3/\text{h}$ eller $0,035 \text{ m}^3/\text{s}$. Medelflödet i Sege å har angetts vara ca $2,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ¹⁸. Provtagningslokalerna i Sege å ses i **Figur 19**.



Figur 19. Provtagningspunkter uppströms (blå) och nedströms (gul) Svedala reningsverk. Ungefärligt dygnsflöde för reningsverket samt årsmedelflöde för Sege å anges i figuren.

Koncentrationerna i **Tabell 6** visar att koncentrationer nedströms Svedala reningsverk är högre än uppströms vilket ses tydligt i **Figur 20**.

¹⁸ <http://www.segea.se/Om-Segea.html>



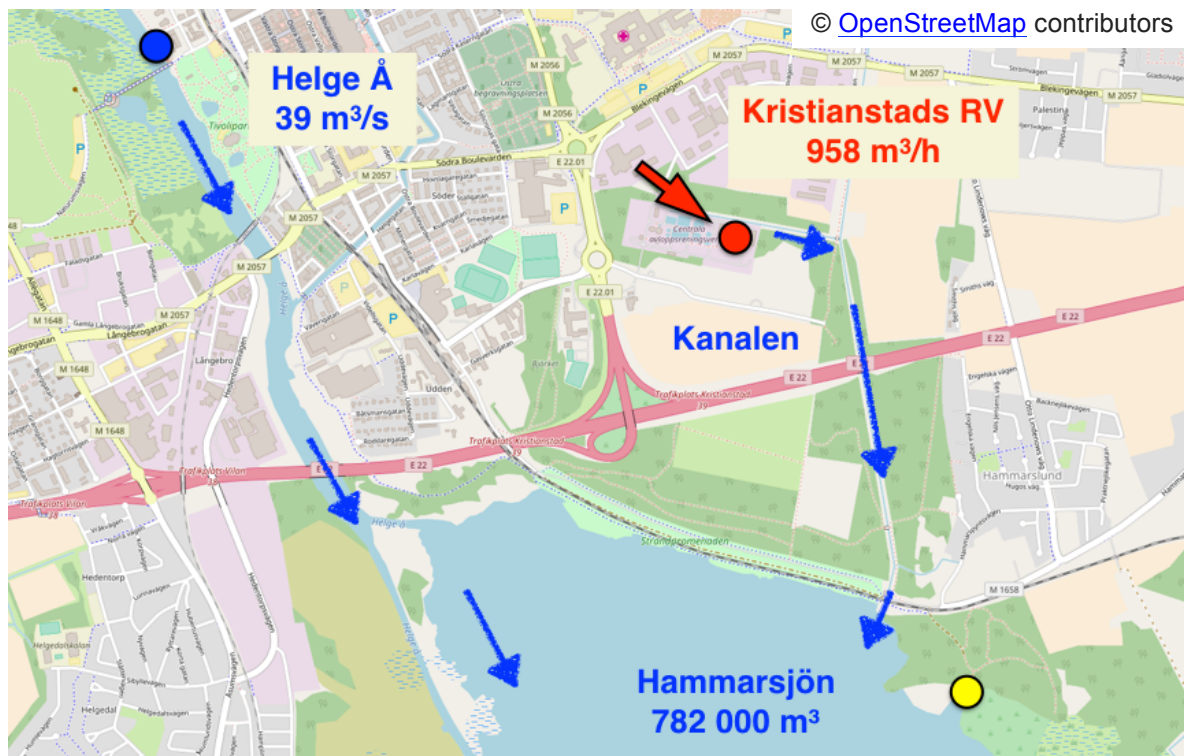
Figur 20. Uppmätta koncentrationer av läkemedel i Sege å uppströms och nedströms Svedala reningsverk.

En beräkning av förhållande mellan årsmedelflödet (m^3/s) för Sege å och dygnsflödet avloppsvatten (m^3/s) för Svedala reningsverk ger ett värde på 77. Detta värde är mycket likt värdet i såväl Bäljane å på 56 och Rörums södra å på 71 enligt ovan. På samma sätt ligger de uppmätta koncentrationer nedströms Svedala reningsverk i Sege å mycket nära de som redovisats i både Bäljane å och Rörums södra å.

Utspänningsfaktorn i de 4 undersökta skånska åarna tycks alldeles central för de koncentrationer man hittar nedströms reningsverken.

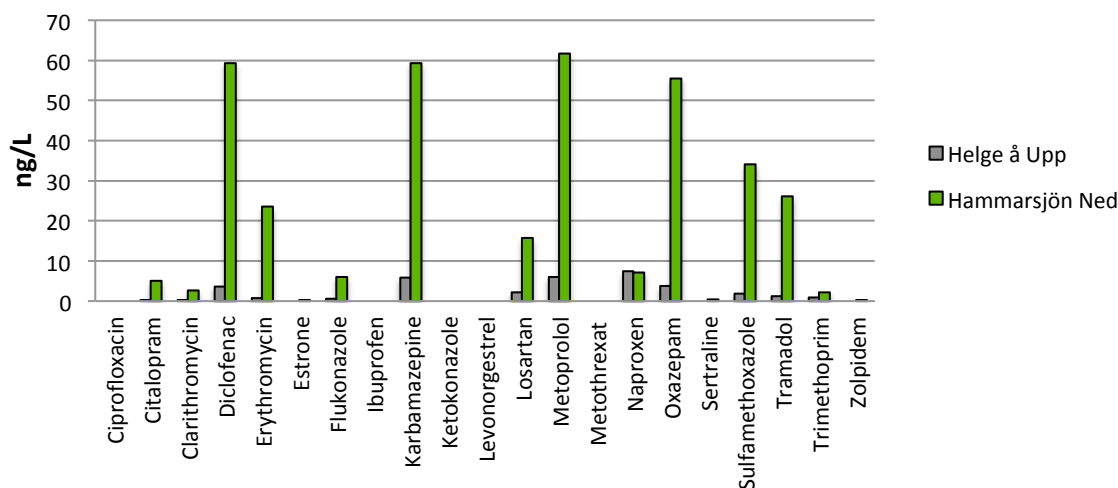
7.4.5 Kristianstads reningsverk och Hammarsjön

Kristianstads reningsverk släpper sitt renade avloppsvatten i Hammarsjön motsvarande $958 m^3/h$ eller $0,27 m^3/s$. Uppströms-provpunkten låg i Helge å, som vid denna punkt har ett ungefärligt flöde på $39 m^3/s$ enligt samma rapport som för Gärds Köpinge ovan (se fotnot 12). Helge å mynnar i nordvästra delen av Hammarsjön medan provpunkten nedströms Kristianstads Reningsverk är belägen i en vik kallad "Ekenabben" i nordöstra delen av Hammarsjön som har en uppskattad volym på $782\,000 m^3$. Provtagningslokalerna framgår av **Figur 21**.



Figur 21. Provtagningspunkter uppströms (blå) och nedströms (gul) Kristianstads reningsverk. Ungefärligt dygnsflöde för reningsverket samt årsmedelflöde för Helge å, samt ungefärlig vattenvolym i Hammarsjön anges i figuren.

Koncentrationerna som redovisas i **Tabell 6** visar en tydlig förekomst av läkemedel i viken ”Ekenabben” som är belägen ca 2 km nedströms Kristianstads reningsverk i Hammarsjön jämfört med uppströms provpunkt i Helge å, vilket åskådliggörs i **Figur 22**.



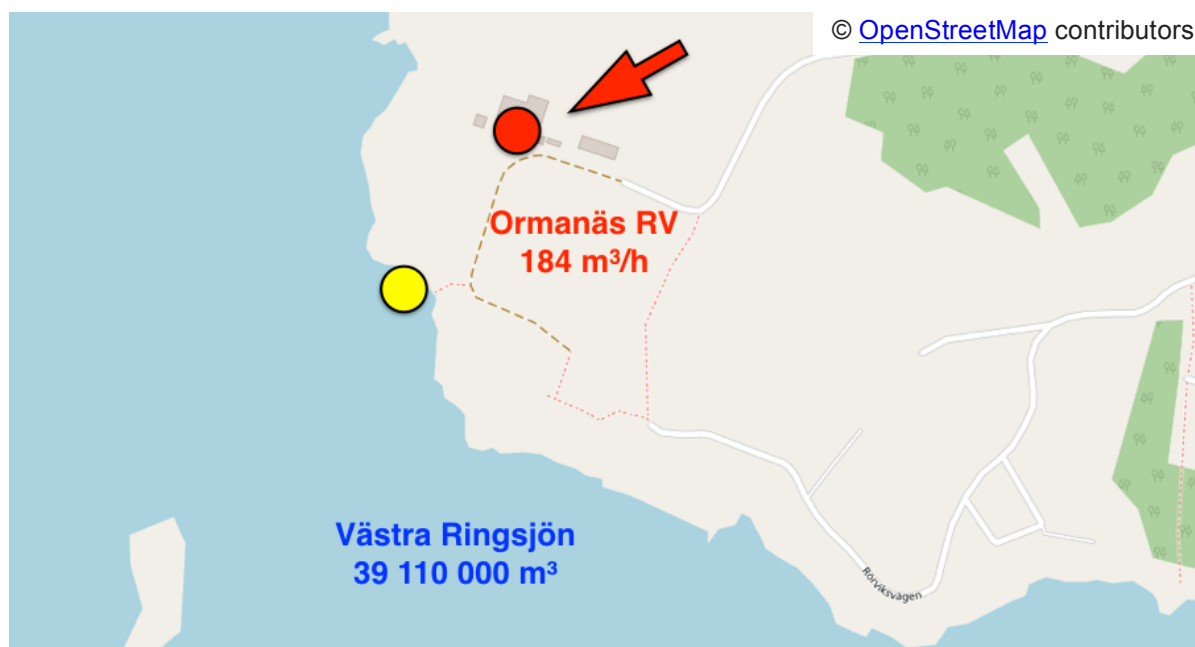
Figur 22. Uppmätta koncentrationer av läkemedel i Helge å uppströms och Hammarsjön nedströms Kristianstads reningsverk.

En jämförelse visar att koncentrationerna i Hammarsjön i genomsnitt är 13 gånger högre än de koncentrationerna som påvisats i Helge å uppströms reningsverket. På samma sätt visar de utgående koncentrationerna från Kristianstads reningsverk och koncentrationerna nedströms i Hammarsjön att de utgående koncentrationerna från reningsverket i genomsnitt är 12 gånger högre. Hammarsjön späder alltså ut koncentrationen av läkemedel 12 ggr innan den når viken

”Ekenabben”. Samtidigt visar en enkel beräkning, att eftersom Hammarsjön har en total volym på ca 782 000 m³ och reningsverket släpper ut 958 m³/h, så utgör reningsverkets vatten ett relativt stort tillskott till Hammarsjöns totala vattenmängd. Genom följande beräkning $782\,000 \text{ (m}^3\text{)}/958 \text{ (m}^3\text{/h)} = 816\text{h} = 34 \text{ dygn} \approx 1 \text{ månad}$, ser man att på en månad har en volym som motsvarar hela Hammarsjöns vattenvolym tillförts i form av renat avloppsvatten. Att koncentrationerna trots allt inte är högre än de är beror sannolikt på Helge å som flödar med en hastighet av ca 39 m³/s = 140 400 m³/h igenom Hammarsjön. Helge å skiftar alltså ut vattnet i Hammarsjön på knappt 6 h. Flödesprofilen i Hammarsjön har inte identifierats, men trots sjön storlek och stora genomströmning av vatten kan ändå relativt höga koncentrationer mätas vid viken ”Ekenabben”.

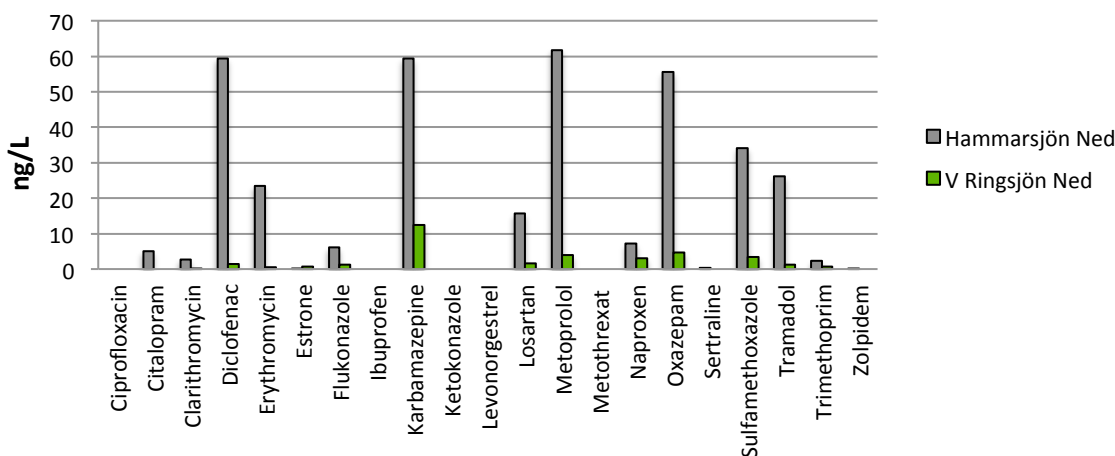
7.4.6 Ormanäs reningsverk och Västra Ringsjön

Ormanäs reningsverk släpper sitt renade avloppsvatten i Västra Ringsjön med flödet 184 m³/h eller 0,051 m³/s. Ingen uppströms punkt lokaliserades. Ormanäs släpper sitt vatten ute i Västra Ringsjön. Den exakta positionen var inte känd vid provtagningstillfället, men sannolikt en liten bit ut i sjön. Istället togs ett prov från strandkanten 2 meter ut från stranden i sydvästlig riktning från reningsverket enligt **Figur 23**. Västra Ringsjön har en uppskattad volym på 39 110 000 m³.



Figur 23. Provtagningspunkt nedströms (gul) Ormanäs reningsverk. Ungefärligt dygnsflöde för reningsverket samt ungefärlig vattenvolym i Västra ringsjön anges i figuren.

En jämförelse av de koncentrationer av läkemedel som uppmättes i de båda skånska sjöarna ses i **Figur 24**.

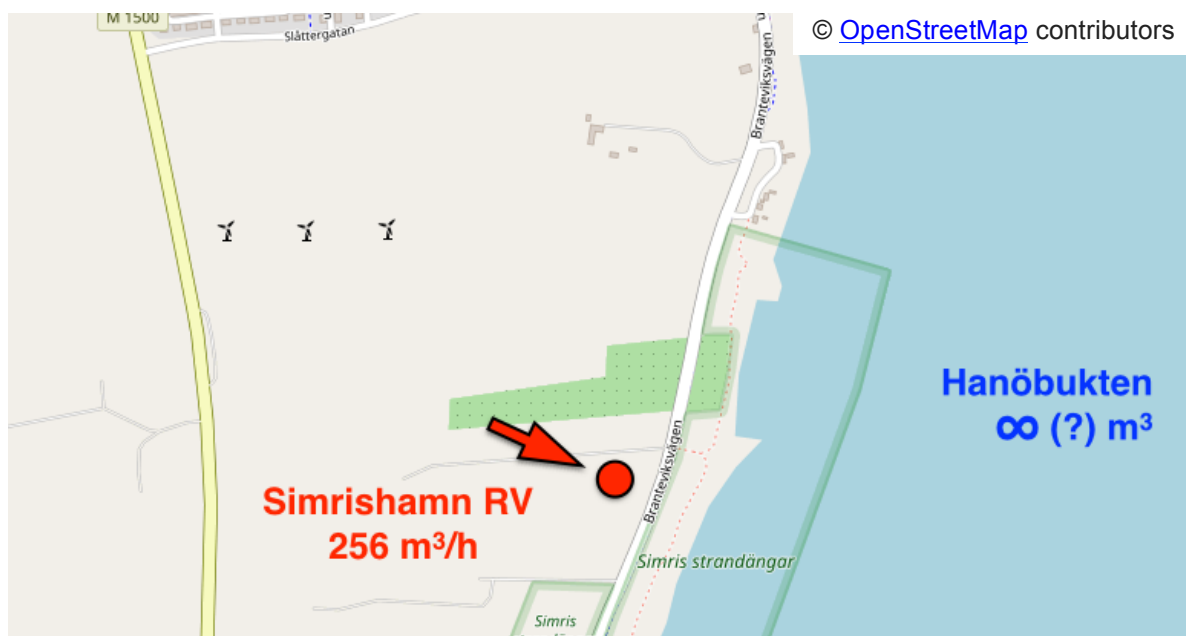
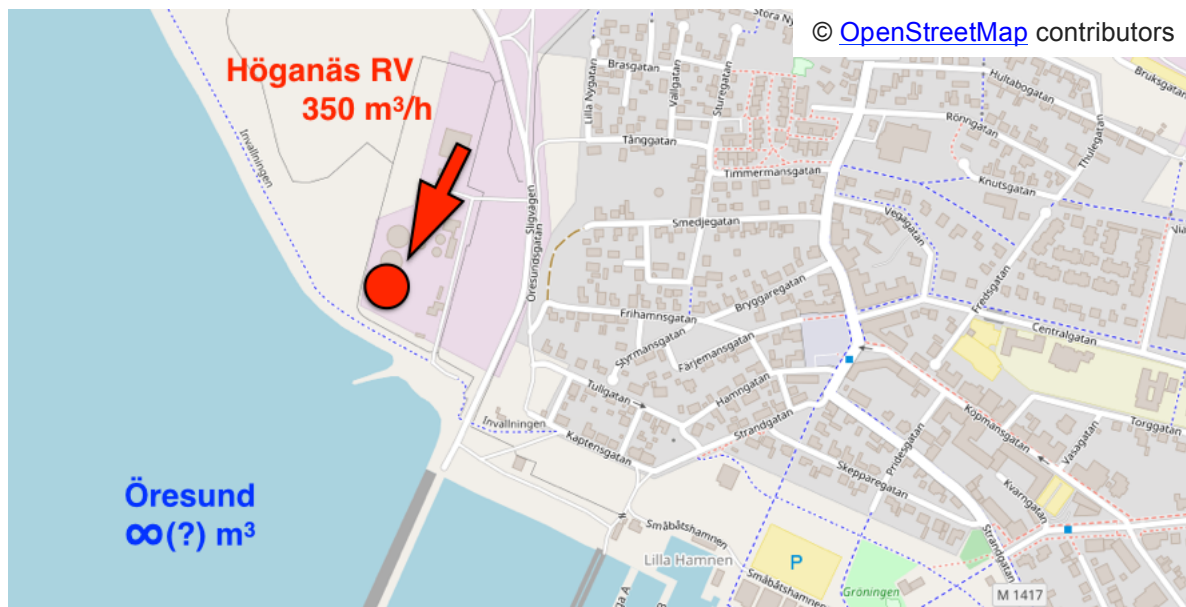


Figur 24. Jämförelse av uppmätta koncentrationer av läkemedel i Västra ringsjön och Hammarsjön nedströms Ormanäs reningsverk respektive Kristianstads reningsverk.

I genomsnitt var koncentrationerna i Hammarsjön 14 ggr högre än i Västra Ringsjön. Som tidigare nämnts vet vi inte exakt var utsläppet i Västra ringsjön sker eller hur strömmarna i sjön ser ut, samtidigt vet vi att volymen på Västra ringsjön är en faktor 50 ggr större än Hammarsjön och därmed är utspädningen större. Man kan också se att Ormanäs reningsverk endast utgör ett relativt begränsat tillskott till Västra ringsjöns totala vattenmängd. Genom följande beräkning $39\,110\,000\text{ (m}^3\text{)}/184\text{ (m}^3\text{/h)} = 212\,554\text{ h} = 8\,856\text{ dygn} = 24\text{ år}$, ser man att först efter ett kvarts sekel har en volym som motsvarar hela Västra ringsjön vattenvolym tillförts i form av renat avloppsvatten. Å andra sidan genomströmmas Västra Ringsjön inte av samma stora å som Helge å och därmed är vattenomsättningen i Västra ringsjön sannolikt mer begränsad.

7.4.7 Höganäs reningsverk och Öresund samt Simrishamns reningsverk och Östersjön

Två av reningsverken mynnar i havsmiljö, Höganäs reningsverk och Simrishamns reningsverk. För dessa båda reningsverk togs inga nedströms prover. Reningsverkens placering framgår av **Figur 25**.



Figur 25. Placering av reningsverken i Höganäs och Simrishamn samt recipient för renat avloppsvatten. Ungefärligt dygnsflöde för reningsverket anges i figuren.

För dessa båda reningsverk är volymen på recipienten inte känd. Öresund är möjligen en mindre känslig recipient än Östersjön. Samtidigt är det ett avsevärt antal kilo läkemedel som årligen släpps ut i Öresund (se Avsnitt 8 nedan). Provtagning av Hanöbukten pågår för tillfället i ett annat Region Skåne projekt i syfte att långsamt kartlägga bilden av den ”kemiska cocktail” som HaV talar om i sin rapport (se fotnot 1). Ur ett mer övergripande perspektiv kan man också börja fundera kring det kloka i att släppa ut sötvatten i saltvatten där det föregående endast med stora kostnader kan återfås i söt form igen. Vattenbristen råder under året i flera delar av landet och ett mer cirkulärt tänkande kring det söta vattnet borde beaktas i sådana områden.

8. Läkemedelsutsläpp i hela Skåne baserat på data från LUSKA

Genom några enkla beräkningar från data framtagna i LUSKA-projektet, se främst avsnitt 7.2, kan man göra en grov uppskattning av hela Skånes läkemedelsutsläpp. Särskilt den västra sidan av Skåne har stora städer med omfattande utsläpp av renat avloppsvatten, medan befolkningmängden i södra och östra Skåne är något lägre, och begränsad till några små och medelstora städer.

8.1 Uppskattning av mängden läkemedelsutsläpp av 21 läkemedel i Nordvästra Skåne.

Nordvästra Skåne har ett flertal kommuner, **Bild 1**. I uppskattningen nedan av mängden utsläppta läkemedel har en avgränsning gjorts till följande 9 kommuner; *Båstad, Ängelholm, Höganäs, Helsingborg, Åstorp, Klippan, Bjuv, Svalöv* och *Landskrona*. Organisationen Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp AB (NSVA) är aktivt i denna del av Skåne och är ett exempel på en VA-organisation med ett brett spektrum av reningsverkstyper¹⁹. På NSVAs hemsida kan man läsa att de sedan 2009 ansvarar för den kommunala vatten- och avloppsverksamheten i 6 av ovan utvalda kommuner; *Bjuv, Båstad, Helsingborg, Landskrona, Svalöv* och *Åstorp*. Totalt finns 10 reningsverk inom NSVA som skiljer sig i storlek och reningsteknik. Det framgår att Öresundsverket i Helsingborg är deras största reningsverk som renar vatten från 130 000 personer, samt en mängd större och mindre industrier. Detta reningsverk har därmed vissa likheter med Kristianstads reningsverk. Röstånga reningsverk är NSVAs minsta reningsverk där vatten från omkring 800 personer renas, vilket storleksmässigt kan liknas vid Sankt Olofs reningsverk. På NSVAs hemsida finns miljörapporter tillgängliga för samtliga 10 reningsverk för året 2013. Här framgår också volymen renat avloppsvatten enligt **Tabell 7** nedan.

Tabell 7. Uppskattning av årlig mängd utsläpp av 21 läkemedel i Nordvästra Skåne baserat på tillgängliga Miljörapporter 2013 från Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp AB (NSVA) samt på relationen mellan volymen renat avloppsvatten i tusental m³/år och utsläpp av läkemedel i kg/år enligt Figur 12.

Reningsverk	Volym m ³ /dygn	Volym m ³ /år	Volym tusentals m ³ /år	Mängd läkemedel kg/år
Torekovs RV, Båstad	3 239	1 182 235	1 182	4,4
Öresundsverket, Helsingborg	65 491	23 904 215	23 904	89,9
Lundåkraverket, Landskrona	12 551	4 581 115	4 581	17,2
Kvidinge RV Åstorp	331	120 815	121	0,5
Nyvångsverket, Åstorp	3 657	1 334 805	1 335	5,0
Ekebro RV, Bjuv	3 046	1 111 790	1 112	4,2
Eketorp RV, Bjuv	1 357	495 305	495	1,9
Kågeröds RV, Svalöv	923	336 895	337	1,3
Röstånga RV, Svalöv	296	108 040	108	0,4
Svalövs RV, Svalöv	1 467	535 455	535	2,0
Summa:	92 358	33 710 670	33 711	126,8

Den totala summan av utsläpp för dessa 10 reningsverk blir således 126,8 kg läkemedel varje år där majoriteten av läkemedlen släpps ut i Öresund.

Till detta kan läggas *Höganäs* kommun och dess reningsverk som enligt vår egen studie frisätter 11,7 kg, samt *Klippans* kommun där vi funnit att dess reningsverk släpper ut 5,6 kg/år. Utöver detta kan *Ängelholms* kommun läggas till som enligt deras hemsida renar ca 11 000 m³ avlopps-

¹⁹ <http://www.nsva.se/var-verksamhet/spillvatten/reningsverk/>

vatten/dygn vilket motsvarar 4 015 000 m³ avloppsvatten/år eller 4 015 tusentals m³/år²⁰. Detta skulle motsvara ett utsläpp på 15,1 kg läkemedel.

Sammantaget blir utsläppet i nordvästra Skånes vatten uppskattningsvis 126,8+11,7+5,6+15,1 = 159,2 ≈ **160 kg/år** av dessa 21 läkemedel.

8.2 Uppskattning av mängden läkemedelsutsläpp av 21 läkemedel i Sydvästra Skåne

Sydvästra Skåne omfattar ett flertal kommuner, **Bild 1**. I nedan utförda uppskattning av mängden läkemedel har en avgränsning gjorts till följande kommuner; *Malmö, Vellinge, Burlöv, Lund, Svedala, Kävlinge*, samt delar av *Lomma*. VA SYD AB är en regional organisation i sydvästra Skåne med ett brett spektrum av reningsverkstyper precis som NSVA i nordväst. VA Syd renar avloppsvatten åt mer än en halv miljon människor²¹. Ett av Sveriges största reningsverk finns inom VA Syd och heter Sjölundaverket. Sjölundaverket tar det mesta av *Malmö Stad, Burlöv* samt delar av *Lomma, Staffanstorps* och *Svedala* kommuner. På VA Syds hemsida beskrivs att de tar emot hela 1 350 liter avloppsvatten varje sekund (1350 L/s). Men även Klagshamns reningsverk är stort och renar avloppsvatten från sydvästra *Malmö Stad* samt hela *Vellinge Kommun*. Detta reningsverk tar emot 220 liter avloppsvatten varje sekund (220 L/s). Men VA Syd har också flera andra reningsverk, som redovisas i **Tabell 8** baserat på tillgängliga Miljörapporter 2015.

Tabell 8. Uppskattning av årlig mängd utsläpp av 21 läkemedel i Sydvästra Skåne baserat på tillgängliga Miljörapporter 2015 från VA Syd samt på relationen mellan volymen renat avloppsvatten i tusental m³/år och utsläpp av läkemedel i kg/år enligt Figur 12.

Reningsverk	Volym m ³ /dygn	Volym m ³ /år	Volym tusentals m ³ /år	Mängd läkemedel kg/år
Sjölundaverket, Malmö Stad, Burlöv, mfl.	-	42 258 000	42 258	158,9
Klagshamns RV, Malmö Stad, Vellinge	-	8 305 000	8 305	31,2
Källby RV, Lund	-	11 290 000	11 290	42,5
Södra Sandby RV, Lund	-	830 000	830	3,1
Veberöd RV, Lund	-	340 500	341	1,3
Revinge RV, Lund	-	106 158	106	0,4
Torna Hällestad RV, Lund	-	46 500	47	0,2
Håstads RV, Lund	-	98 373	98	0,4
Ellinge RV, Eslöv	-	4 433 000	4 433	16,7
Billinge RV, Eslöv	-	141 800	142	0,5
Stockamöllans RV, Eslöv	-	65 100	65	0,2
Stehag RV, Eslöv	-	299 756	300	1,1
Flyinge RV, Eslöv	-	206 000	206	0,8
Löberöd RV, Eslöv	-	152 200	152	0,6
Hurva RV, Eslöv	-	88430	88	0,3
Örtofta RV, Eslöv	-	33800	34	0,1
Summa:		68694617	68695	258,3

Den totala summan av dessa 16 reningsverks utsläpp blir således 258,3 kg läkemedel varje år där majoriteten släpps ut i Öresund.

Listan ovan är inte heltäckande, bland annat saknas information om Borgeby reningsverk i Lomma kommun som renar vatten från Bjärred, Borgeby, Fjelle, Flädie och mindre omgivande

²⁰ <https://www.engelholm.se/Bygga-bo-miljo/Vatten-och-avlopp/Avloppsrening/Kommunalt-avlopp/>

²¹ <http://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Avloppsvatten>

byar. Inte heller har Staffanstorps Kommun med en befolkning på ca 24 000 personer tagits med i beräkningen, där Staffanstorps reningsverk renar 98 % av allt avloppsvatten i kommunen. Däremot finns *Kävlinge* kommun och dess reningsverk tillgänglig som enligt deras Miljörapport 2016 totalt behandlade 6 758 m³ avloppsvatten/dygn vilket motsvarar 2 466 670 m³/år och ett läkemedelsutsläpp på ca 9,3 kg. Vidare tillkommer *Svedala* kommun vars reningsverk enligt vår egen studie släpper ut 7,3 kg.

Sammantaget blir utsläppet i sydvästra Skånes vatten uppskattningsvis $258,3+9,3+7,3 = 274,9 \approx 275 \text{ kg/år}$ av dessa 21 läkemedel.

8.3 Uppskattning av mängden läkemedelsutsläpp av 21 läkemedel i Södra Skåne

Till södra Skåne har vi räknat in tre kommuner; *Trelleborg*, *Skurup* och *Ystad*. *Trelleborgs* kommuns hemsida innehåller en kort sammanfattning av deras avloppsreningsverksamhet²². Där står att kommunen har fem avloppsrenings-anläggningar Trelleborg, Smygehamn, Västra Alstad, Sjörup och Grönalund, som totalt renar ca 5 000 000 m³ avloppsvatten årligen. Detta ger ett ungefärligt utsläpp av läkemedel på ca 18,8 kg.

Ystads kommuns hemsida beskriver att Ystads reningsverk behandlar avloppsvatten från såväl Ystad som *Skurups* kommun²³. I en Miljörapport 2015 från Ystads reningsverk framgår att man behandlar 7 212 600 m³ avloppsvatten/år vilket motsvarar ett läkemedelsutsläpp på ca 27,1 kg.

De tre södra skånska kustkommunerna bidrar därmed till ett årligt utsläpp av $18,8+27,1 = 45,9 \approx 46 \text{ kg/år}$ enbart av dessa 21 läkemedel. Utsläppen sker till Östersjön.

8.4 Uppskattning av mängden läkemedelsutsläpp av 21 läkemedel i Sydöstra Skåne

Till sydöstra Skåne har vi här räknat med tre kommuner; *Simrishamn*, *Tomelilla*, och *Sjöbo*.

Simrishamns kommun har drygt 19 000 invånare. Det största reningsverket är Stengårdens reningsverk i Simrishamn, vilket också ingått i denna studie. Detta reningsverk släpper ut ca 9,9 kg läkemedel till Östersjön. Utöver Stengårdens reningsverk driver Simrishamns kommun ytterligare 3 mindre reningsverk i Kivik, Sankt Olof, Östra Vemmerlöf, och Ravlunda, enligt kommunens hemsida²⁴. Inga uppgifter om renade vattenvolymer har kunnat finnas, endast vilken dimensionering de mindre reningsverken har. Dessa är i tur och ordning 3 000 PE, 1 000 PE, 250 PE samt 140 PE. Av dessa fyra har vi i denna studie provtagit Sankt Olofs reningsverk och uppmätt utsläppet till 1,0 kg.

Tomelilla kommun har ca 14 000 invånare. För att rena avloppsvattnet driver kommunen sex reningsverk enligt kommunens hemsida²⁵. Det största är Tomelillas centrala reningsverk (ARV Rosendal). Vi har dock inte beräknat något värde för Tomelilla då information om kommunens volym renat avloppsvatten inte har kunnat identifieras.

Sjöbo Kommun har ca 19 000 invånare, och det mesta av avloppsvattnet renas i Sjöbo Reningsverk och resterande vatten i sju mindre reningsverk, enligt kommunens hemsida²⁶.

²² <http://www.trelleborg.se/sv/bygga-bo-miljo/vatten-och-avlopp/avlopp/avloppsverk-i-trelleborg/>

²³ <http://www.ystad.se/boende--miljo/vatten-och-avlopp/anlaggningar/avloppsverk/>

²⁴ http://www.simrishamn.se/sv/bygga_bo/Vatten--Avlopp/Avlopp/

²⁵ <https://www.tomelilla.se/bygga-bo-miljo/vatten-och-avlopp/avlopp/>

²⁶ <http://www.sjobo.se/bygga-bo-och-miljo/vatten-och-avlopp/kommunalt-vatten-och-avlopp/spillvatten-och-rening/>

Vi har dock inte beräknat något värde för Sjöbo då information om kommunens volym renat avloppsvatten inte har kunnat identifieras.

I denna rapport får de tre sydöstkånska kommunerna representeras av Simrishamns kommun och våra egna mätningar i Stengårdens reningsverk och Sankt Olofs reningsverk som tillsammans har ett årligt utsläpp av $9,9+1,0 = 10,9 \approx 11 \text{ kg/år}$ enbart av dessa 21 läkemedel. Utsläppen sker till Östersjön.

Baserat på antal kommuninnevånare i de tre kommunerna är det dock rimligt att anta att den totala belastningen i sydöstra Skåne är ungefär 3 gånger högre än den som angetts för Simrishamns kommun.

8.5 Uppskattning av mängden läkemedelsutsläpp av 21 läkemedel i Nordöstra Skåne

Till nordöstra Skåne har vi här räknat med tre kommuner; *Kristianstad*, *Bromölla*, *Östra Göinge* och *Bromölla* kommun.

Kristianstads kommun har ca 84 000 invånare. Det största reningsverket är Kristianstads centrala reningsverk, vilket också ingått i denna studie. Detta reningsverk släpper ut ca 29,6 kg läkemedel till Hammarsjön. Utöver detta stora reningsverk har Kristianstads kommun ytterligare 11 andra reningsverk t.ex. i Tollarp och Gärds Köpinge, där det sistnämnda ingått i denna studie och med ett utsläpp på 0,2 kg. Inga uppgifter om renade vattenvolymer har kunnat återfinnas på kommunens hemsida²⁷. Men t.ex. Tollarp har en befolkning på drygt 3 000 personer och med omfattande industri och påverkar därmed troligen sin utsläppsrecipient Vramsån med läkemedel.

Norr om Kristianstad ligger de 3 kommunerna *Bromölla*, *Östra Göinge* och *Bromölla*. Samtliga dessa kommuners vatten renas av bolaget Skåne Blekinge Vattentjänst AB (SBVT)²⁸. På deras hemsida finns uppgifter om antal reningsverk i varje kommun samt volymen renat avloppsvatten.

Bromölla kommun har idag ett reningsverk i kommunen som behandlar ca 1 270 500 m³ avloppsvatten om året. Detta motsvarar ett utsläpp på ca 4,8 kg.

Östra Göinge kommun har idag flera reningsverk i Knislinge, Broby, Sibbhult, Immeln, Östanå, Boalt och Kräbbleboda. Totalt behandlar verken ca 1 600 000 m³ avloppsvatten om året. Detta motsvarar ett utsläpp på ca 6,0 kg.

Osby Kommun har idag fem reningsverk i Osby tätort, Lönsboda, Killeberg, Hökön och Visseltofta. Totalt behandlar dessa reningsverk också ca 1 600 000 m³ avloppsvatten om året i likhet med *Östra Göinge* kommun. Detta motsvarar ett utsläpp på ca 6,0 kg.

Sammantaget blir utsläppet i nordöstra Skånes vatten uppskattningsvis $29,6+0,2+4,8+6,0+6,0 = 46,6 \text{ kg} \approx 47 \text{ kg/år}$ av dessa 21 läkemedel.

²⁷ <https://www.kristianstad.se/sv/bygga-bo-och-miljo/vatten-och-avlopp/avlopp/kommunalt-avlopp/>

²⁸ <http://www.sbyt.se/om-oss>

8.6 Uppskattning av mängden läkemedelsutsläpp av 21 läkemedel i Centrala Skåne

Till centrala Skåne har vi här räknat med 5 kommuner; *Örkelljunga*, *Perstorp*, *Hässleholm*, *Höör* och *Hörby*.

Örkelljunga kommun har ca 10 000 invånare. På deras hemsida kan man läsa att *Örkelljunga* kommun har två avloppsreningsverk²⁹. Ett i Skånes Fagerhult som betjänar tätorten och dess norra delar, medan *Örkelljunga* reningsverk tar emot avloppsvatten från tätorterna Eket, *Örkelljunga*, *Åsljunga* och Skånes *Värsjö*. Inga definitiva volymer avloppsvatten har kunnat finnas, men på hemsidan står att det i *Örkelljunga* reningsverk varje dag renas cirka 2 000-5 000 m³ avloppsvatten. En lågt skattad beräkning ger därmed att det renas minst 730 000 m³ avloppsvatten/år vilket motsvarar ett läkemedelsutsläpp på ca 2,7 kg.

Perstorp kommun har drygt 7 000 invånare. Ingen information om reningsverk kunde hittas på deras hemsida³⁰.

Hässleholms kommun har nästan 52 000 invånare. Deras vatten renas av *Hässleholms Vatten AB* som har en detaljerad överblick av sina reningsverk på hemsidan³¹. Baserat på Miljörapporter 2016 samt övrig information kan den totala volymen renat avloppsvatten beräknas enligt **Tabell 9**.

Tabell 9. Uppskattning av årlig mängd utsläpp av 21 läkemedel i *Hässleholms Kommun* baserat på tillgängliga Miljörapporter 2016 från *Hässleholms Vatten AB* samt på relationen mellan volymen renat avloppsvatten i tusental m³/år och utsläpp av läkemedel i kg/år enligt Figur 12.

Reningsverk	Volym m ³ /dygn	Volym m ³ /år	Volym tusentals m ³ /år	Mängd läkemedel kg/år
Hässleholms RV, Hässleholm	-	4 338 940	4 339	16,3
Emmaljunga RV	200	73 000	73	0,3
Vittsjö RV	-	46 558	47	0,2
Verums RV	8	2 920	3	0
Mölleröds RV	8	2 920	3	0
Hästveda RV	-	217 155	217	0,8
Farstorps RV	14	5 110	5	0
Röke RV	39	14 235	14	0,1
Hörja RV	24	8 760	9	0
V Torups RV	60	21 900	22	0,1
Attarps RV	8	2 920	3	0
Vinslövs RV	-	247 719	248	0,9
Nävlinge RV	40	14 600	15	0,1
N Mellby RV	10	3 650	4	0
Sösdala RV		623 491	623	2,3
Summa:		5 623 878	5 624	21,1

Hässleholms kommun släpper ut ca 21 kg läkemedel.

Höör och *Hörby* kommun har tillsammans nästan 32 000 invånare. Deras vatten renas av *Mittskåne Vatten*. På deras hemsida står att de idag har 10 reningsverk i varierande storlek, varav 6

²⁹ <http://www.orkelljunga.se/16/bygga-bo-och-miljo/vatten-och-avlopp.html>

³⁰ http://www.perstorp.se/kommunalt_vatten_och_avlopp.html

³¹ <http://www.hassleholmsvatten.se>

stycken finns i Hörby kommun och resterande 4 i Höör³². I övrigt fanns ingen information om polymer renat avloppsvatten. I denna studie ingick Ormanäs reningsverk som släppte ut 6,2 kg läkemedel. Den egentliga mängden för Mittskåne Vatten är dock större men beräknas inte vidare här pga. avsaknad av information.

Sammantaget blir utsläppet i central Skånes vatten uppskattningsvis $2,7+21,1+6,2 = 30,0 \approx 30$ kg/år av dessa 21 läkemedel.

8.7 Summering av uppskattat utsläpp av läkemedel till Skånes recipienter

Det är viktigt att slå fast att de nedan angivna uppskattningarna är just uppskattningar som bygger på information tillgänglig via kommunens hemsidor eller i förekommande fall länkar till miljörapporter som varit förhållandevis enkla att få åtkomst till. Dessutom ingår flera reningsverk inte i beräkningen pga. av avsaknad av information. En ytterligare aspekt är att vissa reningsverk ibland måste brädda sina reningsverks vatten som då rinner orenat ut i recipienten. Det tar heller inte höjd för enskilda avlopp där många av dessa sannolikt belastar olika recipient-typer. Man bör dessutom beakta att det i denna studie endast ingår ett mycket begränsat urval av ämnen utav flera hundra potentiellt förekommande aktiva läkemedel på marknaden som konsumeras och också hamnar i våra avloppsvatten.

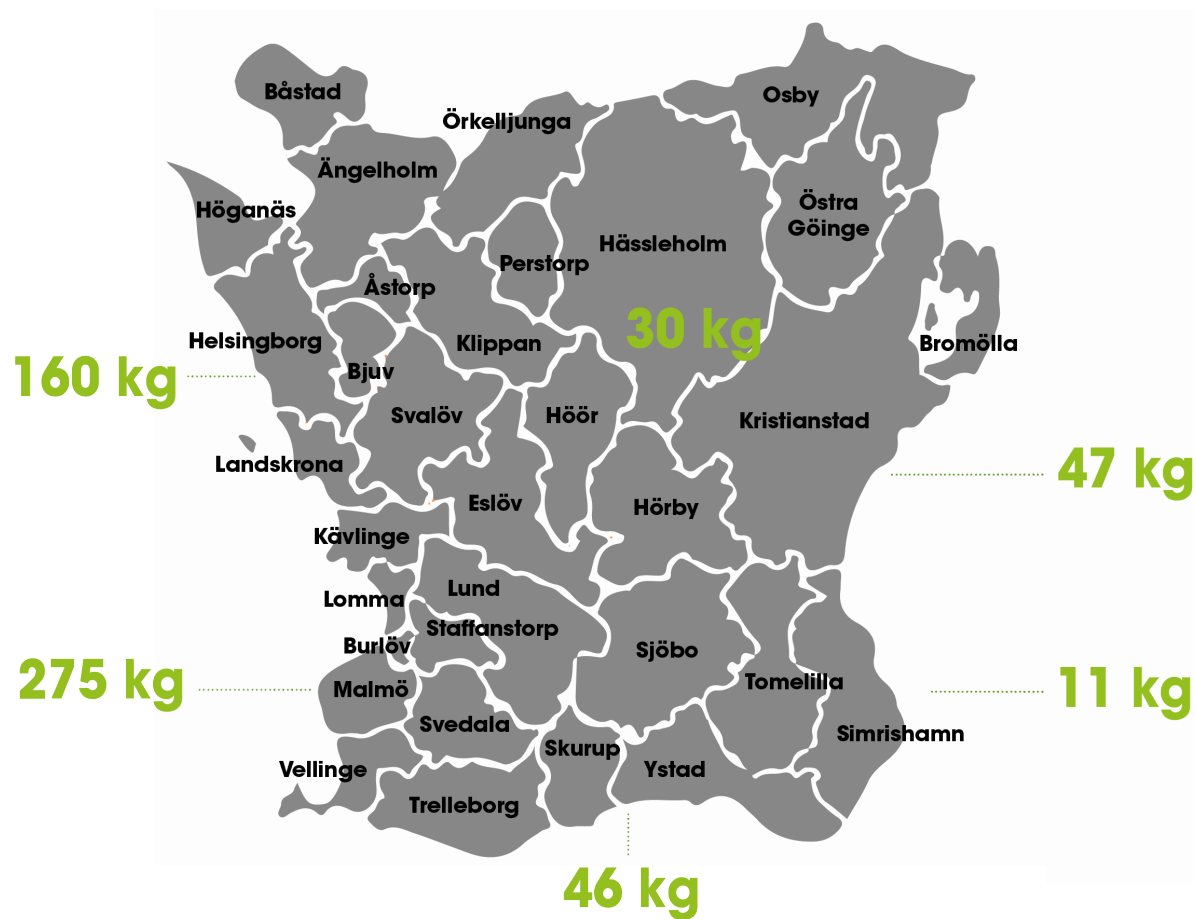
Den summerade mängden läkemedel av de 21 substanser som ingått i LUSKA-projektet hamnar enligt vår uppskattning på 569 kg/år, **Tabell 10**.

Tabell 10. Uppskattning av totala årliga mängden utsläpp av 21 läkemedel i Skåne baserat på tillgänglig information om volymen avloppsvatten i olika områden av Skåne samt på relationen mellan volymen renat avloppsvatten i tusental m³/år och utsläpp av läkemedel i kg/år enligt Figur 12.

Område i Skåne	Mängd läkemedel i kg/år
Nordväst	160
Sydväst	275
Syd	46
Sydöst	11
Nordöst	47
Centrala	30
Summa	569

Denna belastning på 569 kg visualiseras i **Figur 26**. Det är dock alls inte orimligt att med ovanstående resonemang tänka sig en total läkemedelsbelastning till skånska vatten avseende samtliga förekommande (men inte analyserad ämnen) på minst det dubbla, alltså >1000 kg/år, men sannolikt betydligt mer än så.

³² <http://www.mittskanevatten.se/var-verksamhet/spillvatten/>



Figur 26. Visualisering av den utsläppta mängden läkemedel av 21 läkemedel enligt Läkemedelsverkets lista i olika delar av Skåne baserat på beräkningar sammanställda i Tabell 8.

9. Hur ska vi uppgradera reningsverken de kommande åren?

Naturvårdsverket fick 2016 i uppdrag av Regeringen att utreda förutsättningarna för användning av avancerad rening i syfte att avskilja läkemedelsrester och mikroplaster från svenskt avloppsvatten³³. Rapporten publicerades i slutet av april 2017 och där fastslås att läkemedelsutsläpp kan förhindras genom att förse reningsverken med mer avancerad teknik som exempelvis kolfilter eller ozonbehandling. Idag saknar svenska reningsverk sådan teknik. Naturvårdsverket uttalar sig vidare i rapporten att nu behöver man gå vidare med att utreda var tekniken först ska införas och hur den ska bekostas. Frågan är om det är de stora reningsverken, de mindre reningsverken eller om det är reningsverk vid vattendrag som är mest känsliga som inledningsvis ska förbättras? Man skriver också följande utredande text i rapporten:

”Vid vilka och hur många avloppsreningsverk det finns ett behov av avancerad rening kan inte pekas ut med befintligt underlag, men faktorer som har stor betydelse för att prioritera var insatser behöver vidtas har identifierats. Vid implementering av kompletterande reningssteg för läkemedelsrester och andra oönskade ämnen behöver hänsyn tas till lokala förhållanden, såsom:

- *Mängden läkemedelsrester och andra persistenta föroreningar som släpps ut till recipienten.*
- *Recipientens vattenomsättning, där de recipienter med låg initial utspädning och låg vattenomsättning riskerar att uppnå halter som värdena i bedömningsgrunderna för särskilt förorenande ämnen (SFÄ) och effektnivåer*
- *Flera avloppsreningsverk med utflöde till samma recipient*
- *Recipientens känslighet, såsom till exempel ekologisk känslighet*
- *Variationer över året i vattenomsättning i recipienten och*
- *Variationer i utsläppsmängder från avloppsreningsverket*

Man skriver vidare i Naturvårdsverkets rapport följande.

”Behovet av att införa avancerad rening på avloppsreningsverk varierar och vi vet idag inte hur många eller vilka som bör prioriteras. Det är också önskvärt att säkerställa en kunskapsuppbyggnad och hållbar implementering av avancerad rening eftersom detta är under utveckling, till exempel genom ett etappvis införande. Naturvårdsverket föreslår att regeringen låter utreda fortsatta steg i riktning mot ett införande av avancerad rening med början där behovet är störst:

Steg 1: *Utreda vid vilka avloppsreningsverk behovet är störst att införa avancerad rening av läkemedelsrester*

Steg 2: *Utreda vilken styrning som på ett samhällsekonomiskt effektivt och ändamålsenligt sätt kan leda till att avancerad rening införs där behovet är störst.”*

³³ Avancerad rening av avloppsvatten för avskiljning av läkemedelsrester och andra oönskade ämnen - Behov, teknik och konsekvenser - Rapport 6766 • APRIL 2017, Redovisning av ett regeringsuppdrag. Naturvårdsverket 88 sidor.

LUSKA-projektet är ett skånskt initiativ som svarar på några av dessa frågeställningar för ett antal lokala reningsverk och recipienter. Förhoppningen är att ur ett skånskt perspektiv, i samverkan mellan såväl kommunala reningsverksorganisationer som myndigheter på olika nivåer, fortsätta utreda var åtgärder främst behöver sättas in. Visionen är att resultaten även kan komma att tillämpas på nationell nivå.

Förmodligen, som en konsekvens av Naturvårdsverkets rapport, meddelade regeringen att man satsar 5 miljoner kronor per år under tre år, från och med 2018, i syfte att skapa ett *Centrum för läkemedel och miljö*. Detta centrum ska sprida kunskap och främja dialog och samarbete om läkemedels miljöeffekter och ligga under Läke-medelsverket. Utöver detta ger regeringen 45 miljoner kronor till de kommuner som vill investera i läkemedelsrening år 2018, medan man år 2019 och 2020 tillför ytterligare 50 miljoner kronor respektive 70 miljoner till avancerad rening av avloppsvatten.

Med fortsatta gemensamma krafter från kommuner, region, företag och akademien har Skåne en unik möjlighet att med sin relativt stora population (1,3 miljoner invånare) och stora mängd känsliga och skyddsvärda recipienter i form av åar, sjöar och omgivande salta och bräckta hav bli en föregångare i akvatiskt hållbarhetstänkande till förmån för kommande generationer.

Bilaga 1

NAMN	ORGANISATION	KONTAKT
ERLAND BJÖRKLUND Ola Svahn Jörgen Lindberg	HÖGSKOLAN KRISTIANSTAD Högskolan Kristianstad Mittskåne Vatten	erland.bjorklund@lkr.se ola.svahn@lkr.se jorgen.lindberg@mittskanevatten.se
Mats Simonsson	Mittskåne Vatten	mats.simonsson@mittskanevatten.se
x Susanna Raftmark Marcus Harselgren Stefan Blomqvist Johan Persson Ulrik Lantz Daniel Andersson Jon Sversson	Kristianstad Kommun Simrishamns Kn - " - - " - - " - Svedala Kommun - " -	Susanna.raftmark@kristianstad.se marcus.harselgren@simrishamn.se stefan.blomqvist@mittskanevatten.se johan.persson@simrishamn.se Ulrik.Lantz@simrishamn.se daniel.andersson@svedala.se jon.sversson@svedala.se
Fredrik Arthursson Berje Andersson Marie Silvegren Sven-Johan Johansson Fatos Sadriü	Högenäs kommun Klippans - " - - " - Kristianstads Kommun Kristianstads Kommun	fredrik.arthursson@hogenas.se berje.andersson@klippans.se marie.silvegren@klippans.se sven-johan.johansson@kristianstad.se fatos.sadriu@kristianstad.se
Johan Bernsten ANDREAS SJÖBERG Camilla Källström	Lerbyfånöbores kommun KRISTIANSTADS KOMMUN HÖR (Mittskåne Vatten)	Johan.Bernsten@lerbyfanobor.se ANDREAS.SJOBERG@KRISTIANSTAD.SI ck@kallstrom.com
Pardis Pirzadeh	Länstyrelsen Skåne	pardis.pirzadeh@lanstyrelsen.se

Bilaga 2. Ingående koncentrationer i ng/L av 21 läkemedel från 7 skånska reningsverk.
 I denna tabell är Reningsverken liksom läkemedlen listade i bokstavsordning.

ng/L	Gärds Köpinge	Höganäs	Klippan	Kristianstad	Ormanäs	Simrishamn	Svedala
Ciprofloxacin	48	704	511	526	871	304	758
Citalopram	157	240	125	622	247	188	341
Clarithromycin	0	106	93	112	171	47	293
Diklofenak	768	827	486	805	493	654	1 059
Erythromycin	0	70	33	686	8	140	536
Estron	57	49	64	12	44	56	68
Flukonazol	1	37	24	68	44	15	29
Ibuprofen	25 016	34 748	29 383	4 939	36 506	9 567	37 144
Karbamazepin	57	406	502	528	479	1 179	633
Ketokonazol	12	109	36	305	51	64	122
Levonorgestrel	0	0	0	0	0	0	0
Losartan	615	641	269	528	84	548	902
Metoprolol	747	2 196	940	1 123	785	917	1 426
Metotrexat	2	4	16	4	14	1	5
Naproxen	2 859	2 157	2 575	4 353	1 888	1 059	2 549
Oxazepam	88	406	316	418	300	275	334
Sertralin	66	92	54	247	103	55	173
Sulfametoxazol	63	460	141	625	230	141	624
Tramadol	201	182	205	265	132	79	155
Trimetoprim	11	104	30	95	59	28	113
Zolpidem	2	5	1	6	2	2	7

Omslagsbild

Renat avloppsvatten från Sankt Olofs Reningsverk på Österlen i Skåne och dess utloppsrör i Rörums Södra Å. Foto: E. Björklund.



HÖGSKOLAN KRISTIANSTAD