



Länsstyrelsen
Skåne



Höskolan
Kristianstad



LÄKEMEDEL I VATTENRECIPIENTER

HUR PRIORITERAR VI FRAMTIDENS RENING?

En studie om läkemedels påverkan på vattenmiljön nedströms reningsverk som grund för prioritering för avancerad rening och återvinning av vatten



Titel: Läkemedel i vattenrecipienter. Hur prioriterar vi framtidens rening? En studie om läkemedels påverkan på vattenmiljön nedströms reningsverk som grund för prioritering för avancerad rening och återvinning av vatten.

Utgiven av: Länsstyrelsen Skåne

Författare: Pardis Pirzadeh, Ola Svahn, Susann Milenkovski

Beställning: Länsstyrelsen Skåne
Miljöavdelningen
205 15 Malmö
Telefon 010-224 10 00

Copyright: Länsstyrelsen Skåne

Diarienummer: 537-19950-2021

ISBN: 978-91-7675-223-4

Rapportnummer: 2021:13

Layout: Pardis Pirzadeh

Tryckeri, upplaga: Länsstyrelsen Skåne, endast webb

Tryckår: 2021

Omslagsbild: Pardis Pirzadeh, Ekeby avloppsreningsverk

Förord

Den här studien, som är resultatet av ett samarbete mellan Länsstyrelsen Skåne, Region Skåne och Högskolan Kristianstad, försöker besvara flera frågor som knyter an till myndigheternas ansvarsområden.

Region Skåne, med stort ansvar för vård och miljö önskar få en rangordning av reningsverken för prioritering av avancerad rening baserad på reningsverkens påverkan på vattenrecipienterna. Regionen vill också göra sig en bild av om recirkulation av vatten kan vara ett alternativ vid reningsverk som har uppgraderat till avancerad rening eller om vattentillskottet från reningsverket är viktigt för flödet i recipienten.

Länsstyrelsen har ansvar för den regionala miljöövervakningen, har flera roller i arbetet med EU:s vattendirektiv och är också tillsynsmyndighet för flera av länets reningsverk. Av alla dessa skäl önskar Länsstyrelsen en kartläggning av läkemedelsbelastningen nedströms reningsverken och en ökad förståelse för den påverkan som den har. Denna kunskap kan också bli en grund för att ställa krav på egenkontroll av läkemedelssubstanser genom tillsyn och omprövning till avancerad rening genom tillståndsprövning.

MoLab, vid Högskolan Kristianstad och Krinova Science Park, har sedan 2015 utvecklat analysmetoder och genomfört kartläggning av läkemedelssubstansers utsläpp från reningsverk i Skåne. MoLabs lokala och regionala miljöengagemang har konkretiserat frågan, vilket bidragit till att göra reningsverkens huvudmän medvetna om problemet med mikroföroreningar. Arbetet har både direkt och indirekt resulterat i flera skånska ansökningar som fått stöd av Naturvårdsverket, för fördjupade studier och uppgradering till avancerad rening.

Vattenmyndigheterna har nytta av den nya påverkansanalys som har gjorts inom ramen för studien. De ansvarar för att tillsammans med Länsstyrelserna ta fram metoder för

påverkansanalys. Det finns redan en påverkansanalys för några läkemedel som har tagits fram av IVL på uppdrag av Vattenmyndigheten. Den påverkansmodell som presenteras här kan genomföras med färre antaganden och delsteg.

Havs- och vattenmyndigheten ansvarar för att ta fram nya bedömningsgrunder för miljögifter, som visar sig vara ett problem inom Sveriges gränser. Jämförelsen av funna halter nedströms reningsverken med ur litteraturen framtagna säkra nivåer för negativ ekotoxikologisk påverkan visar att det kan finnas behov av att ta fram bedömningsgrunder för ytterligare läkemedelssubstanser.

Kristian Wennberg
Enhetschef Vattenenheten

Innehållsförteckning

FÖRORD	3
BEGREPP	6
SAMMANFATTNING	7
INTRODUKTION	9
METOD	12
Körschema för arbetsmetod.....	12
Databas över tillståndspliktiga reningsverk i Skåne, deras hydrauliska påverkan på ytvattenrecipienten och recipientflödets säsongsvariation	13
Recipienternas sårbarhet vid sju reningsverk.....	16
Provtagningsplatser.....	16
Analyserade ämnen	20
Provupparbetning och analys.....	20
Databearbetning	21
Påverkansanalys av läkemedelssubstanser	22
Påverkansanalys enligt IVL:s beräkningssätt	22
Påverkansanalys enligt Länsstyrelsen Skånes nya beräkningssätt	23
Övriga miljöövervakningsdata från reningsverk i Skåne	24
RESULTAT	26
Avloppsreningsverk i Skåne.....	26
De största reningsverken.....	28
Reningsverken med störst hydraulisk påverkan på ytvattenrecipienten	28
Skillnaden i flöde mellan små och stora vattendrag under ett torrår och ett blötår.....	29
Recipienternas sårbarhet vid sju reningsverk.....	32
Halter och utspädning i recipienterna	32
Bedömning av recipienternas sårbarhet	40
Verklig och teoretisk utspädning i recipienten	44
Påverkansanalys av läkemedelssubstanser	47
Länsstyrelsen Skånes nya beräkningssätt.....	47
IVL:s beräkningssätt.....	49
Jämförelse mellan de två påverkansanalyserna och uppmätta halter i recipienten.....	49
Övriga miljöövervakningsdata vid reningsverk i Skåne	52
DISKUSSION	53
ARBETET FRAMÅT	59
REFERENSER	63
BILAGA 1. ANALYSERADE PARAMETRAR.....	66

BILAGA 2. BEDÖMNINGSGRUNDER OCH PNEC	67
BILAGA 3. PÅVERKANSANALYS ENLIGT IVL:S BERÄKNINGSSÄTT	70
BILAGA 4. ÖVRIGA ÖVERVAKNINGSDATA AV LÄKEMEDEL VID SKÅNSKA RENINGSVERK	71
BILAGA 5. MIKROFÖRORENINGAR VID SJU RENINGSVERK I SKÅNE.....	83
BILAGA 6. RESULTAT HALTDATA (NG/L) VID SJU RENINGSVERK I SKÅNE	90

Begrepp

Läkemedelsrester: Sådana opåverkade eller obetydligt omvandlade rester läkemedel, som efter passage genom ett reningsverk fortfarande är biologiskt aktiva för organismer. I denna rapport förkortas begreppet ofta till "läkemedel" när sammanhanget framgår.

Vattenrecipient: Mottagande naturligt vatten, till exempel vattendrag.

Vattenförekomst: Vattenenheter inom vattenförvaltningen (kust, vattendrag, sjöar och grundvatten) inom vilka klassningar görs för att beskriva tillståndet och som har miljö kvalitetsnormer (mål) som gäller.

Hydraulisk påverkan: Bedöms genom jämförelse av utgående flöde från reningsverken, hämtat från verksamheternas emissionsdeklarationer, med flödet i recipienten beräknat med SMHI:s S-hype flödesmodell.

S-hype flödesmodell: SMHI:s matematiska modell för att modellera flödet i vattendrag och sjöar, baserad på väderdata, flödesstationsdata med flera parametrar.

Påverkansanalys av läkemedelssubstanser enligt vattendirektivet: En uppskattning av halten av enskilda läkemedelssubstanser i recipienter till reningsverk och en jämförelse med bedömningsgrunderna för ämnena.

Bedömningsgrund/gränsvärde i HaV:s föreskrifter (HVMFS 2019:25): Säker nivå av ett ämne i vattenrecipienten. Om värdet underskrids anses ekosystemet skyddat mot negativ giftpåverkan. Om det överskrids anses recipienten riskera giftpåverkan och åtgärder måste genomföras för att minska halten under nivån för bedömningsgrunden/gränsvärdet.

PNEC: Står för Predicted No Effect Concentration och motsvarar, som bedömningsgrunden, en säker nivå av ett ämne i vattenrecipienten.

Miljöriskbedömning av recipienten/Ekotoxikologisk riskbedömning av recipienten/ Ekotoxikologisk påverkan av recipienten: En jämförelse mellan säkra nivåer (gränsvärde/bedömningsgrund/PNEC) och uppmätta halter i vattnet.

Sammanlagd ekotoxikologisk risk/påverkan: Ett teoretiskt mått på den sammanlagda giftpåverkan av alla mätta ämnen, genom summering av riskkvoterna av varje enskilt ämne. Ju högre summan av riskkvoterna är över värdet 1, desto större sammanlagd giftpåverkan. Eftersom summan beror av hur många ämnen som analyserats, kan den endast användas för jämförelser mellan lokaler där samma ämnen analyserats vid samma eller jämförbara tillfällen.

Statusklassning enligt vattendirektivet: Bedömning av miljötillståndet i vattenförekomster med avseende på i vattendirektivet utpekade kvalitetsfaktorer och parametrar. För miljögifter handlar det om att jämföra mätta halter med gränsvärden/bedömningsgrunder, det vill säga, det är samma sak som en bedömning av ekotoxikologisk påverkan av recipienten.

Riskklassning enligt vattendirektivet: Bedömning av risken för att en **parameter** inom vattendirektivet inte ska uppnå god status innan 2027. Riskbedömningen baseras antingen på resultatet från påverkansanalysen eller där det finns, på uppmätta halter och prognos av utvecklingen till 2027.

Sammanfattning

Enligt Naturvårdsverkets rapport *Avancerad rening av avloppsvatten för avskiljning av läkemedelsrester och andra oönskade ämnen* (2017) finns ett behov att införa avancerad rening av läkemedelsrester, samtidigt som sådan rening också medför rening av andra oönskade mikroföroreningar i avloppsvattnet. Naturvårdsverket konstaterar också att det saknas underlag för att utvärdera vid vilka reningsverk som det är aktuellt att införa avancerad rening.

Målet med detta projekt var att ta fram en regional arbetsmetod som kan underlätta detta arbete, samt presentera en möjlig prioriteringsordning för skånska reningsverk vad gäller uppgradering till avancerad rening utifrån reningsverkens recipientpåverkan.

Som ett första steg togs två listor fram, en lista med verkens storlek vad gäller anslutna personekvivalenter och en lista med reningsverk som har stora utsläppsflöden i förhållande till recipientflödet (stor hydraulisk påverkan) och därmed låg utspädning. De reningsverk som hade högst utsläppsflöde i förhållande till recipientflödet var Rosendal (Tomelilla), Svalöv, Nyvång (Åstorp), Södra Sandby; Ellinge (Eslöv) och Ekeby (Bjuv). I Bjuv valdes också Ekebro reningsverk som, på grund av sitt läge nedströms Ekeby, kunde undersökas vad gäller kumulativa effekter. Som ett andra steg togs vattenprov vid fyra olika tillfällen under året uppströms, nedströms och i utgående vatten från dessa reningsverk. Provernas innehåll av läkemedel analyserades och resultaten utvärderades för att undersöka om reningsverk med stor hydraulisk påverkan också utgör stor risk för påverkan vad gäller utsläpp av läkemedel.

Resultaten från läkemedelsanalyserna visade att reningsverken har betydande utsläpp av läkemedel till recipienterna, det vill säga, att halter i recipienterna överskrider bedömningsgrunder i HaV:s föreskrifter (HVMFS 2019:25). Bedömningsgrunderna för Diklofenak, och 17-beta-östradiol i enstaka fall, överskreds nedströms alla sju undersökta reningsverk vilket betyder att det finns risk för giftpåverkan på vattenorganismerna. Vid Ellinge, Ekebro och Nyvångs reningsverk där recipienterna är vattenförekomster inom ramen för vattendirektivet uppnås måttlig ekologisk status på grund av överskridandet. Detta innebär att åtgärder behöver genomföras för att minska halterna i recipienten så att de inte överskrider bedömningsgrunden och så att, i sin tur, miljö kvalitetsnormen god ekologisk status nås till 2027. Vattenmyndigheterna listar bland annat avancerad rening, bättre användning av receptfria produkter (till exempel genom att information leder till att kunder väljer mer miljövänliga alternativ) och miljötillsyn som åtgärder för att minska halterna i sitt nya förslag till åtgärdsprogram för 2021-2027. VA-branschen behöver också arbeta för att minska utsläpp till exempel genom uppströmsarbete och att vara aktiva aktörer i omställningen till avancerad rening.

Vid reningsverk i Skåne där analyser av läkemedelsrester inte har skett kan påverkansanalysen ge en indikation på var övervakning behöver riktas. Den påverkansanalys som arbetades fram inom detta projekt pekar ut 17 skånska reningsverk där det finns risk att bedömningsgrunden för Diklofenak överskrids och vid 12 av dessa finns det även risk att bedömningsgrunden för 17-beta-östradiol överskrids. Nästa steg kan därmed vara att analysera Diklofenak nedströms reningsverken i Lyby, Vinslöv, Perstorp, Staffanstorp, Lönsboda, Hässleholm och Klippan och 17-beta-östradiol nedströms reningsverken i Källby, Svedala, Lyby, Vinslöv, Perstorp, Sjöbo för att kontrollera vattnets status.

Ett annat viktigt mål i projektet var att identifiera reningsverk med sårbara recipienter utifrån ett klimatperspektiv. Detta går egentligen hand i hand med prioriteringsordningen för avancerad rening. Det vill säga, Rosendal, Svalöv, Nyvång, Södra Sandby, Ellinge och Ekeby som har studerats närmare i denna studie, och som var de reningsverk som hade störst hydraulisk påverkan på recipienten, är också de mest sårbara reningsverken sett till klimatförändringar. Då deras utsläpp redan idag har stor påverkan på recipienten kommer de att få ännu större påverkan allteftersom längre torrperioder, till följd av klimatförändringar, kommer att leda till att flödet i deras recipienter minskar periodvis. Om avancerad rening införs vid dessa reningsverk måste en bedömning göras om och när det tillräckligt renade vattnet kan användas som resurs så att recipientens flöde inte påverkas negativt, i de situationer vattentillskottet från reningsverket utgör en betydande del av recipientflödet. En analys av torråret 2018 visade att perioden med väldigt låga flöden varade från maj till november, med andra ord, hela odlingssäsongen. En möjlig väg kunde vara att magasinera renat utgående vatten från november till maj och använda detta till bevattning under sommarmånaderna. En sådan lösning kräver stora reservoarer i form av dammar och våtmarker, vilka också skulle kunna gynna biodiversiteten i de områden där de anläggs.

Introduktion

Den här rapporten är resultatet av ett samarbete mellan Region Skåne, Länsstyrelsen Skåne och Högskolan Kristianstad. Initiativtagaren är Region Skåne som kontaktade Länsstyrelsen för att genomföra ett fortsättningsprojekt inom Regionens *Handlingsplan för Läkemedel och Miljö* som avslutades 2019 (Region Skåne, 2019). Förslag på fortsatta insatser från handlingsplanen var att identifiera reningsverk med sårbara recipienter utifrån ett klimatperspektiv. Pågående klimatförändringar innebär förändrade nederbördsmonster med flera extremregn å ena sidan, och längre torrperioder å andra sidan. Förändringen i nederbörd påverkar i sin tur flödet i vattendragen, som riskerar att bli mer sårbara vid låga flöden och torka under sommaren. Under sådana förhållanden kan utsläppsvattnet från reningsverket vara ett värdefullt tillskott till den uttorkande recipienten. Å andra sidan kan påverkan av miljöfarliga ämnen, som läkemedel, i utsläppsvattnet öka då utspädningen i recipienten minskar vid låga flöden. Många organismer skulle då kunna komma att drabbas, kanske slås ut, mer eller mindre årligen, med okända långtidseffekter. Målet med detta arbete är att bidra med kunskap för att kunna få till en hållbar och cirkulär vattenförsörjning, där fokus i detta arbete har varit att kunna bedöma recipienten på bästa sätt. När många arbeten handlar om att effektivisera och minimera vattenanvändning är det viktigt att också ta hänsyn till recipienternas sårbarhet som mottar vatten från diverse aktörer och transporterar vattnet vidare till havet. I Skånes regionala utvecklingsstrategi (Region Skåne, 2020) finns det en utpekad målsättning att vi behöver öka vår samverkan och jobba proaktivt för att förhindra föroreningar att nå havet.

Utsläpp av läkemedelsrester från reningsverken är ett problem eftersom reningstekniken vid traditionella reningsverk är till för att minska utsläpp av näringsämnen och organiskt material, inte läkemedel och andra miljögifter. Arbetet med att uppgradera reningsverk med rening av läkemedelsrester pågår i Skåne och hittills har tre reningsverk, Stengården i Simrishamn, Kivik och Degeberga, uppgraderats med fullskalig rening av läkemedel och andra miljögifter.

Naturvårdsverket delar under perioden 2018-2021 ut anslag till kommuner, på uppdrag av Regeringen, för att påskynda uppgraderingen av tekniken vid reningsverk. En fråga som Naturvårdsverket har lyft är hur prioriteringen av uppgraderingar av reningsverken bör ske. I Skåne finns 91 reningsverk med utsläpp till vatten och en regional strategi för att bedöma vilka reningsverk som bör prioriteras för teknisk uppgradering behövs. Ett första steg i att bedöma recipienternas sårbarhet, vad gäller utsläpp av ämnen generellt, är att jämföra utsläppsflödet från reningsverken (som är någorlunda proportionellt mot storleken på verket) med flödet i recipienten, vilket Länsstyrelsen har möjlighet att göra.

Länsstyrelsen har tillgång till utsläppsdata från de 47 reningsverk som har en tillståndsgiven storlek på mer än 2000 personekvivalenter. Första delen i projektet handlar därför om att sammanställa en databas över avloppsreningsverk i länet med fokus på de 47 tillståndspliktiga verken. En analys sker för att dels se vilka verk som är störst vad gäller anslutna personekvivalenter och dels se vilka som har de största utsläppsflödena i förhållande till recipientflödena, vilket ger en rangordning efter reningsverk med störst hydraulisk påverkan och därmed också potentiellt efter störst påverkan vad gäller utsläpp av ämnen, däribland läkemedelsrester. Dessutom görs en analys av recipientflödet över året under ett torrare och ett blötare år för att identifiera perioden där recipienten är mest sårbar för låga flöden. Det torra året representerar ett framtida scenario där klimatförändringar kommer att innebära att torrår kommer att ske oftare.

Europeiska kommissionen anger i Europeiska unionens strategi om läkemedel i miljön (European Commission, 2019), att utökad miljöövervakning är en viktig åtgärd där ökade kunskaper om koncentrationer i miljön möjliggör förbättrade miljöriskbedömningar vilket kan leda till mer riktade åtgärder. Det andra steget i studien bidrog till en förbättrad miljöövervakning, genom att prover togs och analyserades med avseende på ett omsorgsfullt urval av läkemedelssubstanser vid de sju reningsverk som hade störst hydraulisk påverkan. Proverna togs vid fyra mättillfällen under året. I denna del av projektet var Ola Svahn, forskare vid MoLab, Högskolan Kristianstad, värdefull samarbetspartner i projektet. Ola Svahns unika metod för provupparbetning möjliggör analys av helvattenprover där både löst och bunden fraktion analyseras genom att vattenprovet provupparaberas ofiltrerat genom SPE-kolonn, direkt i fält. MoLab är den aktör i länet som under en längre tid arbetat med just frågan om läkemedelssubstanser vid reningsverk.

Länsstyrelsen Skåne ansvarar för regional miljöövervakning som syftar till att följa upp de svenska miljömålen och Sveriges efterlevnad av internationella åtaganden som EU:s vattendirektiv och HELCOM. Runt åttio miljöfarliga ämnen regleras inom ramen för vattendirektivet antingen som prioriterade ämnen, med EU-gemensamma gränsvärden, eller som särskilda förorenande ämnen, med bedömningsgrunder (i princip gränsvärden) som har fastställts av Havs- och vattenmyndigheten i författningssamling (HVMFS 2019:25). Gränsvärdena och bedömningsgrunderna som är införda i svensk lag och förordning är skarpa, det vill säga, om de överskrids i recipienten uppnår vattenförekomsten inte god status och åtgärder måste genomföras för att minska halterna så att de underskrider gränsvärdet eller bedömningsgrunden. I dagsläget finns endast fyra humanläkemedel med bedömningsgrunder i HaV:s föreskrifter (HVMFS 2019:25), Diklofenak, Ciprofloxacin, 17-alfa-etinylöstradiol och 17-beta-östradiol. Gränsvärdena och bedömningsgrunderna grundar sig på ekotoxikologiska studier och syftar till att

skydda det akvatiska ekosystemet för negativ giftpåverkan. Om gränsen för ett ämne överskrids bedöms det därmed finnas en risk för giftpåverkan på biologin i vattnet.

Eftersom det endast finns ett begränsat antal lagstadgade bedömningsgrunder för läkemedelssubstanser sammanställdes även en lista på PNEC-värden (Predicted No Effect Concentrations), det vill säga för vattenmiljön säkra nivåer, framtagna av olika aktörer och som funna halter jämfördes med för att visa på påverkansbilden av flera läkemedelssubstanser nedströms reningsverken.

De analyserade halterna av läkemedel i de utvalda recipienterna används alltså för att undersöka om halterna överskrider: 1. bedömningsgrunder inom ramen för vattendirektivet eller 2. för vattenmiljön säkra halter så kallade Predicted No Effect Concentrations (PNEC) för att bedöma recipienternas sårbarhet för läkemedelssubstanser. En rankning av de sju reningsverken görs också med avseende på den sammanlagda ekotoxikologiska påverkan i nedströmsliggande recipient.

Som den tredje och sista delen i projektet görs en ny påverkansanalys av läkemedelssubstanser genom att extrapolera miljöövervakningsdata från sådana reningsverk i Skåne där mätningar har skett till alla tillståndspliktiga reningsverk i Skåne. De reningsverk som enligt påverkansanalysen riskerar att ha recipienter där bedömningsgrunder (HVMFS 2019:25) överskrids, kan man gå vidare med genom att göra verkliga mätningar i recipienten. De reningsverk vilkas recipienter efter mätningar inte uppnår god status (enligt vattendirektivet) kan bli föremål för prioritering av uppgradering till fullskalig rening. Resultaten av den nya påverkansanalysen vars metod tagits fram inom ramen för detta projekt jämförs också med resultaten från den befintliga påverkansanalysen som genomförts inom ramen för vattendirektivet och vars resultat finns i VISS (Vatteninformationssystem Sverige).

När allt fler reningsverk börjar uppgraderas med fullskalig rening uppstår frågan om möjligheten att använda det renade vattnet som en resurs, till exempel till bevattning. Detta innebär samtidigt att man fråntar recipienten vattentillskottet från reningsverket, ett tillskott som kan vara livsviktigt för biologin i vattnet i en situation där torka blir allt vanligare. De reningsverk där fullskalig rening gör mest miljönytta är också troligen de vars utsläppsflöden utgör en betydande andel av recipientflödet. Kunskap om utsläppsflödets andel av recipientflödet och om lågflödesperioderna är viktigt för att kunna besluta om det renade vattnet från reningsverk överhuvudtaget kan användas för bevattning eller under vissa perioder kan användas för bevattning.

Metod

Körschema för arbetsmetod

Körschema för urvalsförfarande av reningsverk och bedömning av recipientens sårbarhet/påverkan

Bedömning av reningsverkens hydrauliska påverkan, det vill säga, vilka reningsverk som har störst utsläppsflöde relativt recipientflödet beräknas med S-hype flödesmodellen.

- Reningsverk med störst hydrauliska påverkan väljs att ingå i miljöövervakningen (7 st).
- Tidpunkt (månad) för provtagning väljs utifrån en analys av flödesvariationen över året med hjälp av S-hype flödesmodell. Prover tas på vatten uppströms, nedströms och i utgående vatten från reningsverken, och upparbetas i fält.
- Analys av läkemedel och andra mikroföroreningar görs på 35 olika ämnen. Listan av ämnen är sammansatt utifrån EU:s Watchlist (1 och 2), med tillägg av förslag på indikatorsubstanser från Centrum för bättre läkemedelsinformation, Läkemedelsverket och Naturvårdsverkets lista över ämnen för utvärdering av avancerad rening
- Dataanalys görs av;

1. vilka ämnen som förekommer i högst halter i utgående vatten och nedströms reningsverket,
2. vilka av de undersökta ämnena som överskrider bedömningsgrunder i recipienten enligt HVMFS 2019:25 eller PNEC enligt litteraturen,
3. vilka reningsverk som har störst sammanlagd ekotoxikologisk påverkan på nedströmsliggande recipient.

Eftersom S-hype flödesmodellen har varit ett viktigt verktyg för att identifiera vilka reningsverk som har störst hydraulisk påverkan och för att välja tidpunkter för provtagning, görs en utvärdering av hur nära S-hype prediktionen av utspädning kommer den verkliga utspädningen som beräknas utifrån uppmätta halter. Denna skillnad blir även en indikation på hur stor osäkerheten är för den påföljande påverkansanalysen av läkemedelssubstanser som just utgår från S-hype. Osäkerheten i påverkansanalysen (nedan) orsakas dels av skillnaden mellan verkligt flöde i recipienten och S-hype modellerat flöde och dels av att prediktionen av utgående halt av mikroföroreningarna från reningsverk är ett medelvärde, med ofta stor spridning, av utgående halter från skånska reningsverk.

Körschema för påverkansanalys enligt ny metod och jämförelse av resultat med befintlig metod

Påverkansanalys, som begrepp inom vattendirektivet, betyder att man gör en prediktion av halter av i direktivet utpekade parametrar i recipienten och jämför dem med deras bedömningsgrunder. Man kan säga att bedömningen av reningsverkens hydrauliska påverkan utgör den ena delen av påverkansanalysen. Den andra delen inkluderar utsläppta halter av ämnet som man vill undersöka.

Resultaten från IVL:s påverkansanalys fanns när vi gjorde denna studie och vi kunde ha utgått från de elva reningsverk som fallit ut i den påverkansanalysen (5 av dem är bland de reningsverk vi undersökt). Orsaken till att vi istället gjorde en bedömning av hydraulisk påverkan för att välja undersökningsobjekt var att vi ville rangordna alla reningsverk i Skåne (tillståndspliktiga sådana, eftersom det finns uppgifter om utsläppsflöde för dem) med avseende på en generell riskpotential snarare än att peka ut vissa reningsverk med avseende på enstaka ämnen i ramdirektivet. Dessutom ville vi undersöka just det hydrauliska tillskottet från reningsverken för att bedöma lämpligheten att använda utgående vatten för bevattning och ta hänsyn till att recipienten fräntas detta tillskott.

Eftersom vi hade erhållit en del miljöövervakningsdata från denna studie och samlat ytterligare miljöövervakningsdata från andra studier i Skåne var utgångsläget gynnsamt för att presentera en alternativ, förhoppningsvis mer säker, påverkansanalys baserad på medelhalter av uppmätta utgående halter istället för som i IVL:s påverkansanalys, där man varit tvungen att göra en beräknad uppskattning av utgående halter. Med hjälp av påverkansanalysen kan en risk uppskattas även vid de reningsverk där mätningar inte skett.

IVL:s och Länsstyrelsen Skånes påverkansanalyser gav olika indikationer på vilka reningsverk som låg i riskzonen med avseende på ämnena med bedömningsgrunder enligt HVMFS 2019:25. De båda resultaten jämfördes.

Databas över tillståndspliktiga reningsverk i Skåne, deras hydrauliska påverkan på ytvattenrecipienten och recipientflödets säsongvariation

En databas sammanställdes med information om alla reningsverk i Skåne, där fokus lades på de tillståndspliktiga verken som har information om utsläppsdata. För dessa hämtades data från tillsynsverktyget SMP, Svenska Miljörapporteringsportalen, där de tillståndspliktiga verksamheterna rapporterar sina utsläpp i form av emissionsdeklarationer en gång per år. Tabell 1 redovisar den

information som sammanställdes för de tillståndspliktiga reningsverken från SMP, svenska miljörapporteringsportalen.

Tabell 1. Information i den upprättade databasen över reningsverken från SMP, Svenska Miljörapporteringsportalen.

Namn reningsverk
Anläggningsnummer
Tillsynsmyndighet
Kommun
Anslutna personekvivalenter från industrin
Anslutna antal personer
Anslutna personekvivalenter totalt
Tillståndsgiven maximal tillåten personekvivalent
Maximal genomsnittlig veckobelastning inkommande
Maximal genomsnittlig veckobelastning tätbebyggelse
Flöde ut (torråret) 2018 totalt (1000m ³ /år) och omräknat till m ³ /s
Bräddning anläggning (torråret) 2018 (1000m ³ /år)
Bräddning nätet (torråret) 2018 (1000m ³ /år)
Flöde ut (blötåret) 2017 totalt (1000m ³ /år) och omräknat till m ³ /s
Bräddning anläggning (blötåret) 2017 (1000m ³ /år)
Bräddning nätet (blötåret) 2017 (1000m ³ /år)
Utsläppskoordinat N och E (SWEREF99 TM)

Personekvivalenter och maximal genomsnittlig veckobelastning är mått på verkens storlek/belastning. Antalet personekvivalent avgör i stort sett hur mycket syre som går åt för att bryta ner organiskt material som en person avger schablonmässigt på ett dygn och den maximala genomsnittliga veckobelastningen från tätbebyggelse är den parameter som styr vilka utsläppskrav som gäller enligt föreskriften NFS 2016:6 och EU:s avloppsdirektiv. Data om flöde i utgående vatten är ett mått på den hydrauliska påverkan på recipienten. Två exempelår valdes för att utvärdera skillnader mellan ett torrt och ett blött år. År 2017 valdes som blötår och 2018 som torrår. Information om bräddning noterades också för att kontrollera så att bräddningen inte utgör en betydande del av utsläppen.

Information om flödet i ytvattenrecipienter till reningsverken hämtades i form av SMHI:s modellerade flödesdata från vattenwebb (<https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>) och information om ytvattenrecipienternas namn och ID hämtades från VISS, Vatteninformationssystem Sverige. Tabell 2 redovisar den sammanställda informationen.

Tabell 2. Information i den upprättade databasen över ytvattenrecipienter till reningsverk i Skåne från SMHI:s vattenwebb och från VISS.

Vatten-ID recipient
Namn recipient
AROID
Total stationskorrigerad vattenföring MQ (1981-2010) (m ³ /s)
Total stationskorrigerad vattenföring MLQ (1981-2010) (m ³ /s)
Lägsta flödet 2017 (m ³ /s)
Lägsta flödet 2018 (m ³ /s)
Total stationskorrigerad vattenföring (m ³ /s) jan-dec 2017
Total stationskorrigerad vattenföring (m ³ /s) jan-dec 2018
Volym om hav (km ³)

Vatten-ID och namn på recipienten är den benämning och ID som används inom vattenförvaltningen. AROID är ID:et för det avrinningsområde varifrån flödesdata är hämtat. MQ står för medelvattenföring och MLQ är medellågvattenföring, dessa finns som flödesstatistik i vattenwebb för perioden 1981-2010.

Medellågvattenföringen är ett viktigt mått för att bedöma sårbarheten vid lågvatten. Vi valde även att ta med det lägsta flödet för exempelåren 2017 (blötår) och 2018 (torrår). Medelvattenflödet för alla tolv månaderna för exempelåren 2017 (blötår) och 2018 (torrår) laddades också ner för att ge en bild av flödesvariationen under och mellan de två typåren. För ytvattenrecipienter som är hav redovisas volymen vatten i recipienten istället för flödet.

Slutligen jämfördes utgående flöden från reningsverken med flöden i ytvattenrecipienterna genom att spädningsfaktorer och utsläppsflödets andel av recipientflödet beräknades (Tabell 3).

Tabell 3. Spädningsfaktorer och utsläppsflödets andel av recipientflödet beräknade från utsläppsflödet och recipientflödet.

Spädningsfaktor av utsläpp vid MQ
Spädningsfaktor av utsläpp vid MLQ
Spädningsfaktor av utsläpp vid lägst flöde 2017
Spädningsfaktor av utsläpp vid lägst flöde 2018
Utsläppsflödets andel av MQ
Utsläppsflödets andel av MLQ
Utsläppsflödets andel av det lägsta flödet 2017
Utsläppsflödets andel av det lägsta flödet 2018

Spädningsfaktorn är den faktor som utsläppshalter av ämnen ska divideras med för att beräkna den teoretiska resulterande halten i recipienten av det utsläppta

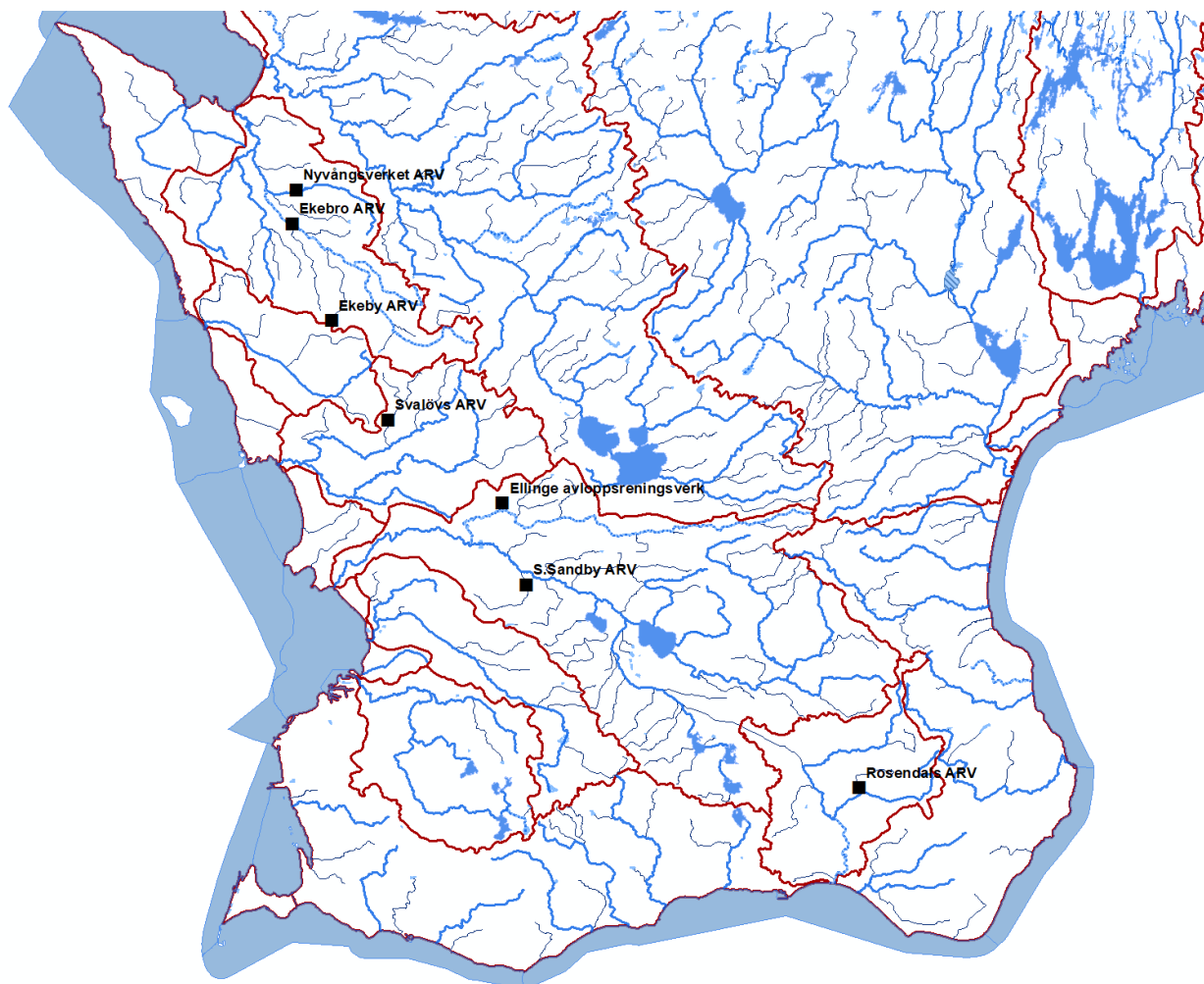
ämnet. Utsläppsflödets andel av recipientflödet är det inverterade värdet och ger en bild av hur betydande det hydrauliska tillskottet från avloppsreningsverket till recipienten är.

Utöver den ovan nämnda informationen noterades även om något verk är nedlagt eller om det finns planer på nedläggning, om verken har infiltrationsbäddar eller dammar istället för utsläpp till vatten, om sjukhus är anslutet, om avancerad rening finns eller är planerad och om det finns övervakningsdata rörande läkemedel.

Recipienternas sårbarhet vid sju reningsverk

Provtagningsplatser

Inom ramen för detta projekt och den regionala miljöövervakningen av miljögifter genomfördes en studie av läkemedelssubstanser och några andra miljöfarliga ämnen vid sju reningsverk i Skåne. Reningsverkens hydrauliska påverkan är också en grund för att prioritera reningsverken utifrån ett ekotoxikologiskt perspektiv. Reningsverk som har ett stort utsläppsflöde relativt flödet i recipienten, riskerar att i större grad släppa ut ämnen i sådana halter att bedömningsgrunder och PNEC (Predicted No Effect Concentration) till skydd för det akvatiska ekosystemet överskrids, eftersom utspädningen i recipienten relativt sett blir lägre. Rosendal (Tomelilla), Svalöv, Nyvång (Åstorp), Södra Sandby, Ellinge (Eslöv) och Ekeby (Bjuv) valdes ut, eftersom de är de sex reningsverk i Skåne som har minst utspädning i recipienten (Tabell 7). Ekebro valdes ytterligare dels eftersom det har låg utspädningsgrad, dels för att det ligger nedströms Ekeby så att den kumulativa påverkan kan undersökas. Kontakt togs med reningsverken angående projektet och provtagningsplanen. De ställde sig positivt till undersökningen och ställde upp med att ta prov på utgående vatten. En karta över provtagningsplatserna presenteras i Figur 1.



Figur 1. Lokaliseringen av de sju reningsverk som ingått i miljöövervakningen av läkemedelssubstanser inom ramen för detta projekt. Notera att Ekeby avloppsreningsverk ligger uppströms Ekebros i Vegeåns vattensystem."

Tabell 4 visar de utvalda reningsverkens storlek med avseende på anslutna personekvivalenter och hur stort utsläppsflödet från reningsverken är jämfört med medellågvattenföringen i recipienten.

Tabell 4. Reningsverken som undersöktes i denna studie med avseende på läkemedelssubstanser och andra mikroföroreningar, deras storlek med avseende på anslutna personekvivalenter och hur stort (hur många gånger) utsläppsflödet från reningsverken är jämfört med medellågvattenföringen i recipienten.

Namn reningsverk	Anslutna personekvivalenter	Utsläppsflödets andel av MLQ
Rosendal	6 567	4,2
Svalöv	3 111	1,8
Nyvångsverket	9 855	1,6
Södra Sandby	5 134	1,2
Ellinge	100 040	0,8
Ekeby	1 901	0,7
Ekebro	3 788	0,3

Vattenprover togs upp- och nedströms reningsverken samt i utgående vatten och vid Rosendal och Ekebro även innan de våtmarksdammar som där utgör sista reningssteget innan utsläpp till recipient. Ekeby hade inga uppströmsprov eftersom reningsverket är beläget i början av vattendraget. Koordinater för provtagningsplatserna, ungefärligt avstånd mellan utgående vatten från reningsverken och nedströmspunkten, recipienternas namn och id-nummer, om recipienterna är övrigt vatten eller vattenförekomst med miljö kvalitetsnormer, ungefärligt avstånd mellan nedströmspunkten och närmaste vattenförekomst om utsläppet sker till ett övrigt vatten, id-nummer för närmaste vattenförekomst och id-nummer (AROID) för delavrinningsområdet från vilket S-hype flödet är taget presenteras i Tabell 5.

Tabell 5. Provtagningsplatser, koordinater för provtagningsplatserna, ungefärlig avstånd mellan utgående vatten från reningsverken och nedströmpunkten, recipienternas namn och id-nummer, om recipienterna är övrigt vatten eller vattenförekomst med miljökvalitetsnormer, ungefärlig avstånd mellan nedströmpunkten och närmaste vattenförekomst om utsläppet sker till ett övrigt vatten, id-nummer för närmaste vattenförekomst och id-nummer (AROID) för delavrinningsområdet från vilket S-hype flödet är taget.

Lokaler	Koordinat SWEREF99 _N	Koordinat SWEREF99 _E	Ungefärligt avstånd mellan utgående vatten och nedströmpunkten (m)	Recipient	Id-nummer i VISS MS_CD	Vattenförekomst /Övrigt vatten	Ungefärligt avstånd mellan nedströmpunkt och vattenförekomst (m)	Namn på närmaste vattenförekomst	Id-nummer i VISS MS_CD för närmaste vattenförekomst	AROID för delavrinningsområde där S-hype flödet är taget
Tomelilla Uppströms	6156018	434181		Välabäcken	WA84573109	Övrigt vatten				615806-138383
Tomelilla Nedströms	6154398	434685	235	Välabäcken	WA84573109	Övrigt vatten	460	Örupsån	WA57488192	615806-138383
Tomelilla Utgående	6154617	434649		Välabäcken	WA84573109	Övrigt vatten				615806-138383
Tomelilla Före Damm	6154867	434748		Välabäcken	WA84573109	Övrigt vatten				615806-138383
Södra Sandby Uppströms	6176761	396359		Sularpsbäcken	WA80304866	Övrigt vatten				617877-134205
Södra Sandby Nedströms	6178441	396192		Sularpsbäcken	WA80304866	Övrigt vatten	1280	KÄVLINGEÅN: Bråån-Ålabäcken	WA68510894	617877-134205
Södra Sandby Utgående	6178035	396253		Sularpsbäcken	WA80304866	Övrigt vatten				617877-134205
Ellinge Uppströms	6186730	393339		Bråån	WA89289464	Vattenförekomst				618959-134205
Ellinge Nedströms	6186665	393237	493	Bråån	WA89289464	Vattenförekomst				618959-134205
Ellinge Utgående	6187095	393458		Bråån	WA89289464	Vattenförekomst				618959-134205
Svalöv Uppströms	6197541	380977		Svalövsbäcken	WA98617785	Övrigt vatten				619892-132943
Svalöv Nedströms	6196987	380388	50	Svalövsbäcken	WA98617785	Övrigt vatten	3650	Braån	WA55852069	619892-132943
Svalöv Utgående	6197040	380398		Svalövsbäcken	WA98617785	Övrigt vatten				619892-132943
Ekeby Nedströms	6208455	373935	40	Möllebäcken	WA98037372	Övrigt vatten	10860	VEGE Å:Humlebäcken- Hallabäcken	WA15923408	621852-132324
Ekeby Utgående	6208427	373917		Möllebäcken	WA98037372	Övrigt vatten				621852-132324
Ekebro Uppströms	6218591	370628		Vege å	WA15923408	Vattenförekomst				621649-371703
Ekebro Nedströms	6219708	369077	348	Vege å	WA15923408	Vattenförekomst				621649-371703
Ekebro Utgående	6219563	369376		Vege å	WA15923408	Vattenförekomst				621649-371703
Ekebro Före Damm	6219449	369307		Vege å	WA15923408	Vattenförekomst				621649-371703
Nyvång Uppströms	6223481	369875		Humlebäcken	WA57972404	Vattenförekomst				622158-371414
Nyvång Nedströms	6223415	369795	80	Humlebäcken	WA57972404	Vattenförekomst				622158-371414
Nyvång Utgående	6223466	369856		Humlebäcken	WA57972404	Vattenförekomst				622158-371414

Proverna upp- och nedströms var stickprov som togs med en vattenhämtare och utgående vatten samt vatten innan våtmarksdammarna var dygnsprover. Prov togs totalt fyra gånger under 2020, i mars, juni, augusti och november, för att representera lågvatten- (juni, augusti) och högvattenflöden (mars, november).

Analyserade ämnen

I rapporten *Miljöindikatorer inom ramen för nationella läkemedelsstrategin* (NLS) (Läkemedelsverket, 2015) finns en lista innehållande 22 läkemedel vars koncentrationer föreslås följas årligen i miljön. Några av ämnena i rapporten ingår i Europeiska Kommissionens bevakningslistor (1, 2 och 3) med ämnen för unionsomfattande övervakning inom vattenpolitikens område (EU) 2015/495 (EU, 2015, EU, 2018). EU:s bevakningslista, enligt ramdirektivet för vatten, är den Europeiska unionens verktyg för att inhämta övervakningsdata av hög kvalitet om potentiella vattenföroreningar. Bevakningslistorna innehåller läkemedel, men också flera bekämpningsmedel, däribland gruppen neonikotinoider. Imidakloprid, som ingår i denna studie, är ett exempel på en neonikotinoid, som också tas upp i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten som en gräns för god vattenstatus (HVMFS 2019:25). I HVMFS 2019:25 förekommer också de i undersökningen inkluderade läkemedlen Diklofenak, Ciprofloxacin, 17-alfa-etinylöstradiol, 17-beta-östradiol och ämnet bisfenol A. PFOS (perfluoroktansulfonat) och PFOA (perfluoroktansyra) har också analyserats, de är två vanligt förekommande PFAS-ämnen i miljön och PFOS är dessutom ett prioriterat ämne enligt vattendirektivet. Totalt analyserades 35 mikroföroreningar varav 27 läkemedelssubstanser, hormonet östrogen, två industrikemikalier, tre bekämpningsmedel och två perfluorerade ämnen vid Molab, Krinova Science Park. Provupparbetningen och analysmetoderna har publicerats i fyra vetenskapliga verk (Svahn, 2016; Svahn och Björklund, 2016; Svahn och Björklund, 2019 samt Svahn och Björklund, 2019). Analyserade parametrar, deras kvantifieringsgränser och standardavvikelser presenteras i Bilaga 1.

Provupparbetning och analys

I korthet såg analyskedjan ut som följer. Utgående prover från reningsverket hade volymen 50 ml och recipientproverna 500 ml. Proverna överförs direkt i fält till en SPE-kolonn (Solid Phase Extraction) med hjälp av den unika teknik som Ola Svahn har utvecklat. Genom tekniken, undviks transporter och frysförvaring som kan riskera provernas integritet. På laboratoriet upparbetas proverna vidare genom att SPE kolonnerna elueras (tvättas ur), och proverna överförs till vialer för slutanalys med masspektrometer; UPLC MS/MS. Hela analyskedjan; SPE-UPLC MS/MS, vilket är den analyskedja som rekommenderas enligt EU:s bevakningslista, förkortas därmed.

Databearbetning

Halterna upp- och nedströms och i utgående vatten från reningsverken samt utspädningen i recipienten jämfördes mellan reningsverken och en rangordning av ämnena utifrån deras halter gjordes för varje reningsverk. Summan av halterna av alla analyserade ämnen vid reningsverken beräknades för att se vilka reningsverk som belastar sina recipienter mest.

En bedömning av den ekotoxikologiska risken gjordes genom att dela funna halter med ämnenas bedömningsgrunder enligt HVMFS 2019:25, eller där bedömningsgrunder saknades, i litteraturen framtagna PNEC värden (Predicted No Effect Concentrations). Halter som hittas över bedömningsgrunderna/PNEC-värdena riskerar att ha negativ påverkan på det akvatiska ekosystemet. Bilaga 2 utgör en förteckning av bedömningsgrunder och PNEC som använts i analysen. De här värdena har olika tyngd. Bedömningsgrunderna enligt vattendirektivet som är införda i HVMFS 2019:25 har juridisk tyngd. De humanläkemedel som har bedömningsgrunder i HVMFS 2019:25 är Ciprofloxacin, Diklofenak, 17-alfa-etinylöstradiol och 17-beta-östradiol. Om bedömningsgrunden överskrids för någon av de fyra ämnena uppnår vattnet, om det är en vattenförekomst, inte god status och åtgärder behöver genomföras så att halterna minskar under bedömningsgrunden.

De PNEC i litteraturen som använts i denna studie håller ett visst kvalitetsmått eftersom de följer kvalitetsdokumenten CIS vägledningsdokument 27 eller REACH-metoden. Samtidigt är framtagna PNEC olika säkra beroende på hur många vetenskapliga studier som ligger till grund för dem. Osäkerheten i föreslagna PNEC-värden synliggörs med säkerhetsfaktorer som spänner mellan 2 och 2000. Ett PNEC med hög säkerhetsfaktor är ett relativt osäkert PNEC jämfört med ett PNEC med låg säkerhetsfaktor. I de fall där flera PNEC-värden finns tillgängliga för samma läkemedelssubstans, används i första hand de svenska bedömningsgrunderna för särskilda förorenande ämnen, i andra hand de tyska bedömningsgrunderna för särskilda förorenande ämnen, i tredje hand används PNEC med lägst säkerhetsfaktor och i fjärde hand PNEC med känd säkerhetsfaktor.

En bedömning av den totala ekotoxikologiska risken gjordes genom att summera riskkvoterna (uppmätt halt dividerat med bedömningsgrund eller PNEC) för varje enskilt ämne.

Mikroföroreningarnas verkliga utspädning i recipienten jämfördes med den teoretiska utspädningen beräknad från modellerade S-hype flöden för att se hur bra modelleringen stämmer överens med verkligheten. Den verkliga utspädningen beräknades genom att dividera varje analyserad mikroförorenings utgående halt med dess halt i recipienten för de fyra provtillfällena vid de sju reningsverken. Sedan

beräknades medelvärde för utspädningen av alla analyserade mikroföroreningar för varje provtillfälle och reningsverk. Den teoretiska utspädningen beräknades genom att dividera S-hype medelflödet för månaden vattenproven togs med månadsflödet från reningsverket.

Vattenprovet i recipienten är taget som ett stickprov och den uppmätta halten representerar därmed flödet under några sekunder. Utgående halt från reningsverken är dygnsmedelprov taget något dygn innan provet i recipienten. Det modellerade månadsmedelflödet från S-hype representerar ett typiskt snittflöde för månaden. Det är viktigt att ha skillnaden i tidshorisont i åtanke när man gör jämförelsen mellan den verkliga utspädningen och S-hype utspädningen. Det kan hända att vattenproven tas vid en tidpunkt med onormalt flöde och därmed visar låg överensstämmelse med det S-hype predikterade medelutspädningen över månaden.

På SMHI:s hemsida finns ett verktyg som visualiserar den genomsnittliga avvikelsen i procent mellan modellvärde och mätdata för flödet i stora, mellanstora och små vattendrag. I Skåne finns ett 20-tal stationer där jämförelsen har gjorts. Vid majoriteten av de skånska stationerna har avvikelsen av det modellerade flödet räknats som max $\pm 10\%$ av det mätta flödet. Två av SMHI:s flödesstationer ligger nära våra provpunkter, Ellinge och Ekeby. Avvikelsen mellan modellerad och mätt vattenföring (Q) vid stationen i Ellinge är 0,86%, en bra överensstämmelse. Avvikelsen mellan modellerad och mätt vattenföring (Q) vid stationen nära Ekeby är 11,13%. SMHI:s station nära Ekeby ligger i huvudfåran av Vege å, strax uppströms sammanflödet mellan Möllebäcken (dit Ekeby reningsverk släpper sitt vatten) och Vege å.

Påverkansanalys av läkemedelssubstanser

Inom ramen för vattendirektivet görs påverkansanalyser och statusklassificeringar för ämnen och parametrar som pekats ut inom direktivet. Påverkansanalysens beräknade risk för ett visst ämne berättar om gränsvärdet eller bedömningsgrunden riskerar överskridas och om recipienten därmed riskerar att inte uppnå god status. Påverkansanalysen är ett komplement till statusklassificeringen som kräver tillgång till uppmätta halter. I de vatten där påverkansanalysen pekat ut en "osäker" (möjlig) risk för ett visst ämne, behöver man gå vidare och analysera flera vattenprover för att fastställa om ämnet verkligen överskrider bedömningsgrunden.

Påverkansanalys enligt IVL:s beräkningssätt

Vad gäller läkemedelssubstanser har IVL gjort en modellering av risk för Diklofenak, 17-beta-östradiol och 17-alfa-etinylöstradiol som är utpekade i HVMFS

2019:25 (Ejhed, m.fl., 2018). Modellen uppskattar mängden in till reningsverket baserat på försäljningen av läkemedlet per landsting, andelen som utsöndras från kroppen och verkets storlek. Beräkningsförfarandet finns i Bilaga 3. Den uppskattade recipienthalten delas slutligen med läkemedelssubstansens bedömningsgrund för att få fram riskkvoten. Alla riskkvoter över 1 indikerar en möjlig negativ ekotoxikologisk effekt i recipienten och pekas ut som "osäker risk", det vill säga en misstänkt risk som behöver verifieras med vattenanalyser. Resultatet av den här modelleringen finns i vattendatabasen VISS (Vatteninformationssystem Sverige) under rubriken riskbedömning för Ekologisk status ytvatten och underrubriken miljögifter. Om modellen pekat ut att det finns en möjlig risk för någon/några av ämnena är den listad som "Risk", "Osäker" (det vill säga osäker risk) för det ämnet och med reningsverk som utpekad påverkanskälla.

Påverkansanalys enligt Länsstyrelsen Skånes nya beräkningssätt

Tack vare den miljöövervakning som gjorts inom ramen för detta projekt, andra projekt och provningsansökningar har vi i dagsläget tillgång till en del miljöövervakningsdata av läkemedelssubstanser för Skåne län. Med utgångspunkt i dessa data, togs ett alternativt beräkningssätt fram för att räkna ut den teoretiska risken för att halter i recipienter skall överskrida sina bedömningsgrunder eller PNEC. Metoden går ut på att man först räknar fram en utgående mängd per år och person för en läkemedelssubstans från reningsverk där verkliga mätningar gjorts genom att multiplicera den uppmätta utgående halten med utgående flöde och dela det med antalet anslutna personer för verket. Här valdes att dela med antalet personer istället för personekvivalenter eftersom personekvivalenter som beräknas utifrån inkommande BOD₇-halt även kan komma från industrier vilka inte bidrar till läkemedelsbelastningen.

Mängd UT (ng/år och person) = $\text{Halt ut (ng/l)} \times \text{Flöde ut (L/år)} / \text{Antal anslutna personer}$

Sedan beräknas en medelmängd UT (per år och person) från skånska reningsverk, genom att ta medeltalet av alla tillgängliga mängd UT värden för substansen. Även standardavvikelsen och variationskoefficienten räknas fram för att få ett mått på spridningen av data i dataunderlaget.

Medelmängd UT Skåne (ng/år och person) = Medeltal av alla mängd UT värden för substansen

Medelmängden "UT per år" från ett specifikt reningsverk räknas genom att multiplicera med antal anslutna personer.

Medelmängd UT reningsverk(ng/år) = Medelmängd UT Skåne (ng/år och person) * Antal anslutna personer

Halten i recipienten räknas ut för medel- och lågvattenföring genom att dividera medelmängden UT från reningsverket med medelvattenföringen (total stationskorrigerad vattenföring MQ 1981-2010) respektive medellågvattenföringen (total stationskorrigerad vattenföring MLQ 1981-2010).

Halt i recipient (ng/l) = Medelmängd ut (ng/år) / flöde i recipient (L/år)

Den framräknade recipienthalten (PEC) vid medelvattenföring och lågvattenföring delas slutligen med läkemedelsubstansens bedömningsgrund eller PNEC för att få fram riskkvoten. Varje ämne som får ett värde över 1 riskerar att ha negativ ekotoxikologisk effekt i recipienten.

Osäkerheten i påverkansanalysen består dels av skillnaden mellan verkligt flöde i recipienten och S-hype modellerat flöde, dels av att prediktionen av utgående halt av mikroföroreningarna från reningsverk är ett medelvärde, med ofta stor variation, av utgående halter. Ett sätt att förbättra påverkansanalysen är genom att minska medelvärdets variation. Detta kunde göras genom att räkna fram ett medelvärde för större och ett för mindre reningsverk, eftersom reningsgraden kan skilja sig mellan små och stora verk.

En jämförelse görs slutligen mellan Länsstyrelsens påverkansanalys prediktion av risk, IVL:s påverkansanalys prediktion av risk som finns i VISS och verkliga mätdata för läkemedelssubstanser som är utpekade i HVMFS 2019:25 för att se hur bra modellerna stämmer överens med verkligheten. Den här proceduren innebär inte att vi verifierar vår eget data eftersom påverkansanalysens utgående halter är en uppskattning av utgående halter, enligt IVL:s beräkningssätt teoretiska uppskattningar och enligt Länsstyrelsen Skånes beräkningssätt medelvärden av utgående halter med ofta stor variation.

Övriga miljöövervakningsdata från reningsverk i Skåne

Förutom den miljöövervakning som gjorts inom ramen för detta projekt har även ytterligare miljöövervakningsdata vid skånska reningsverk använts, främst som ingående data för att ta fram medelmängd läkemedelssubstans UT från skånska reningsverk (per år och person) inom Länsstyrelsens framtagna påverkansanalys. Uppmätta halter har också använts i jämförelsen mellan de två påverkansanalyserna (Länsstyrelsens och IVL:s) för de läkemedelssubstanser som har bedömningsgrunder enligt HVMFS 2019:25. Övriga miljöövervakningsdata som använts är från LUSKA-

och KARSK-projekten (MoLab vid Höskolan Kristianstad), screening av läkemedelsrester (utförd av SLU) och från tillståndsprövningen av Sjölanda reningsverk i Malmö Bilaga 4.

Resultat

Avloppsreningsverk i Skåne

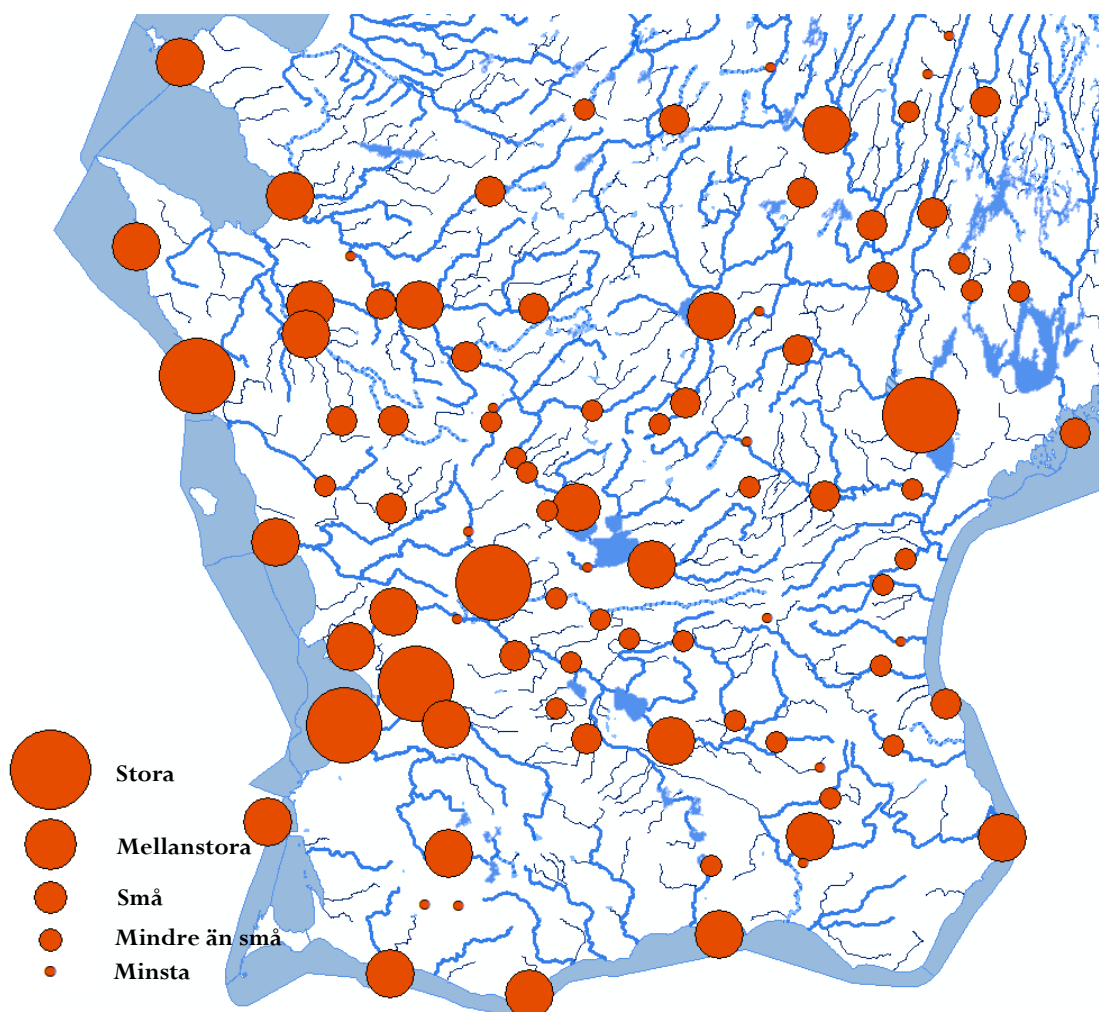
Det finns 132 avloppsreningsverk listade i databasen. Av dessa är 47 tillståndspliktiga reningsverk (>2000 tillståndsgivna personekvivalenter, B-anläggningar) med data om emissioner till vatten. De övriga 86 reningsverken är mindre reningsverk (<2000 tillståndsgivna personekvivalenter). Flera av de mindre verken har lagts ner eller har infiltration. Totalt finns 91 reningsverk med utsläpp till ytvatten i Skåne.

De 91 skånska reningsverken med utsläpp till vatten delades in i storleksklasser enligt Naturvårdsverkets rapport om avancerad rening (Naturvårdsverket, 2017) och enligt miljöprövningsförordningen (2013:251) 28 kap (Tabell 6).

Tabell 6. Antal reningsverk i Skåne med utsläpp till vatten i olika storleksklasser.

Storleksklass	Tillståndsgivna personekvivalenter	Antal reningsverk	Anläggningstyp enligt Miljöprövningsförordningen
Stora	>100 000	5	B
Mellanstora	10 001-100 000	22	B
Små	2001-10 000	20	B
Mindre än små	201-2000	28	C
Minsta	1-200	16	
Totalt antal		91	

Av dessa 91 verk är 5 stora, 22 mellanstora, 20 små, 28 mindre än små och 16 minsta. Av dessa är 47 tillståndspliktiga och 28 anmälningspliktiga enligt miljöprövningsförordningen. Den geografiska fördelningen framgår av Figur 2.



Figur 2. Skånes 91 reningsverk med utsläpp till vatten. Cirkelnas storlek representerar reningsverkens storlek enligt Stora (>100 000 tillståndsgivna personekvivalenter (PeT), Mellanstora (10 001-10000 PeT), Små (2001-10 000 PeT), Mindre än små (201-2000 PeT) och Minsta (1-200 PeT).

Tio reningsverk mottar vatten från sjukhus. Dessa är Sjölanda reningsverk, centrala reningsverket i Kristianstad, Öresundsverket, Lundåkraverket, Källby, Simrishamns, Trelleborgs, Hässleholms, Ängelholms och Ystads reningsverk.

Avancerad rening med ozon är installerad vid Simrishamns reningsverk och i Degeberga och Kivik renas utgående avloppsvatten med granulerat aktivt kol. Ombyggnad till avancerad rening är på gång i Sankt Olofs reningsverk, också där med granulerat aktivt kol. Vid Sjölanda reningsverk undersöks möjligheten för avancerad rening i samband med utbyggnaden av verket och den nya tillståndsansökan. Möjligheten till avancerad rening har även diskuterats för Öresundsverket och Lundåkraverket.

Läkemedel har tidigare undersökts vid följande tio reningsverk i Skåne; Källby reningsverk, centrala reningsverket i Kristianstad, Simrishamns-, Höganäs-, Svedala-, Klippans-, Ormanäs-, St Olof-, Gärds Köpinge och Sjölunda avloppsreningsverk. De undersökningarna har utförts inom LUSKA- och KARSK-projekten (Högskolan i Kristianstad), genom screening av läkemedelsrester (SLU) och i samband med tillståndsprövningen av Sjölundaverket.

De största reningsverken

De 15 största bland de totalt 91 avloppsreningsverken med utsläpp till vatten med avseende på anslutna personekvivalenter (större än 10 000 personekvivalenter) listas i Tabell 7 i fallande ordning.

Tabell 7. De största avloppsreningsverken i Skåne med avseende på anslutna personekvivalenter (större än 10 000 personekvivalenter) listade i fallande ordning.

Namn reningsverk	Kommun	Anslutna personekvivalenter
Sjölunda	Malmö	355 000
Öresundsverket	Helsingborg	211 944
Kristianstad	Kristianstad	118 000
Ellinge	Eslöv	100 040
Källby	Lund	95 043
Klaghamn	Malmö	42 408
Lundåkraverket	Landskrona	40 686
Ängelholm	Ängelholm	31 101
Ystad	Ystad	26 361
Trelleborg	Trelleborg	24 971
Kävlinge	Kävlinge	22 103
Hässleholm	Hässleholm	21 726
Höganäs	Höganäs	19 082
Sjöbo	Sjöbo	12 686
Svedala	Svedala	11 539

Många av de största reningsverken har utsläpp till havet. De större verk som har utsläpp till sjö eller vattendrag är centrala reningsverket i Kristianstad, Ellinge reningsverk och Källby avloppsreningsverk.

Reningsverken med störst hydraulisk påverkan på ytvattenrecipienten

Den största påverkan av utsläppsflödet i förhållande till recipientflödet listas i Tabell 8 i fallande ordning. Medellågvattenföring (MLQ) har tagits som ett

konserverativt mått för den sårbara torrperioden. Vattenföringen sjunker under torrperioder ofta till mycket lägre nivåer och utsläppsflödets andel blir då motsvarande större.

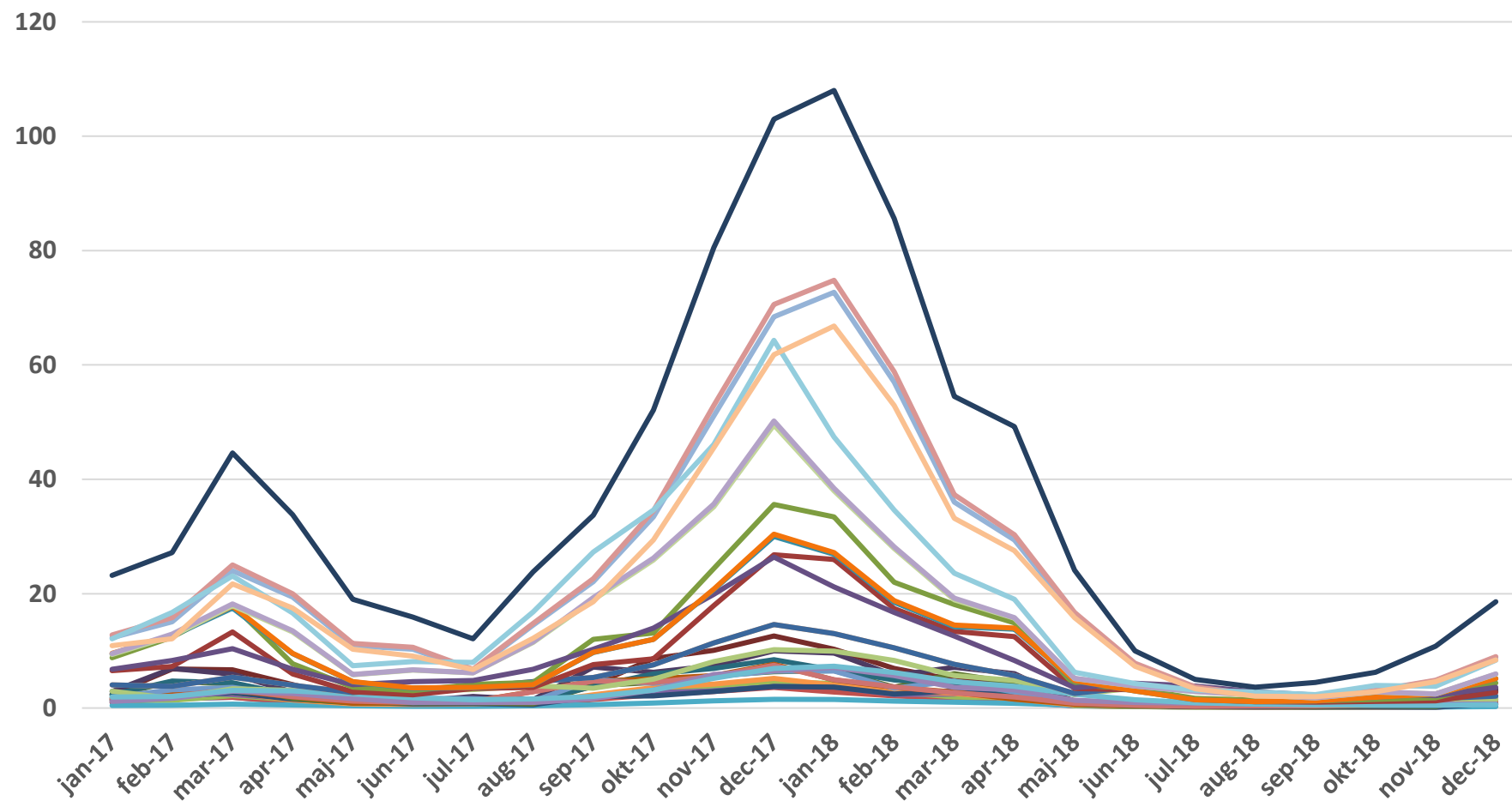
Tabell 8. Avloppsverk, som genom sitt utsläppsflöde utövar störst påverkan på recipientens flöde. Verken listas i fallande ordning efter utsläppsflödets andel av MLQ.

Namn reningsverk	Kommun	Utsläppsflödets andel av MLQ
Rosendal	Tomelilla	4,24
Svalöv	Svalöv	1,78
Nyvångsverket	Åstorp	1,62
Södra Sandby	Lund	1,22
Ellinge	Eslöv	0,79
Ekeby	Bjuv	0,75
Källby	Lund	0,74
Perstorp	Perstorp	0,69
Lyby	Hörby	0,59
Ekebro	Bjuv	0,31
Svedala	Svedala	0,30
Vinslöv	Hässleholm	0,26
Lönsboda	Osby	0,25
Kågeröd	Svalöv	0,18

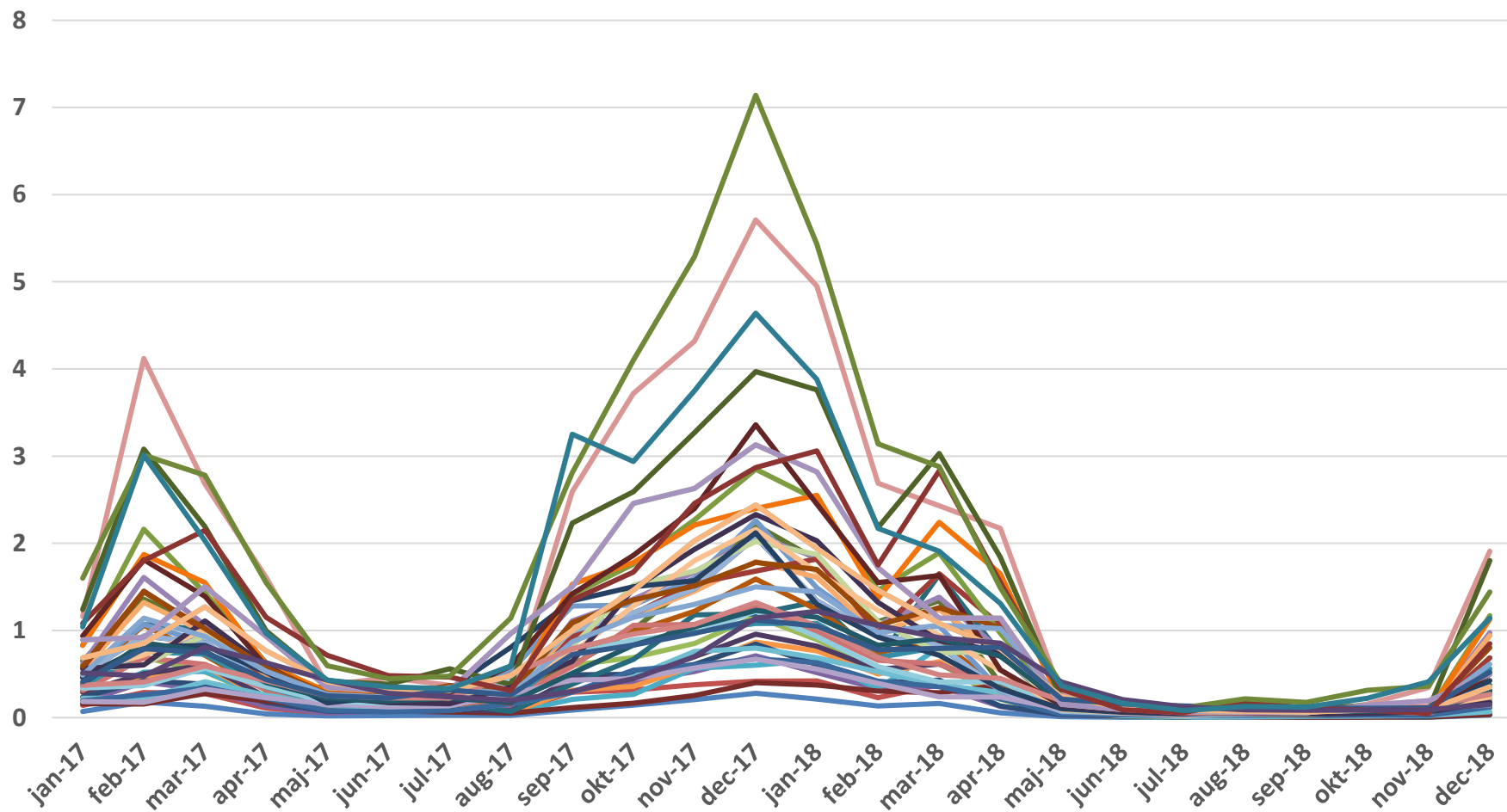
Reningsverket med störst hydraulisk påverkan är Rosendals avloppsreningsverk i Tomelilla som har ett fyra gånger så stort vattenutsläpp jämfört med medellågvattenföringen i den lilla recipienten. Svalövs reningsverk, Nyvångsverket och Södra Sandby reningsverk har också större vattenutsläpp från verket än medellågvattenföringen i recipienten. Även Ellinge, Ekeby, Källby, Perstorp och Lyby reningsverk har en relativt stor (> ca 60%) hydraulisk påverkan på sina recipienter.

Skillnaden i flöde mellan små och stora vattendrag under ett torrår och ett blötår

Under blötåret 2017, varade det lägsta vattenflödet i de större vattendragen (Figur 3) under juni månad och i de mindre vattendragen (Figur 4) under maj till och med juli månad (3 månader). Under torråret 2018, förlängdes perioden med det lägsta vattenflödet till att vara juni till november (6 månader) i de större vattendragen och maj till november (7 månader) i de mindre vattendragen.



Figur 3. Vattenflöde (m^3/s) i de större recipienterna (0,22-8,26 m^3/s , MLQ 1981-2010) till avloppsreningsverken (31 st.) januari 2017-december 2018.



Figur 4. Vattenflöde (m^3/s) i de mindre recipienterna (0,01-0,17 m^3/s , MLQ 1981-2010) till avloppsreningsverken (47 st.) januari 2017-december 2018.

Recipienternas sårbarhet vid sju reningsverk

Halter och utspädning i recipienterna

Halter (ng/l) av de 35 undersökta mikroföroreningarna i utgående vatten och nedströms i recipienten samt utspädningen i recipienten för varje mikroförorening redovisas i Bilaga 5 och Bilaga 6. Slutsatser redovisas för varje graf i Bilaga 5. Ämnena i graferna är ordnade från högst till lägst vad gäller utgående halt.

Resultaten visade att reningsverken har utsläpp av läkemedelsrester som leder till att koncentrationer i deras recipienter överskrider bedömningsgrunder och PNEC och att koncentrationerna där varierar påtagligt över året. Uppströmsprovernans genomgående lägre innehåll av läkemedel gav gott stöd till att halterna av läkemedel nedströms kunde kopplas till respektive reningsverks utsläpp. Tabell 9 sammanfattar de övergripande slutsatserna vad gäller halter i utgående vatten och nedströms samt utspädningen.

Tabell 9. Övergripande slutsatser och sammanfattning vad gäller halter i utgående vatten och nedströms i recipienten samt utspädningen i recipienten.

Månad för högst utgående halt	Månad för högst halt nedströms	Månad för lägst utspädning	Månad för högst utspädning
Augusti Tomelilla, Ellinge	Augusti Tomelilla, Ellinge, Södra Sandby, Ekebro	Juni och augusti Ellinge, Södra Sandby, Ekebro, Svalöv,	Mars och november Södra Sandby, Ellinge, Ekebro
	Juni sedan augusti Svalöv		Mars Svalöv
Augusti sedan mars Nyvång	Mars Nyvång		Augusti och november Nyvång
November Södra Sandby			
Variation mellan månader Svalöv, Ekeby		Variation mellan månader Ekeby	Variation mellan månader Ekeby
Jämt mellan månader Ekebro	Jämt mellan månader Ekeby	Jämt mellan månader Tomelilla	Jämt mellan månader Tomelilla

Vilken månad som utgående halt från reningsverken är som högst skiljer mellan verken. Tomelilla och Ellinge har högst utgående halter i augusti, Södra Sandby i november, Svalöv och Ekeby varierar mellan månader, Ekebro har liknande halter ut för de fyra provtagna månaderna och Nyvång har högst halt ut i augusti följt av mars (Tabell 9).

De flesta reningsverken har högsta nedströmshalter i augusti. Detta gäller Tomelilla, Södra Sandby, Ellinge och Ekebro. Svalöv har högst halt nedströms i juni följt av augusti. Ekeby har jämn nedströmshalt mellan de fyra månaderna och Nyvång har högst nedströmshalt i mars (Tabell 9).

Lägst utspädning nedströms i recipienten har Södra Sandby, Ellinge, Svalöv och Ekebro i juni och augusti. Nedströms Tomelilla reningsverk (Rosendal) är det ingen skillnad mellan månaderna. Ekeby har variation men oftast lägst utspädning i mars. Nyvång har lägst utspädning i mars (Tabell 9).

Vad gäller högst utspädning nedströms i recipienten är det ingen större skillnad i utspädning mellan månaderna nedströms Tomelilla reningsverk (Rosendal). Södra Sandby, Ellinge och Ekebro har högst utspädning nedströms i mars och november, Svalöv i mars och Ekeby varierar. Nyvång har högst utspädning i november eller augusti och november (Tabell 9).

Halten nedströms beror mer på halten i utgående vatten än flödet i recipienten vid Tomelilla reningsverk (Rosendal), det vill säga de månader som utgående halter är som högst är också de månader som nedströmshalten är som högst. Halten nedströms beror mer på flödet i recipienten än halten i utgående vatten vid Södra Sandby, Svalöv, Ekebro och Nyvång. Vid dessa reningsverk matchar månader med högst utgående halter inte högst halter i recipient på grund av hög utspädning de månaderna. Halten nedströms beror både på flödet i recipienten och halten i utgående vatten vid Ellinge och Ekeby. Vid dessa reningsverk matchar utgående halt ibland halten i recipienten och ibland inte.

Två av reningsverken, Ekebro och Tomelilla, har våtmarksdammar före utgående vatten. Halter av mikroföroreningar före våtmarksdammarna var ofta lite högre eller på samma nivå som utgående halter av samma ämnen. För någon enstaka mikroförorening var halten i utgående vatten mycket lägre än halten före våtmarksdammarna.

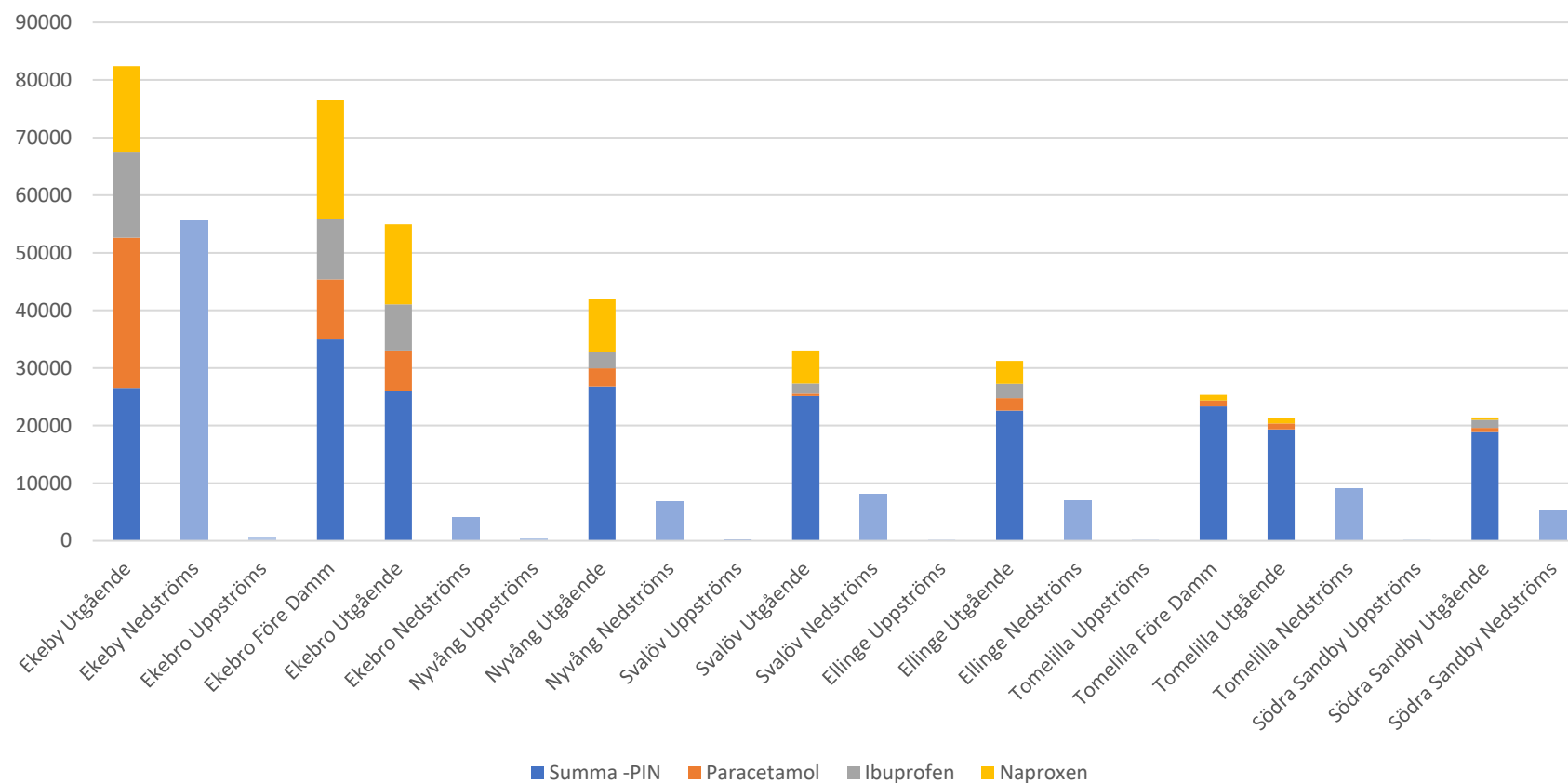
En bild av den totala koncentrationen vid reningsverken presenteras i Figur 5. Höjden på staplarna visar summan av halterna för alla 35 undersökta mikroföroreningar och de fyra provtillfällena uppströms, före våtmarksdamm, i

utgående vatten och nedströms vid de sju reningsverken. Halterna för Paracetamol, Ibuprofen och Naproxen visas i staplarna för utgående vatten, eftersom de är indikatorer för hur god reduktionsgraden är i reningsverket (Svahn och Björklund, 2017). Verken är ordnade från vänster till höger enligt utgående totalhalt.

Summahalten i utgående vatten är högst från Ekeby följt av Ekebro, Nyvång, Svalöv, Ellinge, Tomelilla och Södra Sandby. De tre smärtstillande läkemedelssubstanserna Ibuprofen, Paracetamol och Naproxen har högst uppmätta halter och utgör en betydande andel av totalhalten i utgående vatten hos reningsverken med högst totalhalt ut, Ekeby, Ekebro och Nyvång (Figur 5). I LUSKA projektet (Svahn och Björklund, 2017) konstaterades att reningsverk med effektiv rening ofta uppvisar en god förmåga att reducera koncentrationerna av dessa tre ämnen. Det är tydligt att Ekeby och Ekebro har begränsad rening av de undersökta mikroföroreningarna. Dessa reningsverk har högst totalhalt ut och är samtidigt det minsta, (1 901 pe) respektive det tredje minsta reningsverket (3 788 pe), vad gäller anslutna personekvivalenter, som undersökts i denna studie. Ellinge reningsverk som är det absolut största reningsverk som undersökts i denna studie (100 040 pe) har däremot den tredje lägsta totalhalten i utgående vatten. Reningsverkens anslutna personekvivalenter finns listade i Tabell 4.

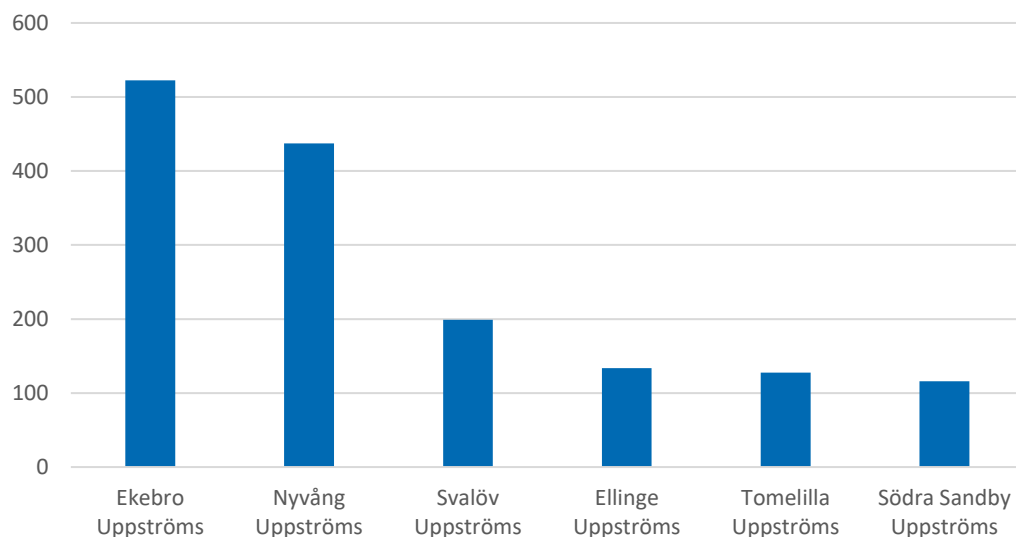
Ordningen för summahalten nedströms är Ekeby, Tomelilla (Rosendal), Svalöv, Ellinge, Nyvång, Södra Sandby och Ekebro (Figur 5). Summahalten nedströms beror dels på summahalten ut från reningsverken, dels på utspädningen i recipienten. Summahalten nedströms är betydligt högre vid Ekeby jämfört med de andra verken, vilket beror på att Ekeby har högst summahalt i utgående vatten och lägst utspädning i recipienten. Tabell 12, som listar den verkliga utspädningen i recipienten, visar att den absolut lägsta utspädningen återfanns nedströms Ekeby, där utsläppet i princip sker vid vattendragets källa. Trots att summahalten nedströms Ekeby är det högsta är summahalten nedströms Ekebro som ligger cirka 15 km nedströms Ekeby det lägsta. Ekeby bidrar med andra ord inte synligt till Ekebro's utsläpp, rent haltmässigt. Den lägsta summahalten nedströms Ekebro beror snarare på en hög utspädning i recipienten (Tabell 12) och det lilla tillskottet från Ekeby 15 km uppströms gör ingen skillnad. Figur 6 visar samtidigt att summahalten uppströms Ekebro är högst vilket kan vara ett tecken på bidrag från Ekeby.

Vid Ekebro och Tomelilla är summahalten från utgående vatten från reningsverken före våtmarksdammarna högre än i utgående vatten efter dammarna till recipient, vilket kan tolkas som att det sker en viss fastläggning eller nerbrytning i våtmarksdammarna. Reduktionen av mikroföroreningarna i våtmarksdammarna är dock inte så stor. Reduktionen är större vid Ekebro än vid Tomelilla (Figur 5).



Figur 5. Summan av halterna (ng/l) för alla 35 undersökta mikroföroreningar och fyra provtillfällen uppströms, före våtmarksdamm, i utgående vatten och nedströms vid de sju undersökta reningsverken (Ekeby saknar uppströmsprov eftersom verket ligger i början av flödet) ordnade från vänster till höger enligt utgående totalhalt. Halterna för Paracetamol, Ibuprofen och Naproxen visas separat färgkodade för utgående halt och halt före damm. ”Summa – PIN” (blå stapel) är summan av halten av de övriga mikroföroreningarna minus Paracetamol, Ibuprofen och Naproxen.

Högst summahalt uppströms reningsverken hittas vid Ekebro, Nyvång och Svalöv, även om summahalterna är väldigt låga och som högst är 0,5 µg/l, vid Ekebro (Figur 6).



Figur 6. Summan av halterna (ng/l) uppströms sex av sju reningsverk (Ekeby saknar uppströmspunkt) för alla 35 undersökta mikroföroreningar och fyra provtillfällen.

Kågeröd och Ekeby reningsverk är belägna uppströms Ekebro reningsverk, vilket kan förklara att läkemedelssubstanser som Losartan, med flera, hittas uppströms Ekebro (Tabell 10). Paracetamol hittas både uppströms Nyvångsverket och Svalövs reningsverk, vilka inte har uppströmsliggande reningsverk. Möjligen kan detta tillskott komma från enskilda avlopp. Bisfenol A hittas uppströms alla tre reningsverken, men med högst halt uppströms Ekebro. Ämnet finns i plaster i till exempel konservburkar, plastburkar, muggar och rör som används i byggbranschen. Utöver reningsverk kan deponier vara en källa till ämnet. Imidaklopid är ett insektsmedel som främst används i växthus och som således kan härstamma från ett sådant uppströms Nyvångsverket. PFOS är ett ämne som har funnits i brandsläckningsskum. Halten uppströms Nyvång kan härstamma från en brandövningsplats.

Tabell 10. Summahalter för de fyra vattenproverna (ng/l) av mikroföroreningar uppströms Ekebro, Nyvång och Svalöv reningsverk sorterade i fallande ordning. Kursiverade ämnen är inte humanläkemedel.

Ekebro	Summahalt	Nyvång	Summahalt	Svalöv	Summahalt
<i>Bisfenol A</i>	96	Paracetamol	141	Paracetamol	101
Losartan	75	Imidakloprid	106	<i>Bisfenol A</i>	36
Metoprolol	64	<i>PFOS</i>	33	Benzotriazol	14
Oxazepam	41	Ibuprofen	29	<i>Imidakloprid</i>	12
Naproxen	38	Benzotriazol	24	Naproxen	5
Tramadol	34	Tiametoxam	18	Oxazepam	5
Karbamazepin	30	<i>Bisfenol A</i>	15	Metoprolol	5
Diklofenak	28	Karbamazepin	14	Karbamazepin	3
Venlafaxin	26	Oxazepam	10	<i>PFOS</i>	3
Benzotriazol	25	Diklofenak	8	Östrogen	3
Paracetamol	19	Metoprolol	8	Losartan	3
Sulfametoxazol	12	Atenolol	7	Flukonazol	2
<i>Imidakloprid</i>	11	Flukonazol	7	Tramadol	2
Atenolol	10	Tramadol	6	Atenolol	2
Flukonazol	7	Losartan	5	Diklofenak	1
Trimetoprim	2	Venlafaxin	2	Sertralin	0,80
Östrogen	1	Östrogen	2	Sulfametoxazol	0,50
Propranolol	1	Acetamiprid	0,90		
Citalopram	0,50	Trimetoprim	0,80		
Sertralin	0,50	Propranolol	0,30		
Tiametoxam	0,02	Sulfametoxazol	0,20		

Den absoluta ordningen av mikroföroreningar skiljer sig mellan reningsverken (Tabell 11). Däremot stämmer den ungefärliga ordningen ganska bra mellan verken. De läkemedelssubstanser som hittas i högst halter är Metoprolol (ordning 1-5), Naproxen (ordning 1-3 förutom vid Tomelilla ordning 10 och Södra Sandby ordning 16), Diklofenak (ordning 2-8), Ibuprofen (ordning 2-8 förutom vid Tomelilla ordning 26), Paracetamol (ordning 3-13 förutom vid Ekeby ordning 1), Furosemid (ordning 3-11), Venlafaxin (ordning 3-12), Losartan (ordning 3-12), Oxazepam (ordning 4-13), Karbamazepin (ordning 4-15) och Tramadol (ordning 5-12).

Tabell 11. Ordningen för summahalt (upp- och nedströms samt utgående vatten, fyra månadsprov) för de analyserade mikroföroreningarna vid de sju reningsverken. Det översta ämnet i varje spalt hittades i högst halt, de övriga redovisas efter fallande halt. Kursiverade ämnen är inte humanläkemedel.

Ekeby	Ekebro	Nyväng	Svalöv	Ellinge	Södra Sandby	Tomelilla
Paracetamol	Naproxen	Naproxen	Naproxen	<i>Benzotriazol</i>	Metoprolol	Metoprolol
Ibuprofen	Ibuprofen	Metoprolol	Metoprolol	Naproxen	Diklofenak	Diklofenak
Naproxen	Paracetamol	Losartan	Furosemid	Metoprolol	Venlafaxin	Furosemid
Losartan	Losartan	Diklofenak	Karbamazepin	Losartan	Karbamazepin	Oxazepam
Metoprolol	Metoprolol	Paracetamol	Diklofenak	Ibuprofen	Ibuprofen	Tramadol
Furosemid	Furosemid	Tramadol	Tramadol	Karbamazepin	Oxazepam	Venlafaxin
Diklofenak	Diklofenak	Ibuprofen	Venlafaxin	Paracetamol	Tramadol	Losartan
Atenolol	Atenolol	Furosemid	Ibuprofen	Diklofenak	Atenolol	Karbamazepin
<i>Benzotriazol</i>	Oxazepam	Oxazepam	Losartan	Tramadol	Sulfametoxazol	Atenolol
Venlafaxin	Tramadol	Atenolol	Oxazepam	Venlafaxin	Paracetamol	Naproxen
Oxazepam	Karbamazepin	<i>Benzotriazol</i>	Sulfametoxazol	Furosemid	Furosemid	Paracetamol
Tramadol	Venlafaxin	Venlafaxin	Erythromycin	Atenolol	Losartan	<i>Benzotriazol</i>
Sulfametoxazol	<i>Benzotriazol</i>	Karbamazepin	Paracetamol	Oxazepam	<i>Benzotriazol</i>	Sulfametoxazol
Sertralin	Sulfametoxazol	Sulfametoxazol	Atenolol	Sulfametoxazol	Citalopram	Erythromycin
Karbamazepin	<i>Bisfenol A</i>	Erythromycin	<i>Benzotriazol</i>	Citalopram	Erythromycin	Citalopram
<i>Bisfenol A</i>	Clarithromycin	Flukonazol	Citalopram	<i>Bisfenol A</i>	Naproxen	Propranolol
Erythromycin	Trimetoprim	Trimetoprim	Trimetoprim	Flukonazol	Trimetoprim	Flukonazol
Flukonazol	Propranolol	Citalopram	Flukonazol	Trimetoprim	<i>Imidaklopid</i>	Azitromycin
Citalopram	Flukonazol	Clarithromycin	<i>Bisfenol A</i>	Erythromycin	Sertralin	<i>Bisphenol A</i>
Trimetoprim	Sertralin	Azitromycin	Sertralin	Azitromycin	Flukonazol	Trimetoprim
Östrogen	Citalopram	Ciprofloxacin	<i>Imidaklopid</i>	Propranolol	Propranolol	Sertralin
Propranolol	Östrogen	<i>Bisfenol A</i>	Propranolol	Sertralin	Clarithromycin	Clarithromycin
Ciprofloxacin	Erythromycin	Propranolol	Ciprofloxacin	Clarithromycin	<i>Bisfenol A</i>	Ciprofloxacin
<i>Imidaklopid</i>	Ciprofloxacin	Sertralin	Ketoconazol	Östrogen	Ciprofloxacin	<i>Imidaklopid</i>
Ketoconazol	Azitromycin	<i>Imidaklopid</i>	Clarithromycin	<i>Imidaklopid</i>	Azitromycin	Östrogen
Azitromycin	17-beta-östradiol	<i>PFOA</i>	Azitromycin	Ciprofloxacin	<i>PFOA</i>	Ibuprofen
Clarithromycin	<i>Imidaklopid</i>	Östrogen	Östrogen	Tiametoxam	Östrogen	Ketoconazol
<i>PFOA</i>	Ketoconazol	Ketoconazol	<i>PFOA</i>	Ketoconazol	Zolpidem	Zolpidem
17-beta-östradiol	Zolpidem	Tiametoxam	Zolpidem	<i>PFOA</i>	Acetamiprid	Tiametoxam
Zolpidem	Acetamiprid	<i>PFOA</i>	<i>PFOA</i>	<i>PFOA</i>	<i>PFOA</i>	Acetamiprid
<i>PFOA</i>	<i>PFOA</i>	Zolpidem	Tiametoxam	Acetamiprid	Methotrexate	Methotrexate
Acetamiprid	Methotrexate	17-beta-östradiol	Acetamiprid	Zolpidem	Ketoconazol	17-beta-östradiol
Methotrexate	<i>PFOA</i>	Acetamiprid	Methotrexate	Methotrexate	17-beta-östradiol	17-alfa-etinylöstradiol
Tiametoxam	Tiametoxam	Methotrexate	17-beta-östradiol	17-beta-östradiol	17-alfa-etinylöstradiol	<i>PFOA</i>
17-alfa-etinylöstradiol	17-alfa-etinylöstradiol	17-alfa-etinylöstradiol	17-alfa-etinylöstradiol	17-alfa-etinylöstradiol	Tiametoxam	<i>PFOA</i>

Bedömning av recipienternas sårbarhet

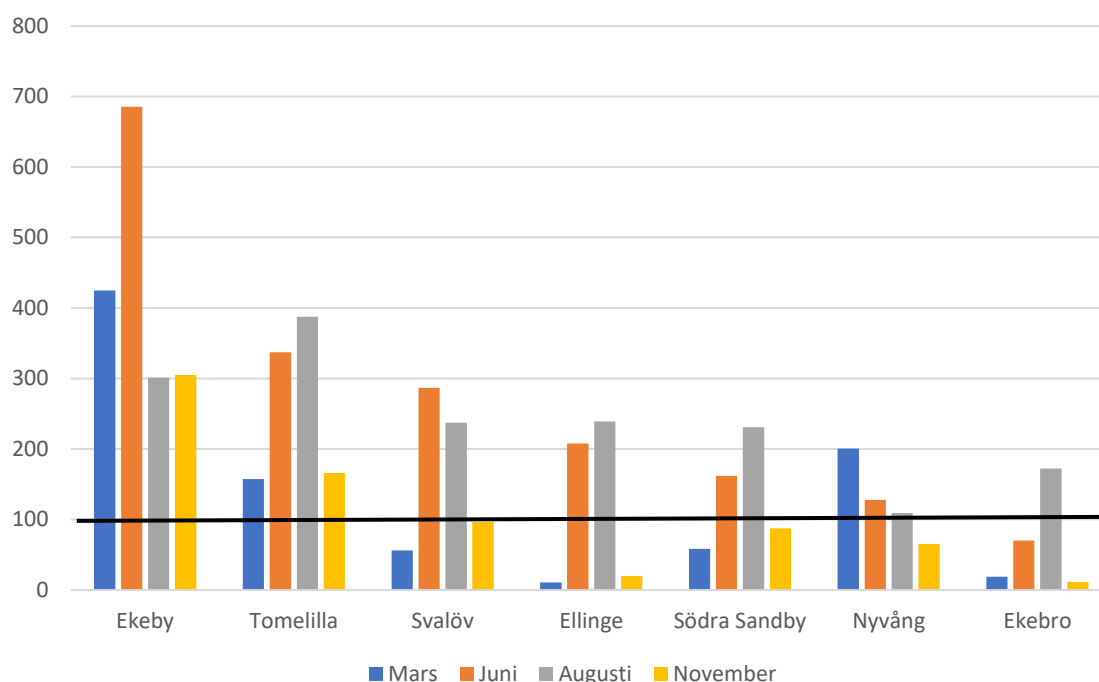
Miljöriskbedömningen av recipienternas sårbarhet för de undersökta ämnena (såväl läkemedelssubstanserna som övriga mikroföroreningar) visade att åtta ämnen, varav sex läkemedelssubstanser, överskred sina bedömningsgrunder enligt HVMFS 2019:25 eller PNEC vid ett eller flera tillfällen vid ett eller flera reningsverk (Tabell 12). Det finns risk för giftpåverkan på det akvatiska ekosystemet från minst fyra ämnen nedströms vart och ett av de sju verken.

De läkemedelssubstanser som överskrider sina bedömningsgrunder eller PNEC mest är i fallande ordning Citalopram, Oxazepam, Diklofenak, Furosemid, 17-beta-östradiol och Clarithromycin. Citalopram och Oxazepam hittas i halter över sina PNEC vid alla sju reningsverken och alla månader förutom Oxazepam nedströms Ellinge där ämnet endast överskred sitt PNEC i juni och augusti (Tabell 12).

Tabell 12. Var och när halter i recipienterna överskridit bedömningsgrunden enligt HVMFS 2019:25 (markerade med *) eller, för övriga ämnen, överskridit PNEC (Predicted No Effect Concentration). Ämnen som överskrider sina gränser även uppströms är färgade i aprikos.

Citalopram		Oxazepam		Diklofenak*		PFOS*		Imidakloprid*		Furosemid		17-beta-östradiol*		Clarithromycin	
Ekeby Nedströms	Mars	Ekeby Nedströms	Mars	Ekeby Nedströms	Mars	Ekeby Nedströms	Mars	Ekeby Nedströms	Mars	Tomelilla Nedströms	Mars	Ekeby Nedströms	Mars	Södra Sandby Nedströms	Augusti
Ekeby Nedströms	Juni	Ekeby Nedströms	Juni	Ekeby Nedströms	Juni	Ekeby Nedströms	Juni	Ekeby Nedströms	Juni	Tomelilla Nedströms	Juni	Nyvång Nedströms	Mars		
Ekeby Nedströms	Augusti	Ekeby Nedströms	Augusti	Ekeby Nedströms	Augusti	Ekeby Nedströms	Augusti	Ekeby Nedströms	Augusti	Tomelilla Nedströms	Augusti	Ekebro Nedströms	Mars		
Ekeby Nedströms	November	Ekeby Nedströms	November	Ekeby Nedströms	November	Ekeby Nedströms	November	Ellinge Nedströms	Juni	Ellinge Nedströms	Juni	Ekebro Nedströms	Juni		
Tomelilla Nedströms	Mars	Tomelilla Nedströms	Mars	Tomelilla Nedströms	Mars	Ellinge Nedströms	Augusti	Södra Sandby Nedströms	Juni	Ellinge Nedströms	Augusti	Ekebro Nedströms	Augusti		
Tomelilla Nedströms	Juni	Tomelilla Nedströms	Juni	Tomelilla Nedströms	Juni	Nyvång Uppströms	Mars	Nyvång Uppströms	Juni	Nyvång Nedströms	Mars				
Tomelilla Nedströms	Augusti	Tomelilla Nedströms	Augusti	Tomelilla Nedströms	Augusti	Nyvång Uppströms	Juni	Nyvång Uppströms	Augusti	Svalöv Nedströms	Juni				
Tomelilla Nedströms	November	Tomelilla Nedströms	November	Tomelilla Nedströms	November	Nyvång Uppströms	Augusti	Nyvång Nedströms	Juni	Svalöv Nedströms	Augusti				
Ellinge Nedströms	Mars	Ellinge Nedströms	Juni	Ellinge Nedströms	Juni	Nyvång Nedströms	Mars	Nyvång Nedströms	Augusti						
Ellinge Nedströms	Juni	Ellinge Nedströms	Augusti	Ellinge Nedströms	Augusti	Nyvång Nedströms	Juni	Ekebro Uppströms	Juni						
Ellinge Nedströms	Augusti	Södra Sandby Nedströms	Mars	Södra Sandby Nedströms	Juni	Nyvång Nedströms	Augusti	Ekebro Nedströms	Juni						
Ellinge Nedströms	November	Södra Sandby Nedströms	Juni	Södra Sandby Nedströms	Augusti	Nyvång Nedströms	November								
Södra Sandby Nedströms	Mars	Södra Sandby Nedströms	Augusti	Nyvång Nedströms	Mars	Svalöv Nedströms	Augusti								
Södra Sandby Nedströms	Juni	Södra Sandby Nedströms	November	Nyvång Nedströms	Juni	Ekebro Nedströms	Augusti								
Södra Sandby Nedströms	Augusti	Nyvång Nedströms	Mars	Nyvång Nedströms	Augusti										
Södra Sandby Nedströms	November	Nyvång Nedströms	Juni	Svalöv Nedströms	Juni										
Nyvång Nedströms	Mars	Nyvång Nedströms	Augusti	Svalöv Nedströms	Augusti										
Nyvång Nedströms	Juni	Nyvång Nedströms	November	Ekebro Nedströms	Augusti										
Nyvång Nedströms	Augusti	Svalöv Nedströms	Mars												
Nyvång Nedströms	November	Svalöv Nedströms	Juni												
Svalöv Nedströms	Mars	Svalöv Nedströms	Augusti												
Svalöv Nedströms	Juni	Svalöv Nedströms	November												
Svalöv Nedströms	Augusti	Ekebro Uppströms	Juni												
Svalöv Nedströms	November	Ekebro Uppströms	Augusti												
Ekebro Uppströms	Augusti	Ekebro Nedströms	Mars												
Ekebro Nedströms	Juni	Ekebro Nedströms	Juni												
Ekebro Nedströms	Augusti	Ekebro Nedströms	Augusti												
Ekebro Nedströms	November														

Av de fyra undersökta läkemedlen som har bedömningsgrunder fastställda i HVMFS 2019:25 noterades Diklofenak för högst halter i recipienten. I Figur 7 visas halten Diklofenak nedströms samtliga reningsverk vid de fyra mättillfällena. Bedömningsgrunden 100 ng/l överskrids nedströms alla undersökta reningsverk vid ett till alla fyra provtillfällena. Vid Nyvång, Elling och Ekebro, vars recipienter är vattenförekomster uppnås måttlig ekologisk status med avseende på ämnet.



Figur 7. Halten Diklofenak (ng/l) nerströms reningsverken vid de fyra provtillfällena. Bedömningsgrunden 100 ng/l är markerad med svart linje.

De båda hormonerna 17-alfa-etinylöstradiol och 17-beta-östradiol har också bedömningsgrunder enligt HVMFS 2019:25, vars årsmedelvärde anges till 0,035 ng/l respektive 0,4 ng/l. Analysmetodens kvantifieringsgräns är 0,1 ng/l för båda ämnena i recipientproverna. Recipienten i Ekeby kunde noteras för ett mätvärde av 17-beta-östradiol i mars månad på 12 ng/l och i Ekebro var halterna 0,6, 1,5 samt 4 ng/l i mars, juni och augusti månad. Även recipienten i Nyvång noterades för ett för högt marsvärde; 0,6 ng/l. Analysvärdenas relevans stärks av uppmätta halter i utgående avloppsvatten (Bilaga 4 och 5). Vattenförekomsten nedströms Ekebro uppnår därmed måttlig status med avseende på 17-beta-östradiol. 17-alfa-etinylöstradiol kunde däremot inte detekteras i något av de analyserade proverna.

Antibiotikan Ciprofloxacin analyserades endast vid tre tillfällen; juni, augusti och november. I HVMFS 2019:25 anges den maximalt tillåtna koncentrationen för Ciprofloxacin till 100 ng/l i inlandsytvatten. Den högsta uppmätta halten i

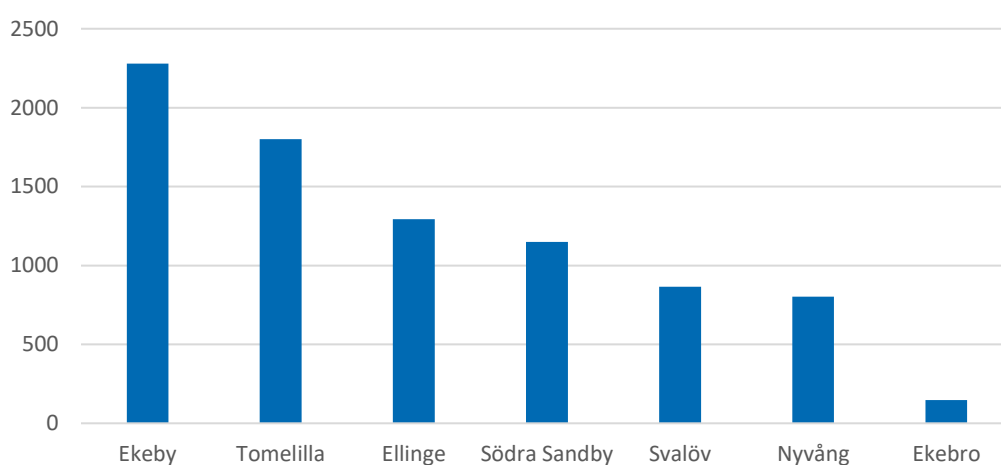
recipienten är 68 ng/l i Ekeby, följt av Svalöv 43 ng/l. Funna halter överstiger därmed inte bedömningsgrunden (Bilaga 4 och 5).

Ämnena PFOS och Imidakloprid är inga humanläkemedel men däremot är PFOS ett prioriterat ämne och Imidakloprid har bedömningsgrundenligt HVMFS 2019:25. Det perfluorerade ämnet PFOS härstammar främst från brandsläckningsskum från brandövningsplatser, men kan också till viss del härstamma från tvätt av PFAS-innehållande textilier, det vill säga, reningsverk kan också vara källor till PFOS. Eftersom PFOS i princip inte bryts ner och har många källor så har ämnet fått en diffus spridning i vattenmiljön och låga halter kan hittas i de flesta vatten. I en sammanställning av statistik över funna halter av perfluorerade ämnen åren 2000-2015 i svensk miljö (Boström, 2015) bedömdes medianen för bakgrundshalter av PFOS i svenska vatten vara 0,55 ng/l, medianhalten vid diffus påverkan 7,7 ng/l och medianhalten i utgående vatten från reningsverk 8,4 ng/l. Gränsvärdet för PFOS i vattenfasen är 0,65 ng/l, det vill säga, endast lite högre än bakgrundshalten enligt denna sammanställning. Gränsvärdet för vattenfasen bedöms som osäker eftersom den har räknats om från gränsvärdet för biota och används endast för att peka ut vatten med möjliga problem, där fiskanalyser sedan kan bekräfta eller avfärda risken. De flesta funna halter i denna studie var antingen under kvantifieringsgränsen 3 ng/l, runt halten för diffus påverkan eller runt utgående halt från reningsverk. Vid Ekebro hittades ingen detekterbar PFOS halt uppströms verket men däremot i utgående vatten och nedströms. Ekeby har ingen uppströmslokal eftersom verket ligger i början av vattendraget och PFOS hittades både i utgående vatten och nedströms. Vid Svalöv hittades PFOS både uppströms, i utgående vatten och nedströms reningsverket. Vid Ellinge hittades detekterbara PFOS halter endast nedströms reningsverket. Vid Tomelilla och Södra Sandby är alla halter under kvantifieringsgränsen utom ett lågt värde i utgående vatten från Södra Sandby. Den plats som förtjänar mest uppmärksamhet är Nyvång. Här förekom högre halter än halter vid diffus påverkan och utgående vatten från reningsverk, både uppströms i utgående vatten och nedströms reningsverket. Det kan med andra ord finnas både en lite större källa uppströms reningsverket och via reningsverket (Bilaga 4 och 5).

Imidakloprid är ett insektsmedel som används i växthus och djurstallar för bekämpning av skadeinsekter, vid betning av sockerbetor och som djurläkemedel mot parasitangrepp i främst hund och katt. Ämnet hittas i halter över sin bedömningsgrund 5 ng/l nedströms alla sju reningsverken utom Tomelilla och Svalöv. De två högsta halterna var 313 ng/l nedströms Södra Sandby i juni och 244 ng/l i utgående vatten från Svalöv i juni. Det är oklart om källan vid Södra Sandby är uppströms verket eller via verket, då halterna både uppströms och i utgående vatten från verket i juni var låga. Vid Nyvång och Ekebro hittas halter över

bedömningsgrunden även uppströms verken. Vad gäller Nyvång är den större källan till ämnet uppströms verket eftersom halterna upp- och nedströms verket är högre än i utgående vatten. Vad gäller Ekebro verkar det finnas ett visst bidrag från reningsverket månaderna juni och augusti (Bilaga 4 och 5).

Figur 8 visar ordningen på reningsverken vad gäller den sammanlagda ekotoxikologiska påverkan nedströms i recipienten, det vill säga summan av riskkvoterna för alla undersökta mikroföroreningar och provtillfällena. Den totala ekotoxikologiska påverkansrisken är störst nedströms Ekeby följt av Tomelilla, Ellinge, Södra Sandby, Svalöv, Nyvång och Ekebro.



Figur 8. Den sammanlagda ekotoxikologiska påverkan (summan av alla riskkvoterna, där varje kvot är uppmätt halt delad med bedömningsgrund eller PNEC) nedströms de sju reningsverken. Summan inkluderar alla de analyserade mikroföroreningarna och de fyra månadsproven och lämpar sig endast för jämförelse mellan verken i denna undersökning.

Verklig och teoretisk utspädning i recipienten

En jämförelse värd att göra är mikroföroreningarnas verkliga utspädning i recipienten jämfört med den teoretiska utspädningen om man utgår från modellerade S-hype flöden från SMHI för samma månader och år som proverna togs (Tabell 13).

För 10 av 28 värden (36% av värdena) överskattar S-hype den verkliga utspädningen med upp till 5 gånger (som minst 1,5 gånger). För 7 av 28 värden (25 % av värdena) överskattar S-hype den verkliga utspädningen med mellan 5 och 10 gånger, för 7 av 28 värden (25%) överskattar S-hype den verkliga utspädningen 10-30 gånger och för 4 av 28 värden (14%) är överskattningen mer än 30 gånger (Tabell 13).

Ekeby är det reningsverk med sämst överensstämmelse med S-hype, 3 av 4 värden är en överskattning av utspädning på mer än 10 gånger och ett extremtillfälle där överskattningen är 241 gånger. Ellinge är däremot det reningsverk med bäst överensstämmelse med S-hype utspädningen. Största överskattningar av utspädning är för mars och november månad. Bäst överensstämmelse är för juni och augusti (Tabell 13).

S-hype modellerar anmärkningsvärt mycket högre flöden i recipienterna än det verkliga flödet. Den teoretiska utspädningen räknat från S-hype modelleringen av flödet blir därför större än den verkliga utspädningen. Den verkliga koncentrationen av ett utsläppt ämne i recipienten är med andra ord högre än vad man förutser med hjälp av S-hype.

Tabell 13. Vänster tabell är en jämförelse mellan den verkliga utspädningen i recipienten jämfört med den teoretiska utspädningen om man utgår från modellerade S-hype flöden vid de undersökta reningsverken och månaderna. Höger tabell är en rangordning av S-hype överskattningen.

Ren.verk/ månad	Verklig utspädning	Utspädning S-hype	S-hype/Verklig utspädning
Ekebro			
Mars	35	871	25
Juni	10	63	6
Aug.	6	48	8
Nov.	36	787	22
Ekeby			
Mars	1	238	241
Juni	1	19	17
Aug.	2	14	8
Nov.	2	153	95
Ellinge			
Mars	35	169	5
Juni	2	15	8
Aug.	2	12	5
Nov.	17	114	7
Nyvvång			
Mars	4	157	45
Juni	5	16	3
Aug.	8	13	2
Nov.	11	74	7
Svalöv			
Mars	12	277	22
Juni	5	14	3
Aug.	3	12	3
Nov.	6	238	42
S. Sandby			
Mars	8	197	24
Juni	3	11	4
Aug.	3	8	3
Nov.	8	67	8
Tomelilla			
Mars	3	68	25
Juni	2	8	5
Aug.	3	5	1
Nov.	2	25	11

Ren.verk/ månad	S-hype/ Verklig utspädning
Ekeby mars	241
Ekeby nov.	95
Nyvvång mars	45
Svalöv nov.	42
Ekebro mars	25
Tomelilla mars	25
S. Sandby mars	24
Svalöv mars	22
Ekebro nov.	22
Ekeby juni	17
Tomelilla nov.	11
S. Sandby nov.	8
Ekebro aug.	8
Ekeby aug.	8
Ellinge juni	8
Ellinge nov.	7
Nyvvång nov.	7
Ekebro juni	6
Ellinge aug.	5
Ellinge mars	5
Tomelilla juni	5
S. Sandby juni	4
Svalöv aug.	3
S. Sandby aug.	3
Nyvvång juni	3
Svalöv juni	3
Nyvvång aug.	1,6
Tomelilla aug.	1,5

Påverkansanalys av läkemedelssubstanser

Länsstyrelsen Skånes nya beräkningssätt

Citalopram (lågt PNEC, 0,075 ng/l och hög säkerhetsfaktor, 2000, se vidare resonemang under diskussion) är det ämne som, enligt den teoretiska beräkningen, riskerar att överskrida sitt PNEC-värde vid flest reningsverk, det vill säga nedströms 34 reningsverk, till och med vid medelvattenföring. Oxazepam (PNEC, 10 ng/l och säkerhetsfaktor, 52) bedöms överskrida sitt PNEC-värde nedströms 28 reningsverk vid medellågvattenföring. Diklofenak som har bedömningsgrund i HVMFS 2019:25, bedöms överskrida sin bedömningsgrund nedströms 17 reningsverk vid medellågvattenföring. Erythromycin, Sertalin, Furosemid och Östradiol (17-beta-östradiol, som har bedömningsgrund enligt HVMFS 2019:25) bedöms överskrida sina PNEC-värden respektive bedömningsgrund nedströms 12 reningsverk vid medellågvattenföring. Clarithromycin bedöms överskrida sitt PNEC nedströms 7 reningsverk vid medellågvattenföring och Ciprofloxacin som också är ett särskilt förorenande ämne enligt vattendirektivet bedöms överskrida sin bedömningsgrund nedströms vid endast ett reningsverk vid medellågvattenföring (Tabell 14).

Tabell 14. Resultat från påverkansanalysen enligt Länsstyrelsen Skånes nya beräkningssätt. Ämnen som riskerar att överskrida sin bedömningsgrund (BG)* eller Predicted No Effect Concentration (PNEC) nedströms reningsverk i Skåne vid medelvattenföring (MQ) och medellågvattenföring (MLQ) är rosafärgade. Ju högre värdet är över värdet 1 desto större potentiell risk.

Reningsverk/Läkemedel	Citalopram		Oxazepam		Diklofenak*		Erythromycin	Sertalin	Furosemid	Östradiol*	Clarithromycin	Ciprofloxacin*	
	Risikkvot	PNEC/MQ	PNEC/MLQ	PNEC/MQ	PNEC/MLQ	BG/MQ	BG/MLQ	PNEC/MLQ	PNEC/MLQ	PNEC/MLQ	BG/MLQ	PNEC/MLQ	BG/MLQ
Rosendal		409	7370	8	149	2	30	17	12	11	12	5	2
Nyvångsverket		181	4042	4	82		17	9	7	6	6	3	
Svalöv		97	3796	2	77		16	9	6	6	6	3	
S. Sandby		192	2882	4	58		12	7	5	4	4	2	
Källby		425	2234	9	45	2	9	5	4	3	3	2	
Ekeby		113	1581	2	32		6	4	3	2	2	1	
Lyby		46	1556		31		6	4	3	2	2	1	
Ellinge		112	1234	2	25		5	3	2	2	2		
Vinslöv		79	1206	2	24		5	3	2	2	2		
Svedala		101	1056	2	21		4	2	2	2	2		
Perstorp		82	809	2	16		3	2	1	1	1		
Ekebro		46	797		16		3	2	1	1	1		
Staffanstorp		69	391	1	8		2						
Sjöbo		28	331		7		1						
Lönsboda		26	315		6		1						
Hässleholm		102	291	2	6		1						
Klippan		48	279		6		1						
Kågeröd		14	208		4								
Örkelljunga		38	196		4								
Sösådal		21	163		3								
Vittsjö		32	155		3								
Ormanäs		26	152		3								
Kävlinge		25	129		3								
Ängelholms		17	92		2								
Tollarp		11	87		2								
Hästveda		24	63		1								
Kristianstad		11	59		1								
Sibbhult		8	58		1								
Borgeby		9	45										
Broby		2	18										
Knislinge		2	15										
Ljungbyhed		3	13										
Osby		3	11										
Kvidinge		1	6										
Antal reningsverk med risikkvot ≥ 1		34	34	12	28	2	17	12	12	12	12	7	1

IVL:s beräkningssätt

Diklofenak är det särskilda förorenande ämne som bedöms riskera överskrida sin bedömningsgrund vid flest reningsverk (10 st): Ellinge, Rosendal (Tomelilla), Källby, Staffanstorp, Nyvång, Ekeby, Södra Sandby, Svedala, Hässleholm och Älmhult (Tabell 15).

Tabell 15. Reningsverken, de särskilda förorenande ämnena och vattnen som pekats ut av IVL:s påverkansanalys och som finns införda i VISS (Vatteninformationssystem Sverige).

Reningsverk	Läkemedel	Vattenförekomstens namn
Ellinge	Diklofenak	Bråån:Kävlingeån-Damm i Rolfsberga
Ellinge	17-alfa-etinylöstradiol	Bråån:Kävlingeån-Damm i Rolfsberga
Ellinge	17-beta-östradiol	Bråån:Kävlingeån-Damm i Rolfsberga
Rosendal	Diklofenak	Örupsån
Rosendal	17-alfa-etinylöstradiol	Örupsån
Källby	Diklofenak	HÖJE Å: Önnerupsbäcken-källa
Källby	17-alfa-etinylöstradiol	HÖJE Å: Önnerupsbäcken-källa
Staffanstorp	Diklofenak	HÖJE Å: Önnerupsbäcken-källa
Nyvång	Diklofenak	Humlebäcken
Ekeby	Diklofenak	VEGE Å:Humlebäcken-Hallabäcken
Södra Sandby	Diklofenak	KÄVLINGEÅN: Bråån-Ålabäcken
Svedala	Diklofenak	SEGE Å: Spångholmsbäcken-Börringesjön
Sjöbo	17-beta-östradiol	KÄVLINGEÅN: Vombsjön-Tranåsbäcken
Hässleholm	Diklofenak	Finjasjön
Älmhult (länsgräns)	Diklofenak	Drivån: Krusån- Källa

Jämförelse mellan de två påverkansanalyserna och uppmätta halter i recipienten

En jämförelse görs mellan IVL:s modells prediktion av risk, vår modells prediktion av risk och mätdata för läkemedelssubstanser som har bedömningsgrunder enligt HVMFS 2019:25 i Tabell 16.

Diklofenak är det vattendirektivsämnade som bedöms överskrida sin bedömningsgrund, 100 ng/l, nedströms flest reningsverk. Alla recipienter är vattenförekomster förutom fyra som är övrigt vatten. Dessa är Rosendals (Tomelilla), Södra Sandby, Svalövs och Ekeby reningsverk som också ingått i miljöövervakningsdelen i denna studie. Vårt beräkningssätt bedömer risk nedströms 17 reningsverk medan IVL:s beräkningssätt, vars resultat finns i VISS, bedömer risk nedströms 9 reningsverk. Det finns begränsat med miljöövervakningsdata, men

nedströms alla de 9 reningsverk där mätningar av Diklofenak har skett överskrider bedömningsgrunden. Vårt beräkningssätt förutspådde korrekt att det fanns risk vid alla dessa 9 reningsverk, medan IVL:s beräkningssätt förutspådde risk vid 7 av dessa 9 reningsverk. IVL:s beräkningssätt missade med andra ord att peka ut två av reningsverken där miljöövervakningsdata bekräftar risk (Tabell 16).

Vad gäller 17-beta-östradiol bedömer vårt beräkningssätt ett överskridande av bedömningsgrunden 0,4 ng/l nedströms 12 reningsverk medan IVL:s beräkningssätt bedömer överskridande nedströms 2 reningsverk. Mätningar av 17-beta-östradiol har skett nedströms 7 reningsverk där det vid 3 av dem påvisades halter i recipienten som överskred bedömningsgrunden och vid 4 var det inga överskridanden. Vår beräkningsmodell gjorde 3 korrekta och 4 felaktiga bedömningar och IVL:s modell gjorde 3 korrekta 4 felaktiga bedömningar (Tabell 16).

17-alfa-etinylöstradiol bedöms riskera överskrida sin bedömningsgrund nedströms 3 reningsverk enligt IVL:s modell, men mätningar visar inte på någon överträdelse vid de 2 verk där mätdata finns. Ämnet har överhuvudtaget inte hittats i halter över detektionsgränsen vid något av de 8 reningsverk i Skåne där ämnet har analyserats. Därför har vi inte har kunnat göra en bedömning med vår modell (Tabell 16).

Ciprofloxacin bedöms överskrida sin bedömningsgrund nedströms ett reningsverk enligt Länsstyrelsens påverkansanalys, vilket inte bekräftas av mätdata. Ämnet ingick inte i IVL:s beräkningar (Tabell 16).

Med detta mycket begränsade underlaget från miljöövervakningen ser man så här långt att båda beräkningsmodellerna gör ungefär lika många korrekta riskbedömningar (vår beräkningsmodell har 2 mer korrekta bedömningar). Däremot förefaller vår beräkningsmodell överskatta risken lite oftare än IVL:s modell (5 överskattningar, 0 underskattningar, 12 korrekta) medan IVL:s modell verkar underskatta risken oftare än vår modell (3 överskattningar, 5 underskattningar, 10 korrekta). Länsstyrelsens modell har inga underskattningar alls.

Tabell 16. En jämförelse mellan Länsstyrelsen Skånes påverkansanalys (Lst) prediktion av risk, IVL:s påverkansanalys prediktion av risk (från VISS) och mätdata för de fyra humanläkemedel som har bedömningsgrunder enligt HVMFS 2019:25.

Läkemedel	Diklofenak			17-beta-östradiol			17-alfa-etinylöstradiol			Ciprofloxacin		
Reningsverk	Möjlig risk Lst	Möjlig risk IVL	Mätdata bekräftar risk	Möjlig risk Lst	Möjlig risk IVL	Mätdata bekräftar risk	Möjlig risk Lst	Möjlig risk IVL	Mätdata bekräftar risk	Möjlig risk Lst	Möjlig risk IVL	Mätdata bekräftar risk
Rosendal	JA	JA	JA	JA	NEJ	NEJ	INGEN DATA	JA	NEJ	JA	INGEN DATA	NEJ
Nyvångsverket	JA	JA	JA	JA	NEJ	JA						
S.Sandby	JA	JA	JA	JA	NEJ	NEJ						
Källby	JA	JA	JA	JA	NEJ	INGEN DATA	INGEN DATA	JA	INGEN DATA			
Ekeby	JA	JA	JA	JA	NEJ	JA						
Ellinge	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ	INGEN DATA	JA	NEJ			
Svedala	JA	JA	JA	JA	NEJ	INGEN DATA						
Svalövs	JA	NEJ	JA	JA	NEJ	NEJ						
Ekebro	JA	NEJ	JA	JA	NEJ	JA						
Staffanstorps	JA	JA	INGEN DATA									
Hässleholms	JA	JA	INGEN DATA									
Lyby	JA	NEJ	INGEN DATA	JA	NEJ	INGEN DATA						
Vinslöv	JA	NEJ	INGEN DATA	JA	NEJ	INGEN DATA						
Perstorp	JA	NEJ	INGEN DATA	JA	NEJ	INGEN DATA						
Sjöbo	JA	NEJ	INGEN DATA	NEJ	JA	INGEN DATA						
Lönsboda	JA	NEJ	INGEN DATA									
Klippan	JA	NEJ	INGEN DATA									

Övriga miljöövervakningsdata vid reningsverk i Skåne

Rangordningen av läkemedelssubstanser vid reningsverk utifrån halt var i stort sett densamma inom LUSKA och KARSK projekten som i denna studie. Med andra ord kan ungefär samma topp tio ämnen förväntas vid alla reningsverk i Skåne. Samtidigt kan flera ämnen med hög halt upptäckas ju fler ämnen som undersöks. Detta framgår i resultatet från miljögiftsscreeningen av läkemedel där ca 90 läkemedelssubstanser mättes vid Källby reningsverk i Lund. Där hittades Metformin, Lamotrigine, Tramadol, Hydrochlorothiazide (HCTZ) och O-Desmethylvenlafaxin med högst halter nedströms verket.

Övriga reningsverk förutom de som ingått i denna studie där halter av Diklofenak i recipienten har överskridit bedömningsgrunden är Svedala och Källby. Det innebär att vattenförekomsterna där deras recipienter ingår kommer att få måttlig status med avseende på Diklofenak.

Diskussion

Det främsta målet med det här projektet var att göra en prioriteringsordning för skånska reningsverk inför uppgradering till avancerad rening av miljöfarliga ämnen som läkemedel. En kartläggning har gjorts av skånska reningsverk. Kartläggningen visade att det finns totalt 91 reningsverk med utsläpp till vatten i Skåne. Förutom storleken på reningsverken, det vill säga att de största verken vad gäller anslutna personer också är de reningsverk som har störst utsläpp, är det också viktigt att ta recipienternas storlek i beaktande.

Många av de största reningsverken i Skåne, Sjölunda i Malmö, Öresundsverket i Helsingborg, Klagshamn i Malmö, Lundåkraverket i Landskrona, Ängelholms, Ystads, Trelleborgs och Höganäs reningsverk har utsläpp till "det stora" havet (Tabell 7). Samtidigt har mätningar visat att läkemedelssubstanser förekommer i anslutning till reningsverk med utsläpp till hav, även om de blandas ut i stora vattenvolymer. För Skånes del har detta observerats för Sjölunda reningsverk i Malmö. Som en del i den nya tillståndsansökningen för utökad verksamhet (man planerar att koppla flera andra reningsverk till Sjölunda) har mätningar av läkemedelssubstanser gjorts i utgående vatten och i Lommabukten på fyra provtagningslokaler. Sådana substanser hittades både i yt- och bottenvatten på alla lokaler och läkemedlet Diklofenak, som har bedömningsgrund i HaV:s föreskrifter, hittades i halter som i medeltal uppgick till en tredjedel av dess bedömningsgrund 10 ng/l för saltvatten (Tabell 3 i Bilaga 4). Mätningarna är ett underlag för beslut om avancerad rening vid Sjölunda.

Den andra prioriteringslistan som togs fram för reningsverk med utsläpp till vattendrag och sjöar visar reningsverkens hydrauliska påverkan på ytvattenrecipienten (Tabell 6). I den här listan visar andra reningsverk störst hydraulisk påverkan. Stor hydraulisk påverkan innebär att utsläppsflödet från reningsverket är stort i förhållande till recipientflödet vilket i sin tur innebär att utsläppta ämnen har låg utspädning i recipienten. Låg utspädning innebär i sin tur högre halter av utsläppta ämnen i recipienten och därmed större risk för negativ miljögiftspåverkan. Enligt denna lista har Rosendals reningsverk i Tomelilla, Svalövs reningsverk, Nyvångsverket i Åstorp, Södra Sandby reningsverk, Ellinge reningsverk i Eslöv, och Ekeby reningsverk i Bjuv störst risk för påverkan på sina recipienter. Det var också dessa reningsverk plus Ekebro reningsverk i Bjuv (som ligger nedströms Ekeby och valdes för att studera kumulativa effekter), som valdes att ingå i miljöövervakningsstudien, för att undersöka om verken hade betydande recipientpåverkan vad gäller läkemedel. Inget av dessa reningsverk har något sjukhus påkopplat, utan förekomsten av läkemedel i verken kommer från hushållen.

Mycket riktigt bekräftade mätningarna av läkemedelssubstanser vid de utvalda reningsverken risk för giftpåverkan i recipienterna (Tabell 12). Halterna av Diklofenak och 17-beta-östradiol, som har bedömningsgrunder enligt HaV:s föreskrifter 2019:25, överskred sina bedömningsgrunder vid flera av reningsverken. Diklofenak överskred sin bedömningsgrund nedströms alla sju reningsverken och 17-beta-östradiol nedströms tre reningsverk (Figur 7 och Tabell 12). Ämnena kommer från reningsverken eftersom de inte detekteras eller detekteras i låga halter uppströms verken. Detsamma gäller för de flesta undersökta ämnen. Eftersom bedömningsgrunderna är framtagna med ekotoxikologiska studier som grund, finns det med andra ord risk för en negativ miljögiftspåverkan på vattenorganismerna nedströms alla studerade reningsverk. Vid reningsverken i Nyvång, Ellinge och Ekebro där recipienterna är vattenförekomster och därmed ska uppnå miljö kvalitetsnormen god ekologisk status till 2027, visade resultaten att de mottagande vattenförekomsterna endast uppnår måttlig status, med hög, medel, respektive låg tillförlitlighet. För 17-beta-östradiol överskreds bedömningsgrunden nedströms Ekebro, Ekeby och Nyvångsverket. Vid Ekebro och Nyvång, där recipienterna är vattenförekomster, uppnår de mottagande vattenförekomsterna måttlig status med hög respektive låg tillförlitlighet.

Åtminstone vid Nyvång, Ellinge och Ekebro, där recipienterna är vattenförekomster som uppnår måttlig status med avseende på Diklofenak eller 17-beta-östradiol, med medel eller hög tillförlitlighet och som har miljö kvalitetsnormen att uppnå god status till 2027, behöver åtgärder genomföras så att halterna i recipienterna underskrider bedömningsgrunden. Enligt Vattenmyndigheternas föreslagna åtgärdsprogram för 2021-2027 (samrådshandling) föreslås Naturvårdsverket ta fram tillsynsvägledning för avloppsreningsverk. Naturvårdsverket har på regeringens uppdrag sedan 2018 fördelat investeringsbidrag för installation av teknik för rening av läkemedelsrester och andra mikroföroreningar på svenska avloppsreningsverk, liksom för kunskapshöjande insatser. Vattenmyndigheterna skriver att givet att Naturvårdsverket får fortsatt uppdrag och finansiering av regeringen så fortsätter detta arbete. De skriver också att Naturvårdsverket bör fortsätta verka för utveckling av avancerad rening i samband med tillståndsprövning av avloppsreningsverk, när frågan aktualiseras. Dessutom föreslår de att Läkemedelsverket ska arbeta för att minska risken för negativ påverkan från läkemedelssubstanser på vattenmiljön genom att påverka EU-lagstiftning, stödja forskning och främja mer hänsynsfull användning av läkemedel inom den receptfria handeln. Slutligen ska Länsstyrelserna och kommunerna genom sin tillsyn arbeta för att minska utsläppen.

Halterna som uppmättes i projektet jämfördes inte bara med de gränsvärden och bedömningsgrunder som finns inom ramen för vattendirektivet, utan även med

PNEC-värden. Två läkemedel, Citalopram och Oxacepam, överskred sina PNEC-värden i alla prover (Tabell 12). För Citalopram användes ett väldigt lågt PNEC-värde 0,075 ng/l med en hög säkerhetsfaktor på 2000. Detta PNEC-värde valdes bland de två föreslagna PNEC-värdena för ämnet eftersom det var det enda med känd säkerhetsfaktor och känd metod. För Oxazepam användes PNEC-värdet 10 ng/l med säkerhetsfaktor 52. Detta PNEC värde är säkrare. Eftersom överskridande av dessa två ämnen vid så många reningsverk (trots höga säkerhetsfaktorer) kan vara en indikation på påverkan har läkemedelssubstanserna skickats som förslag på kandidater för nya särskilda förorenande ämnen till Havs- och vattenmyndigheten.

Två sätt att bedöma den totala belastningen av läkemedelssubstanser i recipienten är att beräkna summahalten och den sammanlagda ekotoxikologiska risken för påverkan nedströms (Figur 6 och 8). Summahalten nedströms var betydligt högre vid Ekeby jämfört med de andra verken. Ordningen enligt fallande summahalter nedströms var Ekeby, Tomelilla (Rosendal), Svalöv, Ellinge, Nyvång, Södra Sandby och Ekebro. Den totala ekotoxikologiska risken för påverkan var störst nedströms Ekeby följt av Tomelilla, Ellinge, Södra Sandby, Svalöv, Nyvång och Ekebro. Med andra ord har Ekeby och Tomelilla de mest belastade recipienterna och Ekebro den minst belastade recipienten bland de studerade reningsverken enligt båda måtten. Summahalten och den sammanlagda ekotoxikologiska risken stämmer i sin tur ganska bra överens med den teoretiska beräkningen av hydraulisk påverkan enligt vilken Tomelilla (Rosendal) beräknades ha störst påverkan på flödet och Ekebro minst påverkan bland de studerade reningsverken. Ekeby, som belastade sin recipient mest beräknades vara 6e i ordningen vad gäller hydraulisk påverkan. Med andra ord var Ekeby en större påverkanskälla än vad som förutspåddes från beräkningen av enbart hydraulisk påverkan. Detta beror troligtvis på att reningsverket ligger i början av vattendraget medan S-hype flödet som använts i beräkningen, är flödet i mynningen på vattendraget, ca 11 km bort.

Utöver kunskap om vilka ämnen som hittas i halter som riskerar att ha ekotoxikologiska effekter i recipienten är det också bra att känna till vilka ämnen som hittas i höga halter i recipienten, eftersom framtida forskning och riskutvärdering kan innebära en sänkning vad gäller PNEC som leder till att läkemedel som idag inte bedöms utgöra någon ekotoxikologisk risk i framtiden gör det. Bland de 29 läkemedelssubstanser som undersöktes i denna studie skilde sig den absoluta ordningen mellan reningsverken. Däremot stämde den ungefärliga ordningen ganska bra mellan verken (Tabell 11). De läkemedelssubstanser som hittas bland de högsta halterna är i ungefärlig rangordning Metoprolol, Naproxen, Diklofenak, Ibuprofen, Paracetamol, Furosemid, Venlafaxin, Losartan, Oxazepam, Karbamazepin och Tramadol. Ordningen stämmer ganska bra överens med

resultatet från LUSKA-projektet där i stort sett samma läkemedelssubstanser mättes vid Kristianstad, Simrishamn, Höganäs, Svedala, Klippan, Ormanäs, Sankt Olof, Gärd's Köpings reningsverk. Ordningen från LUSKA var Metoprolol, Diklofenak, Karbamazepin, Losartan, Naproxen, Oxazepam och Ibuprofen (Bilaga 4). Inom ramen för den nationella screeningen av miljögifter analyserades ca 90 läkemedelssubstanser vid Källby reningsverk. Haltordningen av funna läkemedelssubstanser nedströms i recipienten var Metformin, Lamotrigine, Tramadol, O- Desmethylvenflaxine, Hydrochlorothiazide, Losartan, Metoprolol (Bilaga 4). Med andra ord kan andra ämnen visa sig betydande när flera substanser undersöks. Dessutom tar Källby reningsverk i Lund emot avlopp från ett av Skånes största sjukhus; vissa substanser förekommer därför kanske i mängder som avviker från vad som kan förväntas från flertalet reningsverk.

Enligt S-hype modelleringen av recipientflödet var det låga flödet under juni och augusti och höga flöden under mars och november blötåret 2017, vilket får representera ett mer normalår än år 2018 som var mycket torrt. Det var utifrån detta underlag (Figur 3 och 4) som dessa månader valdes för provtagning för att både representera omständigheter där utspädningen av utsläppta ämnen är hög (vid höga flöden) och låg (vid låga flöden). Funna halter av de undersökta ämnena bekräftade vårt val av provtagningsmånader (Tabell 9). Fyra reningsverk visade högst nedströmshalter i augusti och ett reningsverk visade högst nedströmshalt i juni följt av augusti, då flödet och därmed utspädningen var som lägst. Lägst halter hittades i mars och november nedströms tre reningsverk och endast i mars nedströms ett reningsverk, då flödet och därmed utspädningen var som högst. Alla reningsverk följde inte detta mönster. Att ta vattenprov vid flera tillfällen vid olika förväntade flödessituationer ger trots allt en bättre bild av haltvariationen.

Bland humanläkemedlen påträffades bland annat Paracetamol uppströms Nyvång och Svalöv reningsverk som inte har annat reningsverk uppströms (Tabell 10). Det kan betyda att halten uppströms i dessa fall snarare härstammar från enskilda avlopp, vilket är en bra påminnelse om att även enskilda avlopp kan vara källor till läkemedelssubstanser. Bland de övriga ämnen som inte var läkemedelssubstanser hittades Bisfenol A, Imidaklopid och PFOS som kan härstamma från deponier, växthus respektive brandövningsplatser.

Jämförelsen mellan den verkliga utspädningen av utsläppta ämnen och den teoretiska utspädningen beräknat från S-hype modellerade recipientflöden visade att utspädningen var lägre i verkligheten än vad modellen förutspådde för provtagningsmånaderna år 2020. S-hype överskattade utspädningen mest för månaderna mars och november (Tabell 13). Ekeby var det reningsverk med sämst överensstämmelse troligen på grund av att provet togs i början av flödet medan det

S-hype modellerade flödet predikterar flödet i mynningspunkten. Ellinge visade bäst överensstämmelse troligen på grund av att det finns en flödesstation där. Resultaten indikerar att verkliga recipienthalter troligen kommer att vara högre än vad som förutspås med hjälp av en påverkansanalys som använder modellerade flöden.

Påverkansanalyserna som redovisas i denna studie använder modellerade S-hype flöden i sina prediktioner. I den här rapporten jämfördes resultatet med den i projektet utarbetade påverkansanalysen med IVL:s påverkansanalys, och uppmätta halter i recipienten (Tabell 16). Skillnaden mellan Länsstyrelsens Skånes och IVL:s påverkansanalys är att IVL predikterar utgående halter utifrån försäljningsstatistik och reduktionsgrad i reningsverk medan Länsstyrelsens modell beräknar utgående halt utifrån statistisk om utgående halter av ämnet vid skånska reningsverk. Det visade sig att båda beräkningssätten ger ungefär lika många korrekta riskbedömningar. Däremot verkar Länsstyrelsen Skånes beräkningssätt överskatta risken lite oftare än IVL:s beräkningssätt medan IVL:s beräkningssätt verkar underskatta risken oftare än Länsstyrelsen Skånes beräkningssätt. Länsstyrelsen Skånes beräkningssätt visade inga underskattningar alls. Överensstämmelsen mellan de två beräkningssätten och mätdata var bäst för ämnet Diklofenak. Ämnena 17-beta-östradiol och framför allt 17-alfa-etinylöstradiol har visat sig svåra att hitta och forskarna är i färd med att undersöka orsaken. Det här innebär att dessa två ämnen visar en sämre överensstämmelse med påverkansanalysen, det vill säga att de inte detekteras där påverkansanalysen pekat ut risk. För övrigt kan man förvänta sig att det finns risk i ännu flera vatten än som pekats ut i påverkansanalysen eftersom vi i jämförelsen mellan verklig utspädning och S-hype modellerad utspädning kunde konstatera att S-hype överskattar utspädningen i recipienten.

Vid reningsverk där mätningar av läkemedelssubstanser inte har skett kan påverkansanalysen ge en indikation på var det kan finnas problem. Den påverkansanalys som togs fram av Länsstyrelsen Skåne pekar ut 17 skånska reningsverk där det finns risk att bedömningsgrunden för Diklofenak överskrids och vid 12 av dessa finns det även risk att bedömningsgrunden för 17-beta-östradiol överskrids (Tabell 16). Nästa steg kan därmed vara att analysera Diklofenak nedströms reningsverk som pekats ut och där mätningar inte ännu skett nämligen vid reningsverken i Lyby, Vinslöv, Perstorp, Staffanstorp, Lönsboda, Hässleholm, Sjöbo (det mesta infiltreras) och Klippan och 17-beta-östradiol nedströms reningsverken i Källby, Svedala, Lyby, Vinslöv, Perstorp reningsverk för att bekräfta vattnets status.

När allt fler reningsverk får fullskalig rening kan det bli attraktivt att använda det renade avloppsvattnet som resurs, till exempel till bevattning inom jordbruket. Samtidigt innebär detta att recipienten skulle fräntas ett kanske nödvändigt tillskott

av vatten. Analysen av flödet över det blöta året 2017 och det torra året 2018, (Figur 3 och 4), visade att torråret 2018 hade en lång period med väldigt låga flöden. För de 47 reningsverk i Skåne som har utsläpp till väldigt små recipienter varade lågflödet från maj till november (7 månader) och för de 31 reningsverk som har utsläpp till lite större recipienter varade lågflödet från juni till november (6 månader), med andra ord hela odlingssäsongen. Om man ser det torra året 2018 som en representant för hur det kan komma att se ut allt oftare i en framtid med allt tydligare klimatpåverkan, så är det tydligt att det kommer att råda en målkonflikt mellan å ena sidan att använda renat avloppsvatten som resurs och å andra sidan att ha tillräckligt med vatten i vattendragen. En möjlig väg kunde vara att magasinera renat utgående vatten från november till maj och använda detta till bevattning under sommarmånaderna. Samtidigt skulle en sådan lösning kräva stora magasineringsmöjligheter.

Arbetet framåt

Det här arbetet kan användas som grund och avstamp för flera olika ansträngningar som behöver göras av olika instanser i samhället för att lösa problemet med läkemedelssubstanser och andra mikroföroreningar i våra naturliga recipienter.

Resultaten från studien indikerar att problemet med läkemedelssubstanser nedströms reningsverk troligen är större än vad som hittills bedömts med hjälp av den befintliga påverkansanalysen framtagna av IVL Svenska Miljöinstitutet, då mätdata bekräftat överskridanden av bedömningsgrunder inom vattendirektivet nedströms flera reningsverk än vad som förutspås av påverkansanalysen. Den här studien visar att även små reningsverk kan ha risk för påverkan av läkemedelssubstanser i nedströmsliggande recipient om recipienten är liten. Halterna av Diklofenak överskred bedömningsgrunden vid alla sju undersökta reningsverken, även nedströms de tre minsta reningsverken Ekeby (1 901 Pe), Svalöv (3 111 Pe) och Ekebro (3 788 Pe) och halter av 17-beta-östradiol överskred sin bedömningsgrund nedströms Nyvång, Ekeby och Ekebro. Även om det inom ramen för vattendirektivet endast finns krav på åtgärder för vatten som räknas som vattenförekomster, vilket enligt resultaten i den här studien skulle innebära krav vid Ellinge, Ekebro och Nyvångsverket, så kan man ur ett bredare miljöperspektiv anse att där överskridande av bedömningsgrunder indikerar en risk för negativ påverkan på vattenmiljön borde en dialog med verksamheten ske. Detta är dessutom endast bilden för de två av de fyra humanläkemedel som det finns lagstadgade bedömningsgrunder för. Det förekommer hundratalet andra läkemedel nedströms reningsverk som det inte finns bedömningsgrunder för och som potentiellt kan ha en påverkan på vattenmiljön, antingen enskilt eller i kombination med andra ämnen. Jämförelser med framtagna PNEC i litteraturen indikerar att det troligen finns ytterligare substanser som kan vara problematiska. Funna halter för ytterligare fyra läkemedel överskred föreslagna PNEC, där Citalopram och Oxazepam utmärker sig som mest problematiska. Den nya påverkansanalysen pekade ytterligare ut Erythromycin, Sertalin, Furosemid, Clarithromycin som potentiellt problematiska. I detta sammanhang har Havs- och vattenmyndigheten ett viktigt jobb med att ta fram bedömningsgrunder för flera läkemedelssubstanser så att miljörisken för flera relevanta ämnen ska kunna bedömas i recipienter. Här kan det finnas utmaningar. Havs- och vattenmyndigheten tar fram bedömningsgrunder baserat på ekotoxikologiska data och de flesta läkemedelssubstanser som är godkända för användning innan 2006 saknar tillförlitliga ekotoxikologiska data (Gunnarsson et al., 2019; European Commission, 2019). Samtidigt kan HaV genom att hålla utkik efter signaler från miljöövervakningen på nya ämnen med potentiell risk söka eller efterfråga sådan tillförlitliga data.

Alla substanserna som visar på påverkan eller möjlig påverkan är receptbelagda, förutom Diklofenak i gel för utvärtes bruk. Det vill säga, deras användning begränsas till vad som är nödvändigt utifrån en medicinsk bedömning och förskrivningarna kan troligtvis inte begränsas. Substitution med ett annat ämne kräver att ett sådant finns och det är därmed inte säkert att det nya ämnet har mindre miljöpåverkan. Vi står inför det faktum att de flesta läkemedelssubstanser är framtagna för att vara effektiva vid väldigt låga halter och för att vara tillräckligt persistenta för att klara vår magtarmkanal för att nå rätt receptor i kroppen och därför också indirekt blir väldigt potenta miljöfarliga ämnen. Substitution och begränsningar i förskrivningar kanske endast bidrar till en marginell minskning av utsläppen. Vad gäller Diklofenak, skulle användningen begränsas ytterligare genom att även geler receptbelades. Vidare utvärdering får visa om införda begränsningar leder till att halterna i recipienterna av åtminstone Diklofenak kan påverkas denna väg, men som sagt finns det troligen ytterligare läkemedel som är problematiska och som vi inte har bedömningsgrunder för eller tillräcklig kunskap om idag.

En annan lärdom från denna studie är att hushållens utsläpp av läkemedel är stora nog att riskera påverka vattenorganismer nedströms reningsverken eftersom bedömningsgrunder överskrids. Inget av reningsverken i denna studie har sjukhus uppströms, utan läkemedelssubstanserna som kommer in och sedan ut ur reningsverken härstammar från hushållen och eventuella behandlingshem. Att installera lokal rening på delflödet från sjukhusen kommer därför inte att vara tillräckligt för att lösa problemet med läkemedelsutsläpp generellt. Sådana insatser kan däremot motverka utsläpp av antibiotika i höga halter från sjukhus, vilket korrekt utformat skulle kunna minska spridningen av resistenta bakterier. I en undersökning genomförd av MoLab och Region Skåne där bland annat antibiotika från olika punktkällor i avloppsnätet på Skånes Universitetssjukhus i Lund undersöktes så noterades flera antibiotika, bland annat Ciprofloxacin, i sådana halter som är resistensdrivande (Region Skåne 2018). Eftersom sådan lokal rening inte är tillräcklig och begränsad förskrivning eller substitution inte heller räcker, kommer vi att stå inför faktum att många reningsverk kommer att behöva införa kompletterande reningssteg eller göra en total ombyggnation för fullskalig rening. Om fullskalig rening skulle införas för flertalet reningsverk i Sverige skulle det krävas helt andra resurser än de Regeringen hittills har avsatt. Samtidigt har Sverige åtagit sig att nå målen inom vattendirektivet, vilket är att uppnå god status senast 2027 i vatten som är utpekade som vattenförekomster. Vad skulle kloka strategier kunna vara på kort och lång sikt? Är den bästa lösningen att centralisera reningen till få reningsverk med avancerad teknik dit alla avlopp från en stor radie kopplas, eller kan även befintliga reningssteg effektivt utvecklas och utgöra fullgoda alternativ, utan komplett ombyggnation? En fördel med att ha kvar små verk är att vattnet eventuellt kan bli en resurs för till exempel bevattning. Om allt avloppsvatten leds

till kusterna så finns inte detta alternativ längre. Kanske är lösningen en kombination av båda varianterna.

Naturvårdsverket ska enligt Vattenmyndigheternas förslag till åtgärdsprogram 2021-2027 (samrådsmaterial) ta fram tillsynsvägledning för avloppsreningsverk riktade till Länsstyrelserna och kommunerna för att minska utsläppen av prioriterade ämnen och särskilda förorenande ämnen (bland annat läkemedel) så att miljökvalitetsnormerna för vatten ska kunna följas. Inom ramen för åtgärden ska Naturvårdsverket även ge vägledning angående egenkontrollen, speciellt vad gäller ämnen som inte regleras genom utsläppsvillkor i verksamheters tillstånd och/eller ämnen där miljörapport inte krävs enligt föreskrift, men som ändå påverkar eller riskerar att påverka statusen i vattenförekomster. Innan denna vägledning är på plats har det varit svårt för Länsstyrelserna och kommunerna att bedriva sådan tillsyn. Reningsverken byggdes på 30-talet och framåt för att minska utsläppen av näringsämnen och organiskt material. Flera steg i reningsmetoden är lagt till sedan dess, men huvudsyftet är fortfarande att rena näringsämnen och organiskt material. Villkoren i deras tillstånd ställer endast krav på utgående halter av fosfor, kväve och BOD₇ (biologisk syreförbrukning, vilket är ett indirekt mått på organiskt material). Tillsynsmyndigheterna ställer i dagsläget främst krav enligt vad som står i tillståndet. Samtidigt är den nya verkligheten att kraven i vattendirektivet gäller idag. Miljöbalken slår fast i Kap 5 § 11 att myndigheter och kommuner ansvarar för att miljökvalitetsnormerna för vatten följs och enligt Kap 5 § 11 ska myndigheter och kommuner inom sina ansvarsområden vidta de åtgärder som behövs enligt ett åtgärdsprogram som fastställts enligt 5 §, det vill säga följa Vattenmyndigheternas åtgärdsprogram, vilket säger att Länsstyrelserna och kommunerna ska bedriva tillsyn, omprövning och provning så att miljökvalitetsnormerna följs. Länsstyrelserna och kommunerna behöver med andra ord bedriva tillsyn och provning för att uppnå miljökvalitetsnormen efter bästa förmåga även om det i dagsläget saknas vägledning. Inom tillsynen behöver en utveckling av egenkontrollen och verksamhetens påverkan på förhållanden i recipienten (recipientkontrollen) ske för att tydliggöra för både verksamhetsutövare och tillsynsmyndigheter hur verksamheten påverkar vattenförekomsternas status. Den kunskapen ska sedan ligga till grund för bedömningar, i tillståndsprövningar och tillsyn, av vilka förebyggande och förbättrande åtgärder som behövs vid de berörda verksamheterna, för att miljökvalitetsnormerna för vatten ska kunna följas. Att införa avancerad rening vid reningsverken kräver en omprövning av verksamheten.

Länsstyrelserna som miljöövervakare och beredningssekretariat för klassificering enligt vattendirektivet behöver i större utsträckning kartlägga situationen i sina län för att peka ut vatten som inte uppnår god vattenstatus och där åtgärder behöver genomföras.

VA-branschens ökade medvetenhet om problemet med läkemedelssubstanser och andra mikroföroreningar ökar engagemanget för att hitta lösningar genom till exempel uppströmsarbete och genom att vara aktiva vad gäller att söka pengar för uppgraderad rening. Samhället i stort borde även arbeta för att minska behovet av läkemedelsanvändning genom att arbeta förebyggande med folkhälsa som friskvård och arbete för att förebygga psykisk ohälsa.

Resultaten i denna rapport visar på betydelsen av att inkludera recipientens sårbarhet för att kunna säkerställa en hållbar och cirkulär vattenhantering. Inte bara vid utsläpp av potentiella läkemedelsrester utan alla föroreningar från aktörer längs med en recipient. Dels för att möjliggöra återanvändning av renat vatten, dels för att möjliggöra en ökad produktivitet och nyetablering inom det skånska näringslivet utan att recipientens flora och fauna påverkas negativt. Om havet som omger Skåne ska kunna nå en ekologisk balans och förses med rent vatten från friska vattendrag behöver vi därmed jobba ännu mer samordnat och proaktivt med uppströmsarbete. Uppströmsarbete som innebär att alla aktörer ökar sin kunskap för cirkulär ekonomi där farliga ämnen som finns i produkter och konstruktioner ska försvinna ur kretsloppen och omhändertas så att de inte hamnar i naturen och orsakar mark- och vattenföroreningar. En fullt utvecklad cirkulär ekonomi är inte bara långsiktigt hållbar utan leder också till nya arbetstillfällen, tillväxt och utveckling av befintliga och nya företag, vilket är ett av Region Skånes uppdrag.

Referenser

Boström, G., 2015. Högfluorerade ämnen i den svenska miljön – sammanställning av data från 2000 till 2015. Underlagsrapport till Naturvårdsverkets regeringsuppdrag Screening av förekomster av miljögifter.

Ejhed, H., Hansson, K., Lind, E., Rosenblom, T., Tengdelius Brunell, J., 2018. Beräkning av utsläpp av läkemedelsrester från kommunala avloppsreningsverk och potentiell koncentration i recipientvatten. SMED, Svenska MiljöEmissionsData Rapport Nr 7 2018.

Europeiska Kommissionen, 2015. 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

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

European Commission, 2019. Communication from the commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social Committee. European Union Strategic Approach to Pharmaceuticals in the Environment. Brussels, 11.3.2019 COM (2019) 128 final

Golovko, O., Lundqvist, J., Örn, S., Ahrens, L., 2020. Assessing the cumulative pressure of micropollutants in Swedish wastewater effluents and recipient water systems using integrated toxicological and chemical methods. Kemiska och biologiska analyser I anslutning till reningsverk för att följa upp de beräkningar som gjordes i regeringsuppdraget om avancerad rening. Sveriges lantbruksuniversitet.

Gunnarsson, L., Snape, J.R., Verbruggen, B., Owen, S.F., Kristiansson, E., Margiotta-Casaluci, L., Österlund, T., Hutchinson, K., Leverett, D., Marks, B., Tyler, C.R., 2019. Pharmacology beyond the patient – The environmental risks of human drugs. Environment International, Volume 129, August 2019; Pages 320-332.

HVMFS 2019:25. Havs- och vattenmyndighetens författningssamling. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. Beslutade den 10 december 2019.

Jonstrup, M., Höglind, L., Svahn, O., Björklund, E., Cimbritz, M., 2020. Avancerad rening vid Sjölanda ARV. Förstudie. Reviderad slutrapport 200818. VASYD.

Läkemedelsverket, 2004. Miljöpåverkan från läkemedel samt kosmetiska och hygieniska produkter. Rapport från Läkemedelsverket, augusti 2004. Miljöprövningsförelörden, SFS nr: 2013:251.

Läkemedelsverket, 2015. Miljöindikatorer inom ramen för nationella läkemedelsstrategi (NLS). Rapport från CBL-kansliet, Läkemedelsverket.

Region Skåne, (Tibell, C., Milenkovski, S.), 2019. Regional handlingsplan för läkemedel och miljö 2015-2018 Slutrapport.

Region Skåne, (Norman, A., m.fl), 2020. Det öppna Skåne 2030. Skånes utvecklingsstrategi:
www.skane.se/regionalutvecklingsstrategi

Naturvårdsverket, 2017. Avancerad rening av avloppsvatten för avskiljning av läkemedelsrester och andra oönskade ämnen. Rapport 6766, April 2017.

Svahn, O., 2016. Tillämpad miljöanalytisk kemi för monitorering och åtgärder av antibiotika- och läkemedelsrester i Vattenriket; Lund University: Lund, Sweden, 2016.

Svahn, O., Björklund, E., 2016. Increased electrospray ionization intensities and expanded chromatographic possibilities for emerging contaminants using mobile phases of different pH. J. Chromatogr. B 2016, 1033–1034, 128-137.

Svahn, O., Björklund, E., 2017. LUSKA Läkemedelsutsläpp från skånska avloppsreningsverk 2017. Ett utvecklings- och samverkansprojekt på Högskolan Kristianstad – i samarbete med Region Skåne och 6 skånska reningsverksaktörer.

Svahn, O.; Björklund, E., 2019. Rate Sample Loading in Large Volume Whole Water Organic Trace Analysis Using Positive Pressure and Finely Ground Sand as a SPE-Column In-Line Filter. Molecules, 24(7), 1426.

Svahn, O.; Björklund, E., 2019. Simple, fast and inexpensive large “whole water” volume sample SPE-loading using compressed air and finely ground sand. *Anal. Methods VL IS* 2019, 1431, 64–73.

Umwelt Bundesamt, 2015. Revision der Umweltqualitätsnormen der Bundes-Oberflächen-gewässerverordnung nach Ende der Übergangsfrist für Richtlinie 2006/11/EG und Fortschreibung der europäischen Umweltqualitätsziele für prioritäre Stoffe. Texte 47/2015.

Wallberg, P., Wallman, P., Thorén, S., Nilsson, S., Christiansson, F., 2016. Behov av avancerad rening vid avloppsreningsverk - Finns det recipienter som är känsligare än andra? Sweco Environment AB. Rapport för Naturvårdsverket. Slutversion 2016-12-16.

Ågerstrand, M., 2019. Derivation of PNECs for 39 pharmaceutical substances. ACES REPORT 36. Department of Environmental Science and Analytical Chemistry (ACES), Stockholm University.

Bilaga 1. Analyserade parametrar

Förteckning över analyserade kemiska parametrar, deras CAS nummer, deras kvantifieringsgräns (LOQ) och den relativa standardavvikelsen (RSD) av analysen.

Ämneslista	CAS nr.	LOQ (ng/L)	RSD (%)
17-alfa-etinylöstradiol (EE2)	57-63-6	0,1	3,8
17-beta-östradiol (E2)	50-28-2	0,1	2,3
Acetamiprid	135410-20-7	0,1	1
Atenolol	29122-68-7	0,1	0,5
Azitromycin	83905-01-5	1	2,7
Bensotriazol	95-14-7	1	2,5
Bisfenol A	80-05-7	10	3,4
Ciprofloxacin	85721-33-1	5	3,3
Citalopram	59729-33-8	1	1,8
Diklofenak	15307-86-5	1	3
Erytromycin	114-07-8	1	3,6
Flukonazol	86386-73-4	0,6	1,2
Furosemid	54-31-9	10	18
Ibuprofen	15687-27-1	100	4,3
Imidaklopid	138261-41-3	0,1	2,5
Karbamazepin	298-46-4	0,5	0,7
Ketokonazol	65277-42-1	5	10,2
Klaritromycin	81103-11-9	1	3,6
Losartan	114798-26-4	0,1	3,2
Metoprolol	37350-58-6	0,1	1,6
Metotrexat	59-05-2	5	5,4
Naproxen	22204-53-1	25	3,9
Oxazepam	604-75-1	0,6	1,6
Paracetamol	103-90-2	1	6
PFOA	335-67-1	3	3,4
PFOS	1763-23-1	3	3,1
Propranolol	525-66-6	0,1	3,5
Sertralin	79617-96-2	0,5	3,6
Sulfametoxazol	723-46-6	0,1	2,4
Thiametoxam	153719-23-4,	0,1	1,3
Tramadol	27203-92-5	2	2,5
Trimetoprim	738-70-5	1	1,4
Venlafaxin	93413-69-5	1	6,3
Zolpidem	82626-48-0	1	2,9
Östron (E1)	53-16-7	0,05	1,2

Bilaga 2. Bedömningsgrunder och PNEC

Sammanställning av bedömningsgrunder eller PNEC-sötvatten-värden och säkerhetsfaktorer för läkemedelssubstanser från HVMFS 2019:25 (**svart**), tyska vattendirektivsämnen (Umwelt Bundesamt, 2015) (**blått**), Läkemedelsverket (2004) (**brunt**), ett arbete från Stockholms Universitet (Ågerstrand, 2019) (**grönt**) och en rapport från Sweco (Wallberg et.al., 2016) (**lila**). I de fall där flera PNEC-värden finns tillgängliga för samma läkemedelssubstans, används i första hand de svenska bedömningsgrunderna, i andra hand de tyska i tredje hand PNEC med lägst säkerhetsfaktor och i fjärde hand PNEC med känd säkerhetsfaktor. Det valda jämförvärdet i händelse av flera är färgat i beige. Riskanalysmetoden för de olika dokumenten anges också.

Läkemedel	PNEC µg/l	Säkerhetsfaktor	Motiv för val	Referenser bedömningsgrunder/PNEC	Metod
17-alfa-etinylöstradiol	0,000035	2 (SSD)	Svenskt SFÄ	Svenska SFÄ (HVMFS 2019:25)	CIS vägledningsdokument 27
17-alfa-etinylöstradiol	0,000016	12		Tyska SFÄ (Umwelt Bundesamt, 2015)	CIS vägledningsdokument 27
17-alfa-etinylöstradiol	0,00002			Läkemedelsverket, 2004	REACH-liknande metod
17-beta-östradiol	0,0004	2 (SSD)	Svenskt SFÄ	Ågerstrand, 2019 (Stockholms Universitet)	REACH metod + metod RA läkemedel + Moermond
17-beta-östradiol	0,00004	10		Wallberg et.al., 2016 (Sweco på uppdrag av Naturvårdsverket)	Oklar
17-beta-östradiol	0,00002				
Amlodipine	0,01	1000		Urvalsprincip bedömningsgrunder/PNEC	
Atenolol	32	100		1. Svenska vattendirektivsgränsvärden för SFÄ	
Azitromycin	0,25			2. Tyska vattendirektivsgränsvärden för SFÄ	
Benzylpenicillin	0,006	1000		3. PNEC med lägst säkerhetsfaktor	
Bezafibrat	2,3	10		4. PNEC med känd säkerhetsfaktor	
Bisoprolol	35,6	50		Beige= Vald PNEC för riskbedömning	
Carbamazepin	0,5	50	Tyskt SFÄ		
Carbamazepin	2,5	10			
Carbamazepin	0,5				
Ciprofloxacin	0,1	50			
Ciprofloxacin	0,1 (Max)	50	Svenskt SFÄ		
Ciprofloxacin	0,064				
Citalopram	0,000075	2000	PNEC med känd SF		
Citalopram	0,15				
Claritromycin	0,04	50	PNEC med känd SF		
Claritromycin	0,25				
Clindamycin	0,014	1000			

Cyklofosfamid	984		
Dextropropoxifen	5,4		
Diazepam	4,3		
Diklofenak	0,05	20	
Diklofenak	100		
Diklofenak	0,1	10	Svenskt SFÄ
Doxycyklin	0,0369	1000	
Enalapril	346		
Erythromycin	0,02	1000	
Erythromycin	0,2	10	Tyskt SFÄ
Erythromycin	1		
Flekainid	2		
Flukonazol	0,25		
Fluoxetine	1,16	20	
Furosemid	100		
Furosemid	0,156	1000	PNEC med känd SF
Fusidic acid	1,68	1000	
Hydroklorotiazid	1000	10	PNEC med känd SF
Hydroklorotiazid	100		
Ibuprofen	102	10	PNEC med känd SF
Ibuprofen	7,1		
Ibuprofen	0,3		
Ifosfamid	162		
Kodein	27		
Ketoprofen	2	1000	PNEC med känd SF
Ketoprofen	49		
Ketokonazol	4		
Levanogester	0,0001		
Linezolid	24	1000	
Metformin	130		
Metoprolol	2,59	1000	
Metoprolol	8,8		
Metoprolol	43	10	Tyskt SFÄ
Metoprolol	0,12		
Moxifloxacin	0,78	1000	
Naproxen	15	10	PNEC med känd SF
Naproxen	37		
Naproxen	1,7		

Noretisteron	0,6		
Norfloxacina	0,022	1000	PNEC med känd SF
Norfloxacina	0,5		
Oxazepam	0,01	52	PNEC med känd SF
Oxazepam	1,8		
Oxitetrazyklin	0,2		
Paracetamol	46	10	PNEC med känd SF
Paracetamol	9,2		
Paracetamol	30		
Propranolol	0,228	10	
Ramipril	100	1000	
Ranitidin	167		
Ranitidin	0,002	1000	PNEC med känd SF
Rifampicin	3300	1000	
Risperidon	5,8	1000	
Roxithromycin	0,047	1000	
Salbutamol	240		
Sertralin	0,0094	50	PNEC med känd SF
Sertalin	9		
Simvastatin	0,2	10	PNEC med känd SF
Sulfamethoxazol	0,6	10	Tyskt SFÄ
Sulfamethoxazol	0,118	50	
Terbutalin	240		
Terbutalin	240	1000	PNEC med känd SF
Tetracyklin	0,482	50	PNEC med känd SF
Tetracyklin	0,09		
Tramadol	4,8		
Trimetoprim	62	50	
Warfarin	11	1000	PNEC med känd SF
Warfarin	12		
Zolpidem	0,94		
Östrol	0,00075		

Bilaga 3. Påverkansanalys enligt IVL:s beräkningssätt

Vad gäller läkemedelssubstanser har IVL gjort en modellering av risk för de särskilda förorenande ämnena Diklofenak, 17-beta-östradiol och 17-alfa-etinylöstradiol (Ejhed, m.fl., 2018).

Modellen uppskattar mängden in till reningsverket baserat på försäljningen av läkemedlet per landsting, andelen som utsöndras från kroppen och verkets storlek genom ekvationen:

Mängd IN (kg/år och anläggning) = Försäljning och andelen som utsöndras från kroppen (kg/år och landsting) * anslutna personekvivalenter för anläggningen

Mängd ut från reningsverket till recipienten beräknas från mängden in och reningseffekten:

Mängd UT (kg/år och anläggning) = Mängd in (kg/år) * (1 - reningseffektivitet (%))

Koncentrationen i utgående avloppsvatten beräknas från mängden ut och utgående volym av avloppsvatten:

Halt UT (ng/l) = Mängd ut (kg/år) * 10^9 / Volym flöde ut (m^3 /år)

Koncentrationen i recipienten (årmedel) beräknas från mängden ut från alla reningsverk i ett område och vattenföringen i delavrinningsområdet.

Halt i recipient (ng/l) = Mängd ut (kg/år) * $10^{12} / (60 * 60 * 24 * 365) / \text{vattenföring recipient (m}^3/\text{s}) * 1000$

Den framräknade recipienthalten delas slutligen med läkemedelssubstansens bedömningsgrund för att få fram riskkvoten. Alla riskkvoter över 1 indikerar en möjlig negativ ekotoxikologisk effekt i recipienten och pekas ut som "osäker risk", det vill säga en misstänkt risk som behöver verifieras med vattenanalyser.

Resultatet av den här modelleringen finns i vattendatabasen VISS (Vatteninformationssystem Sverige) under rubriken riskbedömning för Ekologisk status ytvatten och underrubriken miljögifter. Om modellen pekat ut att det finns en möjlig risk för något/några av ämnena noteras som "Risk", "Osäker" för det ämnet, med reningsverk som utpekad påverkanskälla.

Bilaga 4. Övriga övervakningsdata av läkemedel vid skånska reningsverk

LUSKA och KARSK projekten

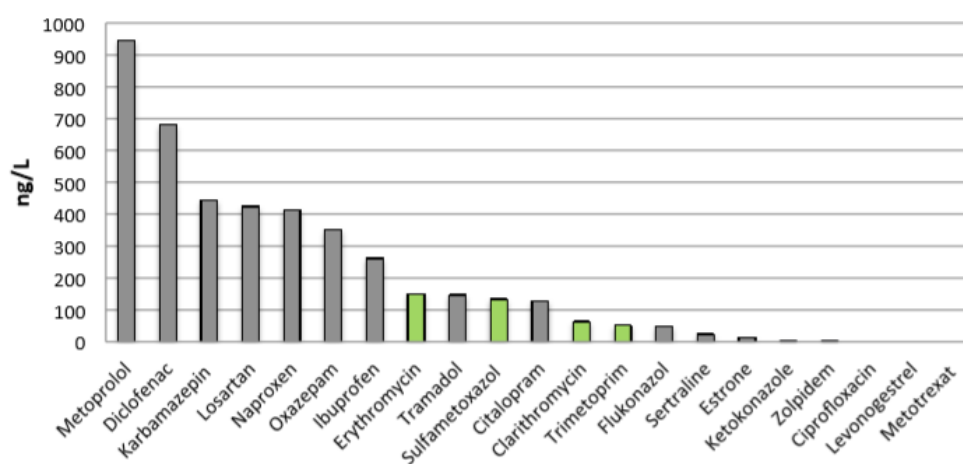
De två största kartläggningar av läkemedelsutsläpp från avloppsreningsverk som har gjorts i Skåne är LUSKA- och KARSK projekten, vilka har delfinansierats av Region Skånes Miljövårdsfond och utförts av Molab på Höghskolan Kristianstad.

Inom LUSKA-projektet, Läkemedelsutsläpp från Skånska Avloppsreningsverk, (Svahn och Björklund, 2017) analyserades 21 läkemedel, som av Läkemedelsverket lyfts fram som särskilt problematiska, vid 8 reningsverk i Skåne, i Kristianstad, Simrishamn, Höganäs, Svedala, Klippan, Ormanäs, Sankt Olof och Gärds Köpinge (Tabell 1). Prover togs i in- och utgående vatten samt uppströms och nedströms reningsverkens utsläpp i recipienten (förutom för Simrishamn och Höganäs).

Tabell 1. Anslutna personekvivalenter och utsläppsflöde vid de 8 reningsverk som ingått i LUSKA-projektet.

Reningsverk	Anslutna personekvivalenter (PE)	Utsläppsflöde (m ³ /s)
Kristianstad	118 300	0,27
Simrishamn	23 000	0,07
Höganäs	20 257	0,1
Svedala	9 800	0,03
Klippan	8 600	0,04
Ormanäs	3 782	0,05
Sankt Olof	600	?
Gärds Köpinge	425	0,002

LUSKA projektet kom fram till att det samlade läkemedelsutsläppet av de 21 studerade läkemedlen, från alla skånska reningsverk uppgår till 569 kg/år. Det ämne som hittades i högst halt i utgående vatten (medel av de 8 verken) var Metoprolol, en blodtrycksreglerande medicin. Figur 1 visar medelhalten av de 21 undersökta läkemedlen i ng/l för de åtta skånska reningsverken.



Figur 1. 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. Figuren har tagits från rapporten, LUSKA Läkemedelsutsläpp från Skånska Avloppsreningsverk 2017.

KARSK projektet ("Kartläggning av Läkemedelsutsläpp i Skåne") är en fortsättning på LUSKA. I projektet genomförs analyser vid fyra olika tillfällen under året vid samma reningsverk som i LUSKA, för att studera hur årstidsvariationer inverkar på läkemedelsbelastning och recipientförekomst, vilket är viktigt att veta mer om i tider av ökad nederbördsvariation. Resultaten ska hjälpa kommunerna att vidta åtgärder där det primärt behövs, beroende på utsläpp, belastning och förhållandena i mottagande vattendrag.

Screening av läkemedelsrester

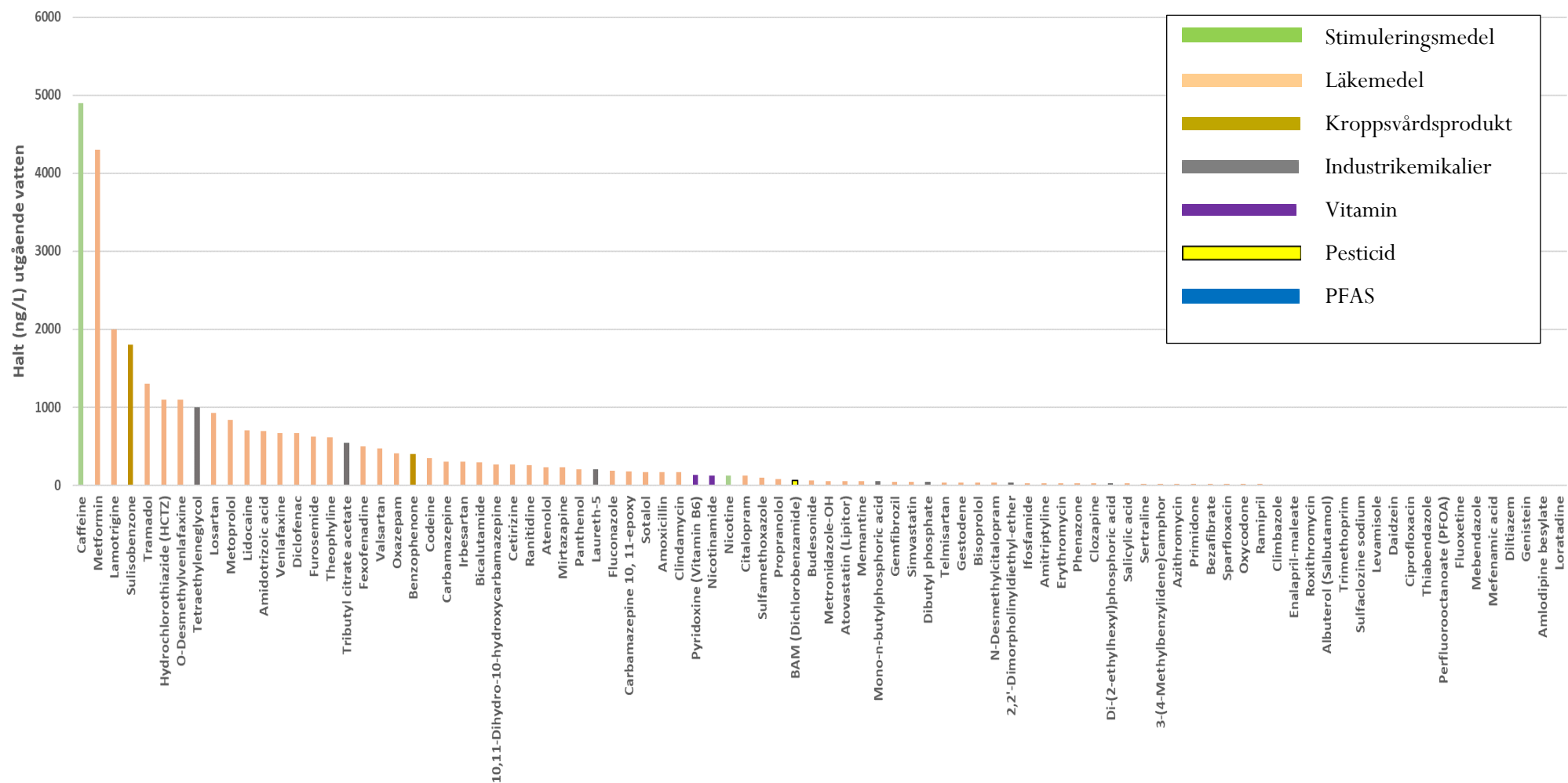
Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) genomförde 2018 - 2019 en studie där kemiska och biologiska analyser gjordes i anslutning till reningsverk för att följa upp regeringsuppdraget om avancerad rening (Golovko *et al.*, 2020). Totalt 225 organiska mikroföroreningar (läkemedel (89 st), hormoner (2 st), kroppsvårdsprodukter (4 st), pesticider (88 st), industrikemikalier (26 st) och PFAS-ämnen (14 st)) analyserades i in- och utgående vatten, slam samt upp- och nedströms i recipienten, vid 28 avloppsreningsverk i Sverige vid ett tillfälle. Länsstyrelsen Skåne förtätade studien med ett skånskt reningsverk, nämligen Källby reningsverk i Lund, vars resultat sammanfattas nedan.

Caffeine (stimuleringsmedel) var det ämne som hittades i högst halt i både in- och utgående vatten och nästhögst halt nedströms i recipienten (in: 64 µg/l; ut: 4,9 µg/l; nedströms: 3,6 µg/l).

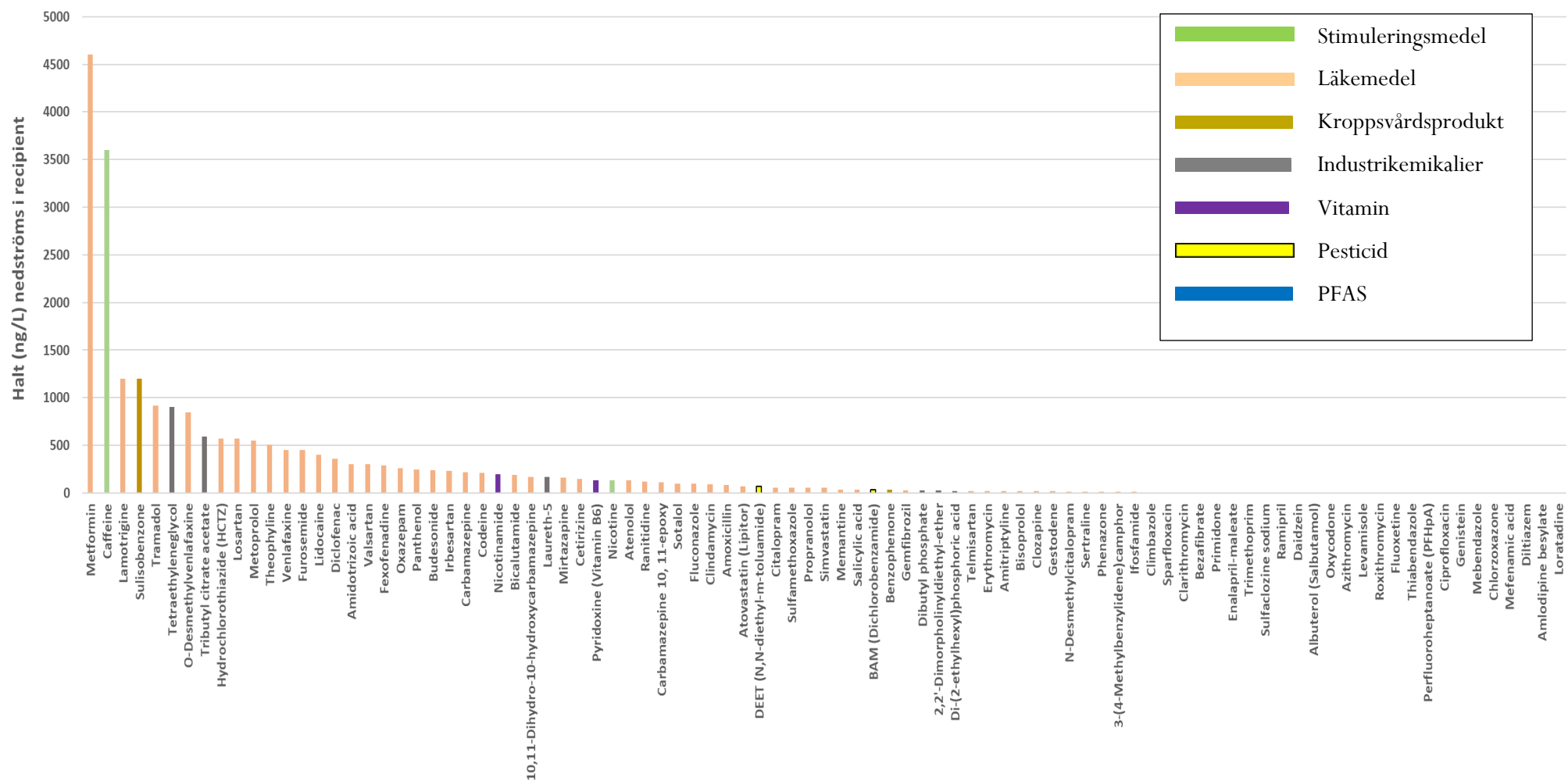
Metformin som är en diabetesmedicin hittades i näst högst halt i både in- och utgående vatten och högst halt nedströms i recipienten (in: 23 µg/l; ut: 4,3 µg/l; nedströms: 4,6 µg/l).

Övriga ämnen i halter över 1 µg/l i utgående vatten var i fallande ordning: Lamotrigine (antiepileptisk), Sulisobenzone (UV-blockerare), Tramadol (mot värk), Hydrochlorothiazide (HCTZ) (vätskedrivande ämne), O-Desmethylvenlafaxine (nedbrytningsprodukt av antidepressionsmedel) och Tetraethyleneglycol (industrikemikalie, lösningsmedel).

Halter i utgående vatten från Källby reningsverk och nedströms i recipienten Höje å presenteras i Figur 2 respektive 3.



Figur 2. Halten organiska mikroföroreningar (ng/l) i utgående vatten från Källby reningsverk i Lund. Prov taget i juni 2018.



Figur 3. Halten organiska mikroföroreningar (ng/l) i Höje å nedströms Källby reningsverk i Lund. Prov taget i juni 2018.

Sjölunda avloppsreningsverk – Förstudie för avancerad rening

Sjölunda avloppsreningsverk (ARV) tar emot avloppsvatten från större delen av Malmö stad samt från närliggande kommuner. Reningsverket är dimensionerat för 550 000 personekvivalenter och anläggningen renar i dag omkring 40 miljoner m³ avloppsvatten årligen och är därmed ett av Sveriges största reningsverk. På grund av befolkningsökningen i upptagningsområdet planerar VA SYD att bygga ut och modernisera reningsverket. Det finns även planer på att lägga ner Källby ARV i Lund och överföra avloppsvattnet till Sjölunda ARV och i samband med det samtidigt erbjuda ytterligare grannkommuner att ansluta sig till reningsverket. I Sjölundas recipient Lommabukten finns ett antal områden med naturvärden, tre av områdena utgörs av Natura 2000-områden och fem av områdena utgörs av naturreservat. I de skyddade områdena är vattenkvaliteten viktig för att de inte ska påverkas negativt (Jonstrup et al., 2020).

I samband med prövningen av den utökade verksamheten har läkemedel och ett antal ytterligare mikroföroreningar undersökts vid reningsverket. Syftet har varit att utreda teknikval för avancerad rening av mikroföroreningar.

Provtagning av läkemedelsrester och mikroföroreningar genomfördes vid sex olika punkter: vid inkommande och utgående provpunkt från Sjölunda ARV samt vid fyra punkter i recipienten på olika avstånd från utsläppspunkten. Provtagningen genomfördes en gång per månad under ett års tid vid reningsverket, samt vid vår, sommar och höst i recipienten för att kunna studera säsongsvariationer. Dessutom genomfördes intensivprovtagning på inkommande och utgående vatten varannan timme under ett dygn för att studera variationer över dygnet.

33 av 35 analyserade ämnen, 17-beta-östradiol och 17-alfa-etinylöstradiol undantaget, kunde kvantifieras i utgående avloppsvatten och femton ämnen visade utsläppsmedelvärden över 100 ng/L. Högst medelkoncentration under provperioden uppvisade Bensotriazol, följt av Metoprolol. Bensotriazol är inget läkemedel utan ingår bland annat i frotskyddsmedel och basoljor. Ämnet togs med i undersökningen som ett exempel på en ofta använd kemikalie i samhället som är svårnedbrytbar och har misstänkt endokrina effekter. Metoprolol är ett läkemedel mot högt blodtryck. Tramadol som är ett antidepressivt läkemedel hade tredje högst medelkoncentration. Som ämne nummer fyra och fem återfanns Losartan (blodtryckssänkande) och Diklofenak (antinfiammatoriskt) (Tabell 2). Sjölunda reningsverks totala volym av renat avloppsvatten uppgick till 40 268 900 m³ år 2019. Den årliga utsläppta mängden av de analyserade ämnena summeras till 462 kg.

Tabell 2 Halter (ng/l) av de 35 undersökta mikroföroreningarna i utgående vatten från Sjölunda reningsverk rangordnade efter medelhalt (Jonstrup et al., 2020).

Ämne	Medelhalt	Medianhalt	Max. halt
Bensotriazol	3 497	2 406	8 815
Metoprolol	1 378	1347	2 070
Tramadol	997	1033	1 377
Losartan	864	865	1 191
Diklofenak	740	773	968
Naproxen	689	589	1478
Furosemid	616	424	1420
Atenolol	432	435	536
Oxazepam	344	341	468
Karbamazepin	333	337	405
Venlafaxin	289	291	400
Ibuprofen	281	0	2141
Erytromycin	149	132	290
Sulfametoxazol	137	139	242
Ciprofloxacin	107	85	242
Azitromycin	93	96	156
Flukonazol	80	80	114
Bisfenol A	78	72	155
Trimetoprim	71	70	110
Klaritromycin	63	65	95
Citalopram	185	174	254
Paracetamol	50	18	426
Propranolol	35	37	44
Sertralin	21	19	53
Imidakloprid	19	8	125
PFOS	11	10	17
Östron (E1)	9	9	18
PFOA	8	6	13
Ketokonazol	7	6	13
Zolpidem	3	4	4
Acetamiprid	3	2	9
Metotrexat	0	0	1
Thiametoxam	0	0	1
17-beta-östradiol	n.d	n.d	n.d
17-alfa-etinylöstradiol	n.d	n.d	n.d

21 av de analyserade ämnena detekterades även i recipienten Lommabukten. Vattenprover togs april, juni och oktober 2019 på lokalerna 1; 2; 4.11 och 4.8. Provlokaler 1, 2 och 4:11 ligger relativt nära varandra och nära utsläppspunkten medan lokal 4.8 ligger drygt 4 km norrut från utsläppspunkten. Halterna i recipienten varierade mellan provtagningstillfällena både tidsmässigt och spatialt. Generellt sett återspeglar ordningen av ämnen med avseende på halt i recipienten ordningen av ämnen med avseende på utsläppshalter i utgående vatten. Karbamazepin och Citalopram, däremot, hamnar högre i ordningen i recipienten jämfört med i utgående vatten vilket kan bero på att ämnena är mer svårnedbrytbara jämfört med övriga ämnen. Naproxen och Furosemid, däremot, hamnar lägre i ordningen i recipienten jämfört med i utgående vatten vilket kan bero på att de bryts ner snabbare eller att de adsorberar till partiklar och sjunker till botten (Tabell 3).

Tabell 3. Medelhalter (ng/l, april, juni och oktober) av de 35 undersökta mikroföroreningarna i yt- och bottenvatten (y och b) i Lommabukten på fyra lokaler (1; 2; 4.8; 4.11) rangordnade efter totalmedelhalten av alla lokaler och all provtillfällen (Jonstrup et al., 2020).

Ämne/Provpunkt	y1	b1	y2	b2	y4.11	b4.11	y4.8	b4.8	Totalmedelhalt
Bensotriazol	40,7	9,9	13,0	15,8	38,1	18,2	10,6	9,1	19,4
Tramadol	5,6	5,2	4,2	3,0	5,7	3,6	2,9	2,4	4,1
Metoprolol	6,8	2,9	3,9	3,6	7,1	3,4	2,8	1,4	4,0
Karbamazepin	4,4	2,9	3,3	3,1	4,0	2,7	2,9	2,4	3,2
Diklofenak	3,8	4,1	3,2	2,1	3,5	2,3	2,0	1,7	2,8
Citalopram	2,6	2,5	3,4	2,8	2,6	1,6	3,2	2,4	2,6
Losartan	4,2	1,7	2,4	2,2	4,4	1,8	1,3	0,8	2,4
Sulfametoxazol	2,6	1,5	1,9	1,8	2,8	1,8	1,6	1,4	1,9
Sertralin	0,4	0,0	0,0	5,5	3,6	0,0	0,0	5,5	1,9
Venlafaxin	1,9	2,0	1,7	1,9	2,2	1,4	1,7	0,0	1,6
Bisfenol A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2	0,0	0,0	1,5
Oxazepam	1,9	1,6	1,5	1,0	1,9	1,2	2,1	0,7	1,5
Atenolol	2,0	0,9	1,6	1,4	2,8	1,5	0,9	0,2	1,4
Flukonazol	0,8	0,9	0,7	0,9	0,8	0,9	0,6	0,8	0,8
Erytromycin	0,7	0,0	1,0	0,0	0,9	0,6	1,1	0,0	0,5
Propranolol	0,3	0,3	0,4	0,2	0,5	0,3	0,6	0,5	0,4
Azitromycin	0,4	0,0	0,0	0,4	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Östron (E1)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2
Trimetoprim	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,1
Imidakloprid	0,3	0,0	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1
Furosemid	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ibuprofen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ketokonazol	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Klaritromycin	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metotrexat	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naproxen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paracetamol	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFOA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiametoxam	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zolpidem	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-alfa-etinylostradiol	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-beta-östradiol	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acetamiprid	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Miljöriskbedömning av läkemedel i recipienten

Tabell 4 sammanfattar resultatet av riskbedömningen från ovanstående undersökningar. Tabellen presenterar de läkemedelssubstanser där riskkvoten överskrider värdet 1 nedströms reningsverken, det vill säga, där halten nedströms är högre än bedömningsgrunder eller PNEC (Predicted No Effect Concentration). Halten nedströms är antingen mätt (MEC- measured environmental concentration) eller beräknad för medelvattenföringen (MQ) och medellågvattenföringen (MLQ). Tabell 5 listar osäkerheten för PNEC-värdena till läkemedelssubstanserna som visat på riskhalter i recipienten.

Citalopram (antidepressionsämne) uppvisar riskhalter nedströms alla sju reningsverk (Tabell 4). Den högsta mätta riskhalten är nedströms Källby reningsverk, där uppmätta halter är 773 gånger högre än ämnets PNEC värde 0,000075 µg/l. På andra plats kommer Svedala där uppmätta halter är 753 gånger ämnets PNEC värde. Samtidigt är det framtagna PNEC värdet (Ågerstrand, 2019; REACH metod, metod riskanalys läkemedel samt Moermond metoden) satt med en stor säkerhetsfaktor på 2000. Eftersom uppmätta halter överskrider PNEC värdet med så stor marginal, är det inte så otroligt att ämnet kan tänkas vara ett riskämne även när säkrare PNEC-värden kan tas fram i framtiden.

Oxazepam (antidepressionsämne) uppvisar riskhalter nedströms sex av sju reningsverk. Den högsta mätta riskhalten är nedströms Källby reningsverk, där uppmätta halter är 26 gånger högre än ämnets PNEC värde 0,01 µg/l. Det framtagna PNEC värdet (Ågerstrand, 2019) har en säkerhetsfaktor på 52.

Diklofenak (mot verk) uppvisar riskhalter nedströms tre av sju reningsverk; Källby, Svedala och Sankt Olof. Risknivåerna är på samma nivå nedströms alla tre reningsverk och överskrider bedömningsgrunden inom vattendirektivet på 0,1 µg/l med 2-5 gånger. Bedömningsgrunden är ett säkert värde med en säkerhetsfaktor på 10. Ämnet är dessutom ett särskilt förorenande ämne enligt vattendirektivet, dvs. där ämnet överskrider sin bedömningsgrund ska åtgärder genomföras för att minska halterna under bedömningsrundsnivån.

Ranitidin (minskar syraproduktionen i magsäcken) analyserades endast nedströms Källby där den hittades i 60 gånger högre halt än ämnets PNEC värde 0,002 µg/l. Det framtagna PNEC värdet (Ågerstrand, 2019) är dock satt med en stor säkerhetsfaktor, 1000.

Ytterligare fyra ämnen, Erythromycin (antibiotika), Sertalin (antidepressionsämne), Clarithromycin (antibiotika), Clindamycin (antibiotika) och Furosemid (vätskedrivande), överskrider föreslagna PNEC-värden nedströms enstaka reningsverk, med liten marginal. Alla dessa PNEC-värden har säkerhetsfaktorer som är relativt höga i förhållande till överskridandegraden och utgör därför troligen en mindre risk.

Tabell 4. Riskkvoter (PEC/PNEC vid MQ och MLQ samt MEC/PNEC) för läkemedel nedströms avloppsreningsverk där riskkvoten överskrider värdet 1.

Läkemedel	Gärds Köpinge	Klippan	Sankt Olof	Svedala	Kristianstad	Ormanäs	Källby
Citalopram	11 (MEC/PNEC)	32 (PEC/PNEC) MQ 32 (PEC/PNEC) MQ 964 (PEC/PNEC) MLQ 188 (PEC/PNEC) MLQ 37 (MEC/PNEC) 142 (MEC/PNEC)	27 (MEC/PNEC) 398 (MEC/PNEC)	82 (PEC/PNEC) MQ 112 (PEC/PNEC) MQ 964 (PEC/PNEC) MLQ 1161 (PEC/PNEC) MLQ 83 (MEC/PNEC) 753 (MEC/PNEC)	6 (PEC/PNEC) MQ 33 (PEC/PNEC) MLQ 68 (MEC/PNEC)	22 (PEC/PNEC) MQ 129 (PEC/PNEC) MLQ	225 (PEC/PNEC) MQ 1185 (PEC/PNEC) MLQ 773 (MEC/PNEC)
Oxazepam		4 (PEC/PNEC) MLQ 5 (PEC/PNEC) MLQ 2 (MEC/PNEC) 6 (MEC/PNEC)	2 (MEC/PNEC) 11 (MEC/PNEC)	1 (PEC/PNEC) MQ 1 (PEC/PNEC) MQ 12 (PEC/PNEC) MLQ 14 (PEC/PNEC) MLQ 2 (MEC/PNEC) 11 (MEC/PNEC)	1 (PEC/PNEC) MLQ 6 (MEC/PNEC)	2 (PEC/PNEC) MLQ	6 (PEC/PNEC) MQ 30 (PEC/PNEC) MLQ 26 (MEC/PNEC)
Diklofenak			2 (MEC/PNEC)	4 (PEC/PNEC) MLQ 4 (PEC/PNEC) MLQ 3 (MEC/PNEC)			5 (PEC/PNEC) MLQ 4 (MEC/PNEC)
Erythromycin				1 (PEC/PNEC) MLQ			
Sertralin			2 (MEC/PNEC)	1 (PEC/PNEC) MLQ 1 (PEC/PNEC) MLQ 2 (MEC/PNEC)			2 (PEC/PNEC) MLQ 2 (MEC/PNEC)
Clarithromycin				2 (PEC/PNEC) MLQ			
Clindamycin							2 (PEC/PNEC) MQ 9 (PEC/PNEC) MLQ 7 (MEC/PNEC)
Furosemid							3 (PEC/PNEC) MLQ 3 (MEC/PNEC)
Ranitidin							18 (PEC/PNEC) MQ 96 (PEC/PNEC) MLQ 60 (MEC/PNEC)

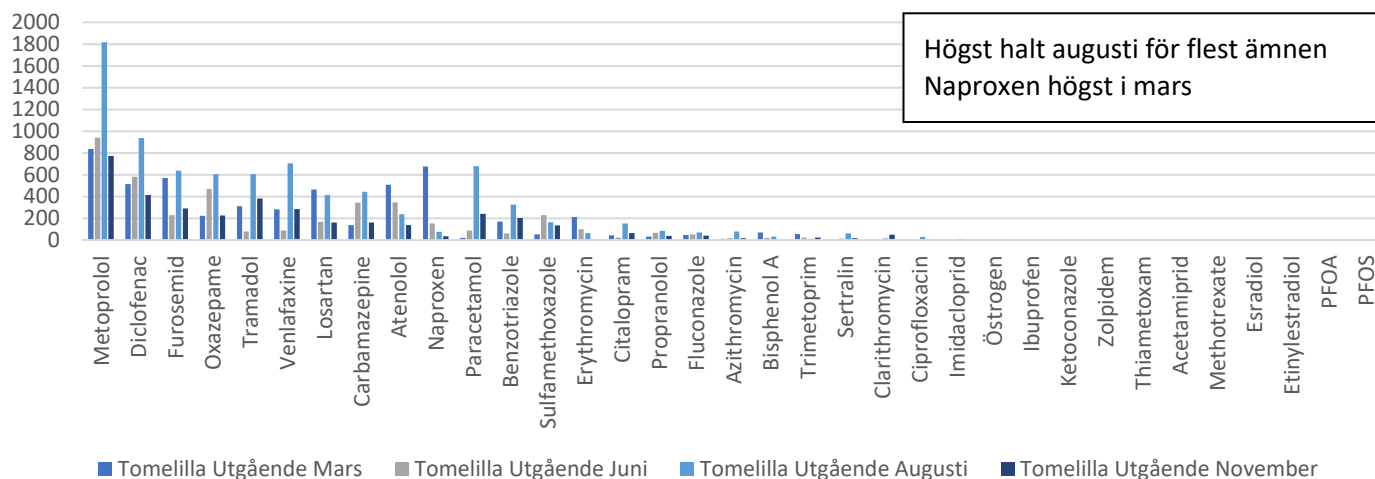
Tabell 5. Läkemedel som har riskhalter i recipienter, deras PNEC-värde, säkerhetsfaktorn för PNEC-värdet samt varifrån värdet härstammar.

Läkemedel	PNEC µg/l	Säkerhetsfaktor	Referens
Citalopram	0,000075	2000	Ågerstrand, 2019
Oxazepam	0,01	52	Ågerstrand, 2019
Diklofenak	0,1	10	HVMFS 2019:25
Erythromycin	0,2	10	Umwelt Bundesamt, 2015
Sertralin	0,0094	50	Ågerstrand, 2019
Clarithromycin	0,04	50	Ågerstrand, 2019
Clindamycin	0,014	1000	Ågerstrand, 2019
Furosemid	0,156	1000	Ågerstrand, 2019
Ranitidin	0,002	1000	Ågerstrand, 2019

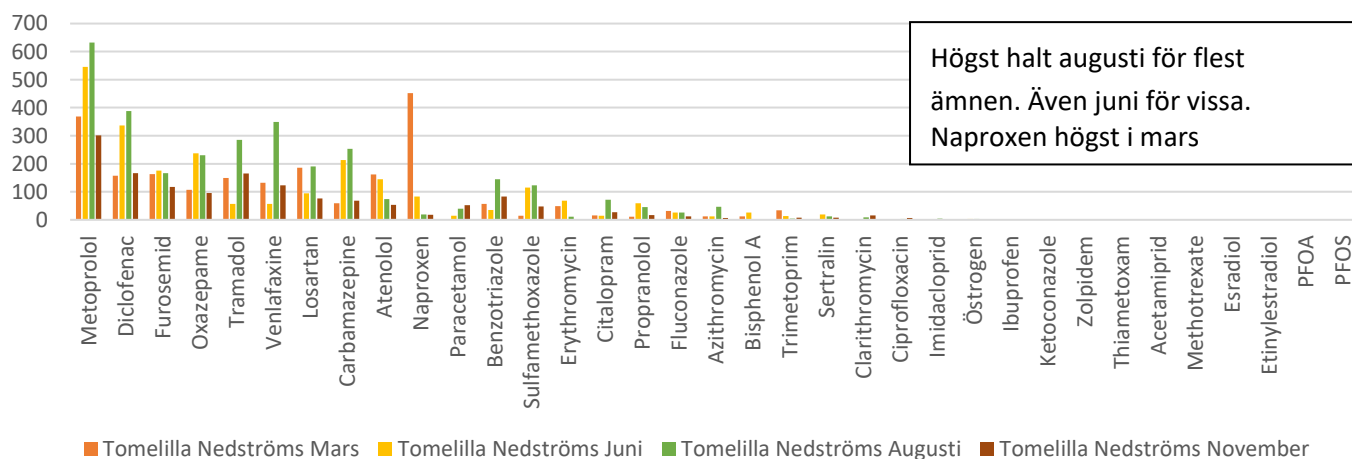
Bilaga 5. Mikroföroreningar vid sju reningsverk i Skåne

Halter (ng/l) av undersökta mikroföroreningar (ordnade från högst till lägst vad gäller utgående halt) i utgående vatten och nedströms i recipienten, samt utspädningen i recipienten för varje mikroförorening.

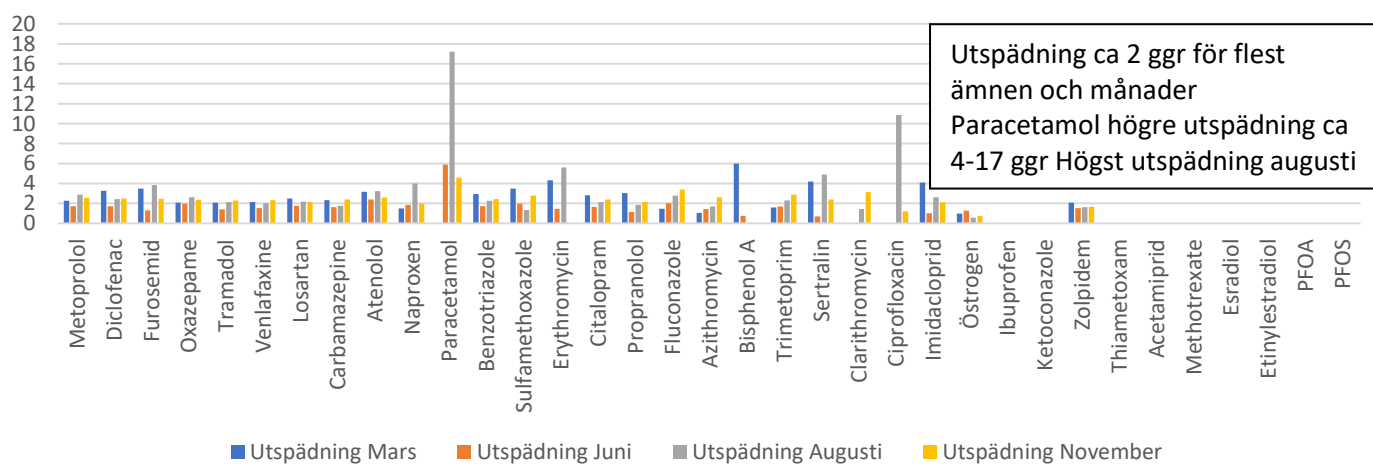
Tomelilla utgående



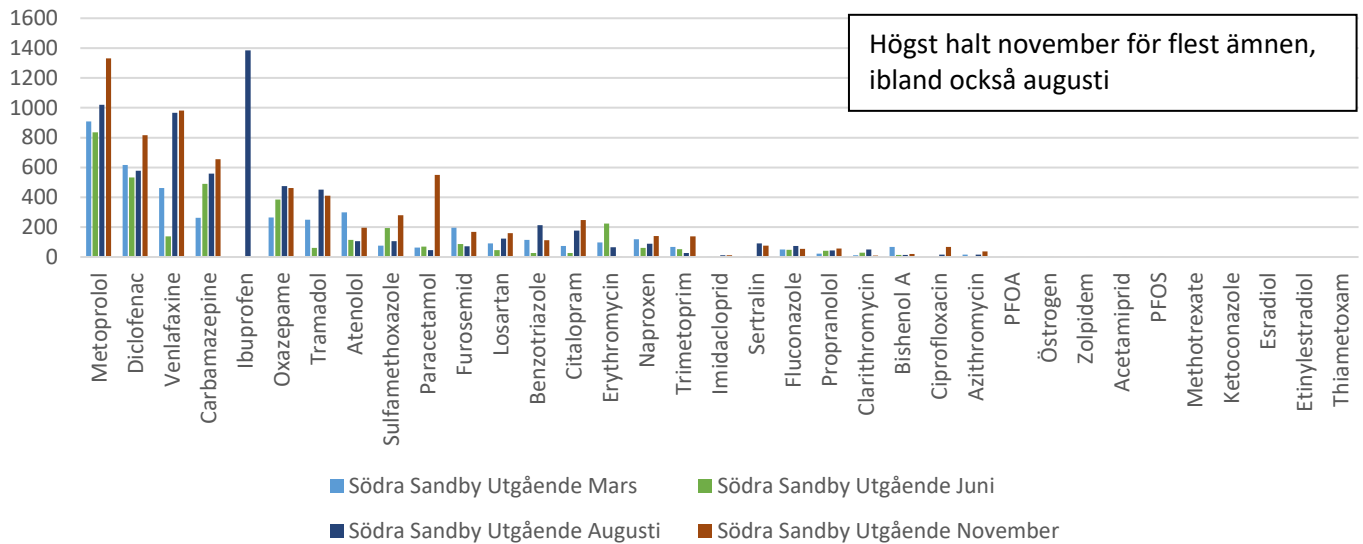
Tomelilla nedströms



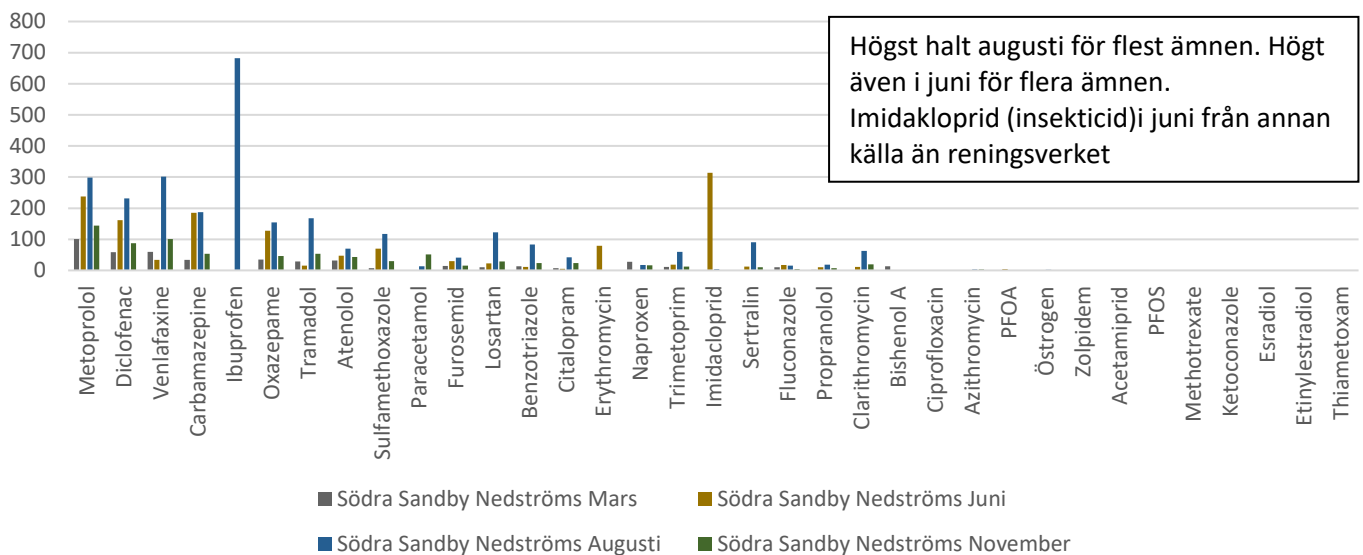
Tomelilla utspädning



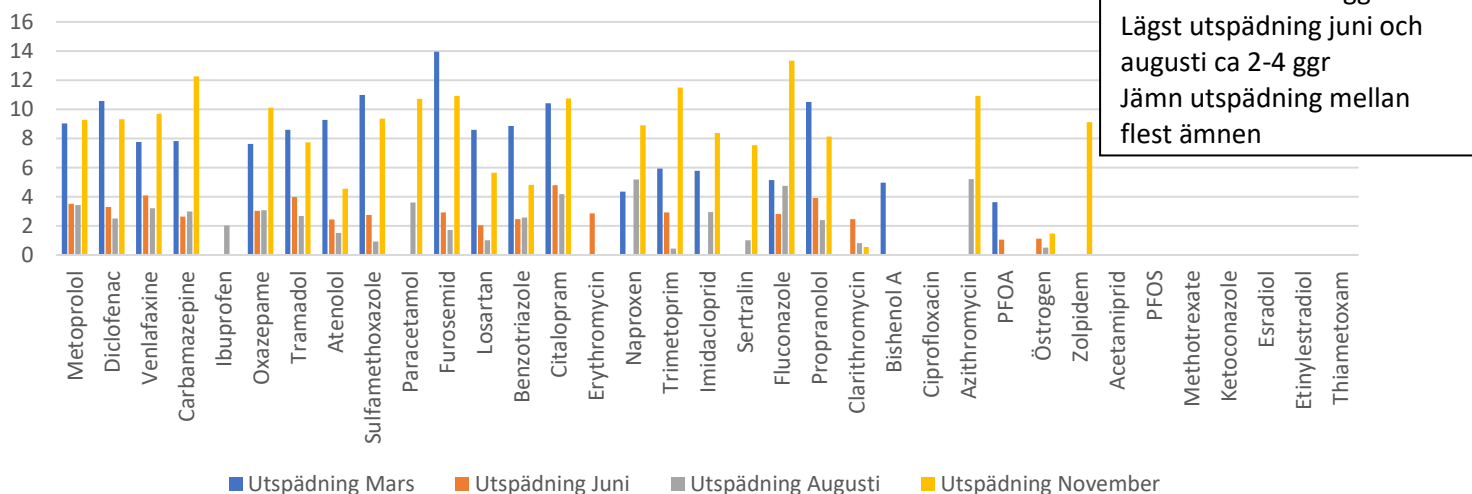
Södra Sandby utgående



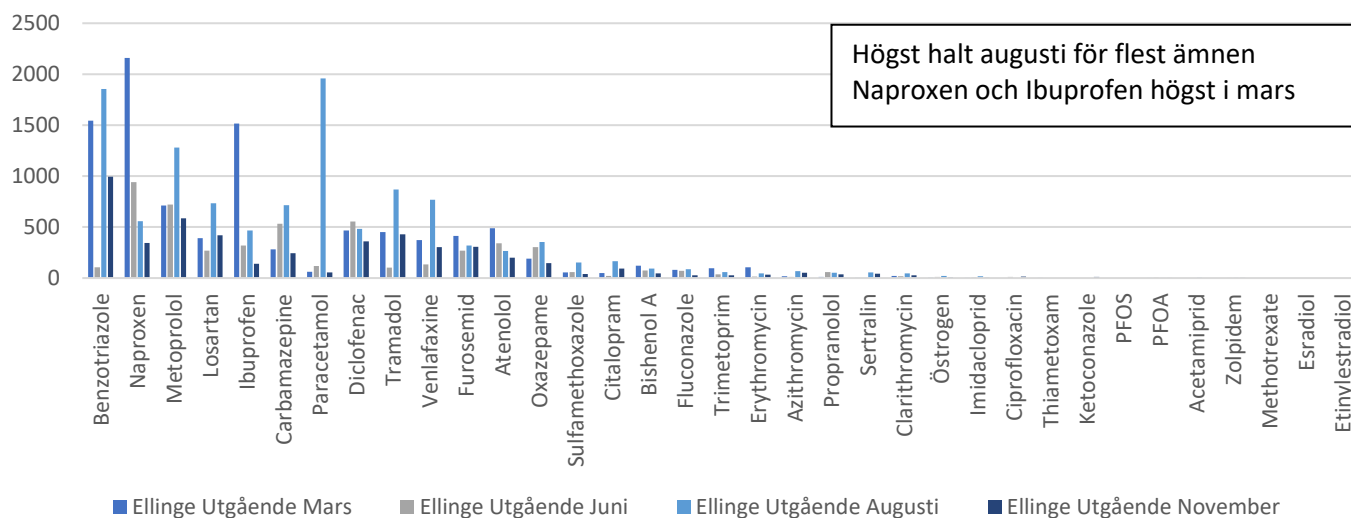
Södra Sandby nedströms



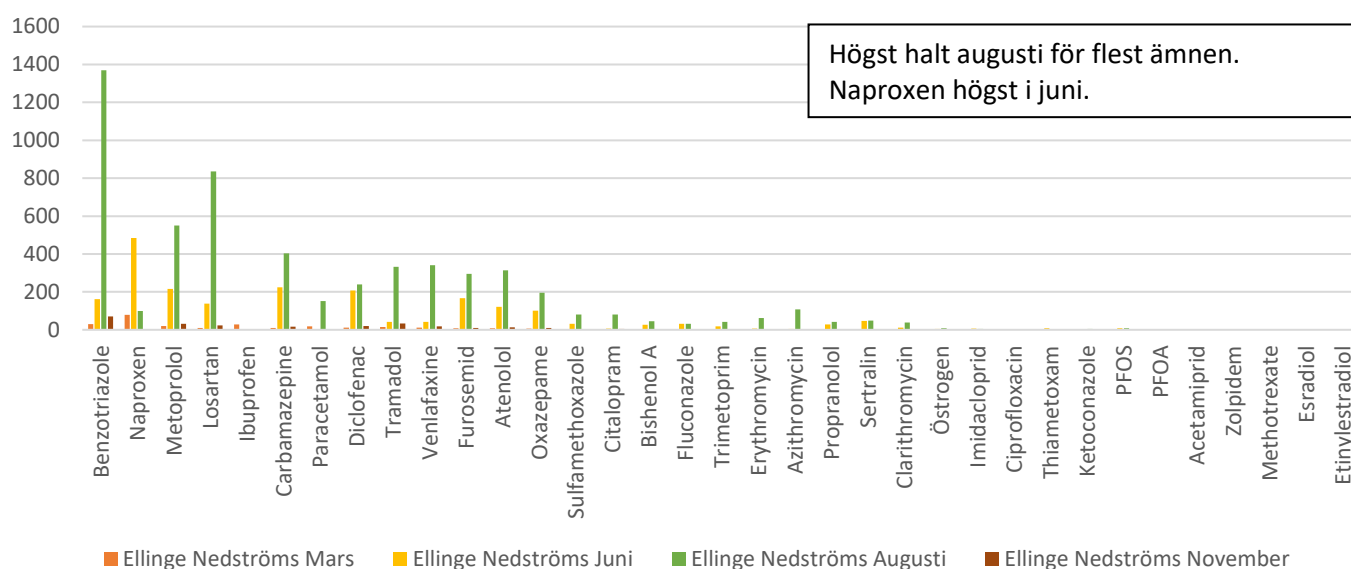
Södra Sandby utspädning



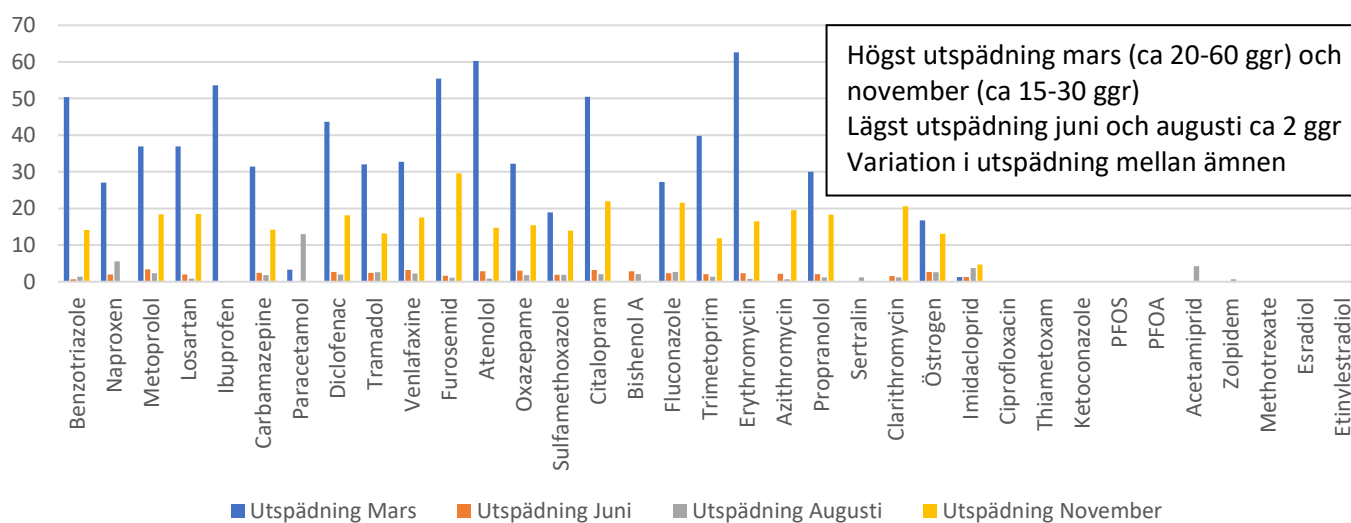
Ellinge utgående



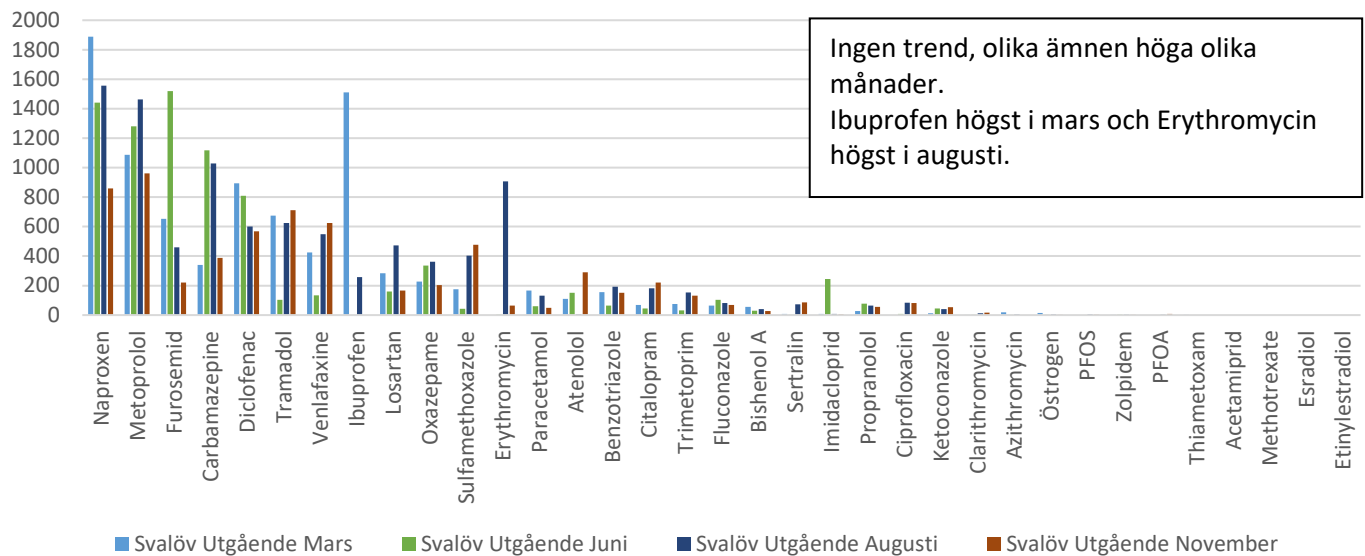
Ellinge nedströms



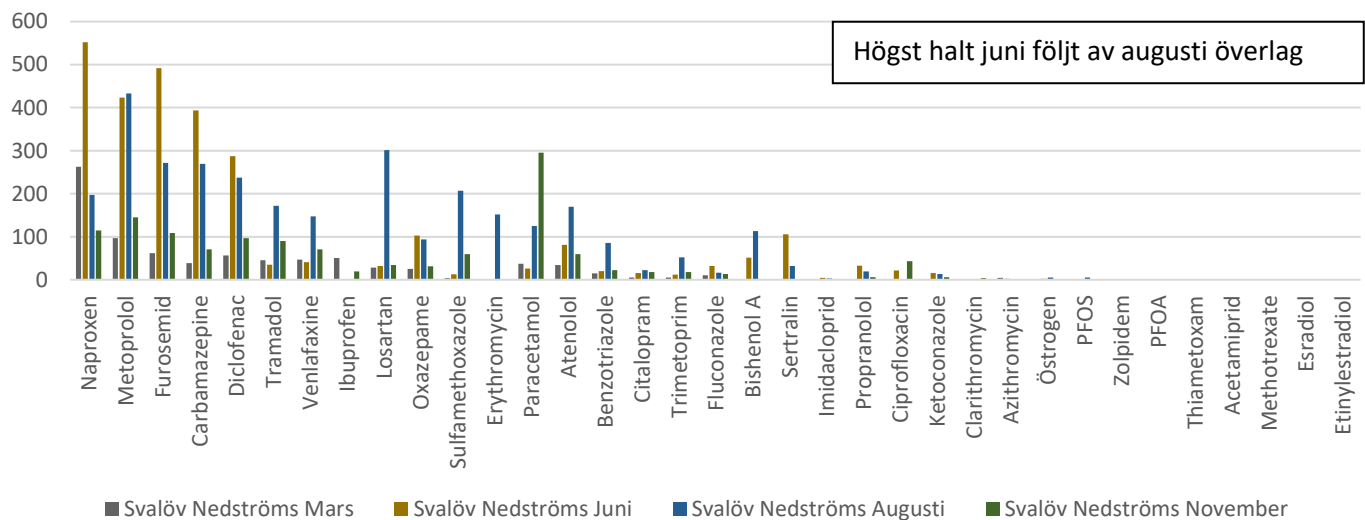
Ellinge utspädning



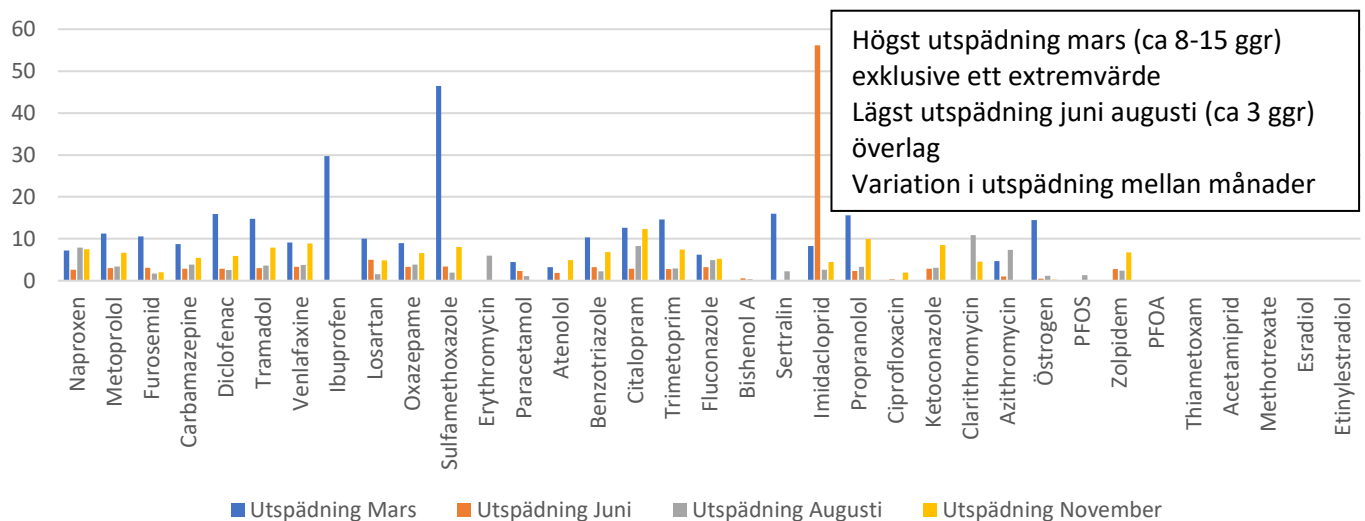
Svalöv utgående



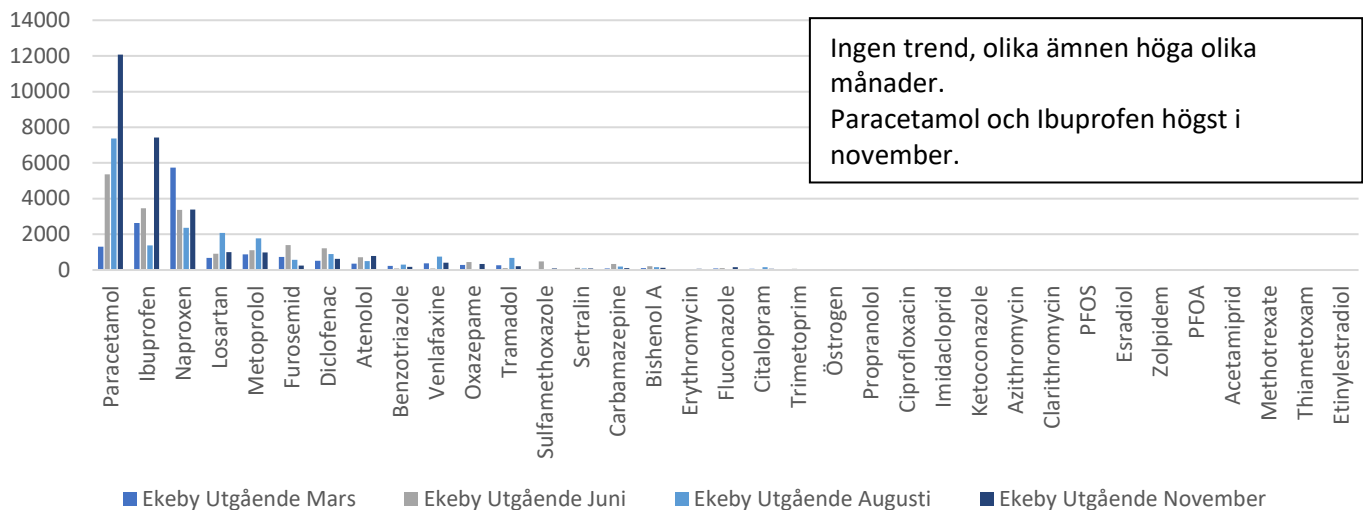
Svalöv nedströms



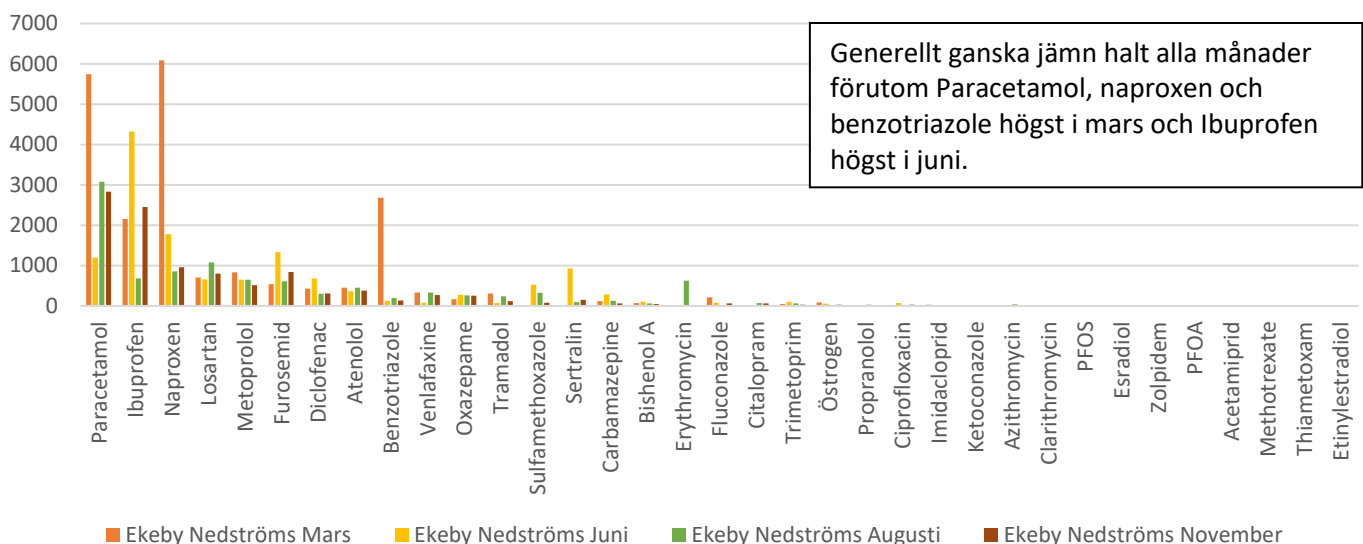
Svalöv utspädning



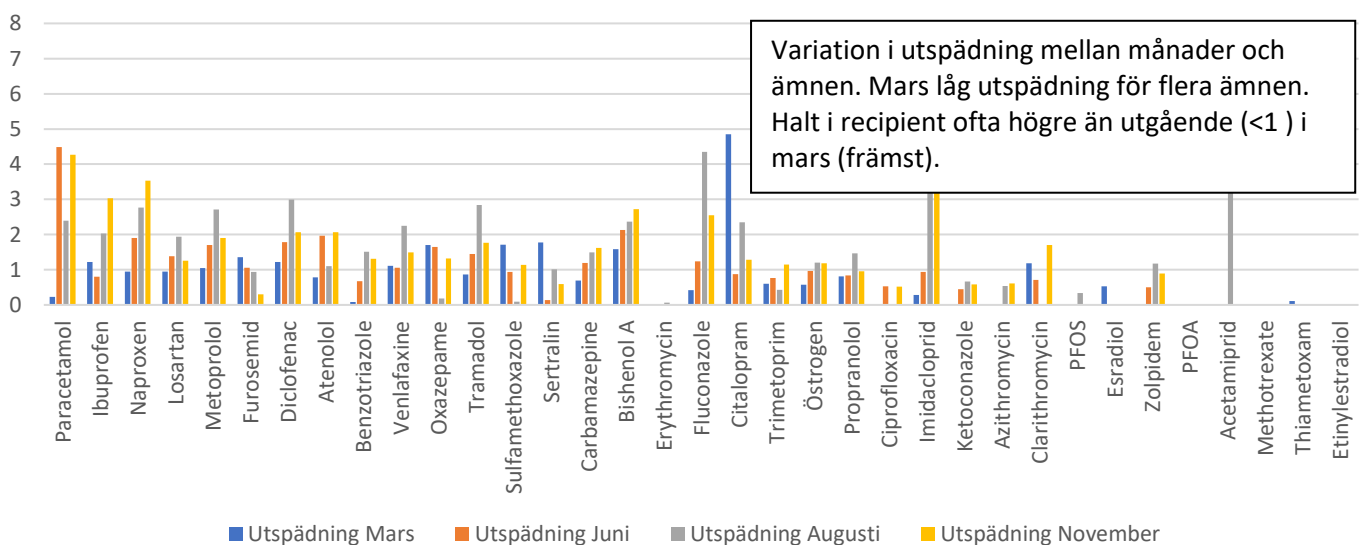
Ekeby utgående



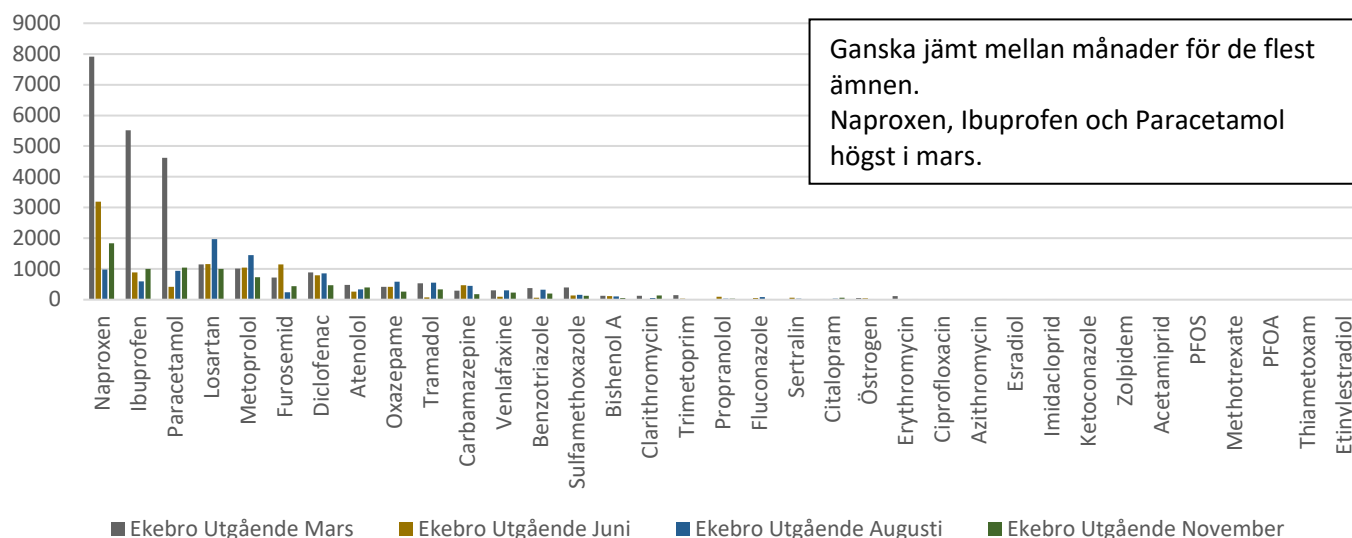
Ekeby nedströms



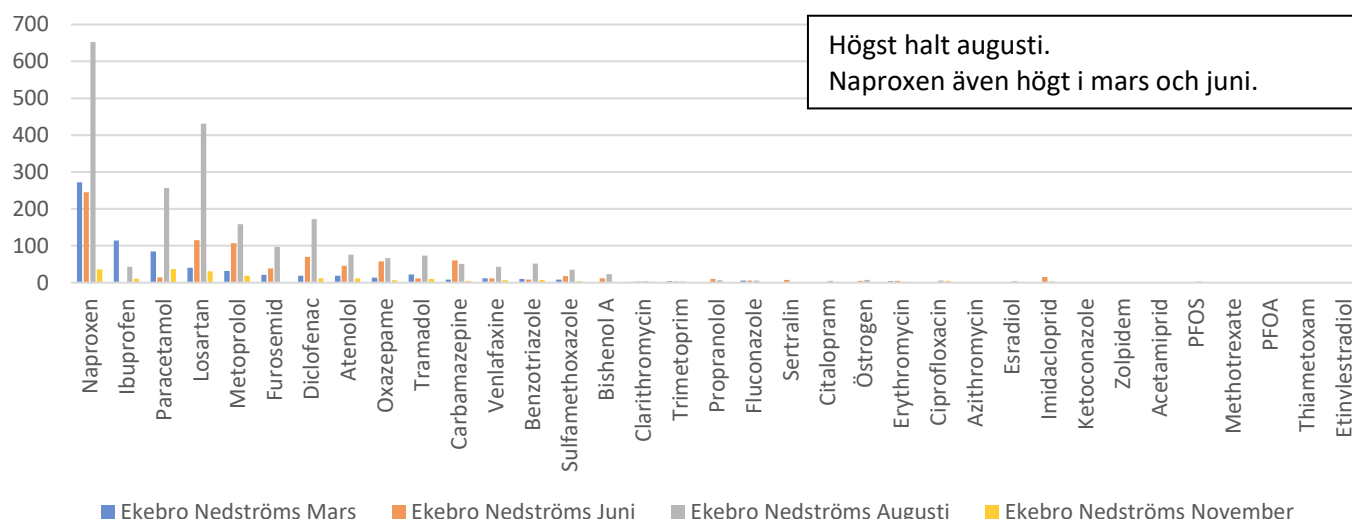
Ekeby utspädning



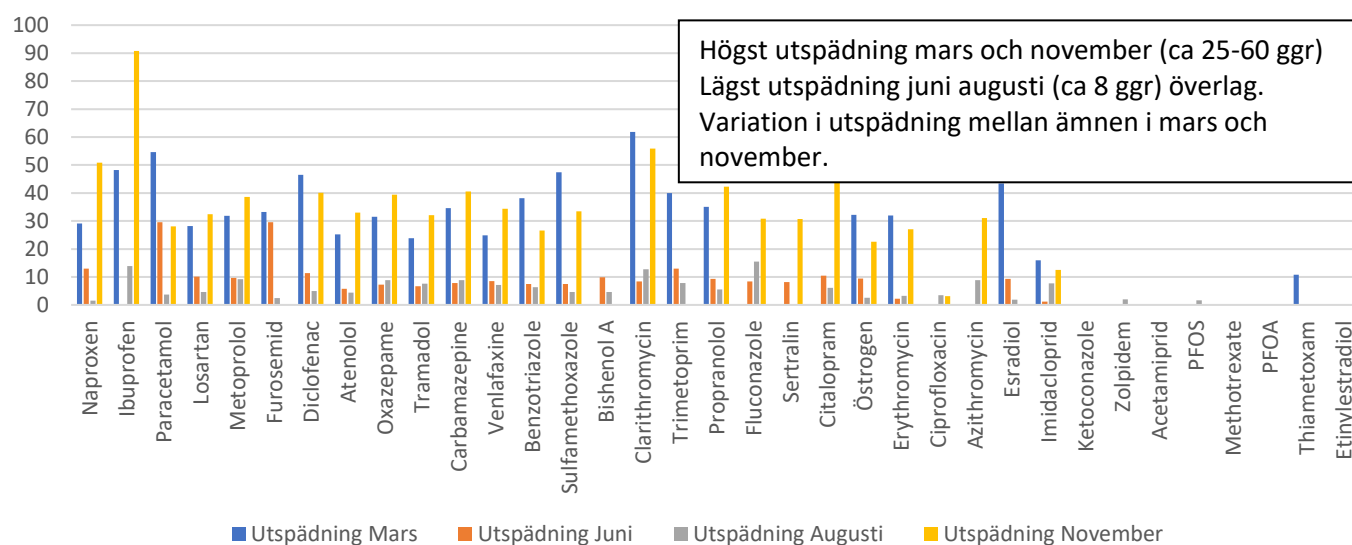
Ekebro utgående



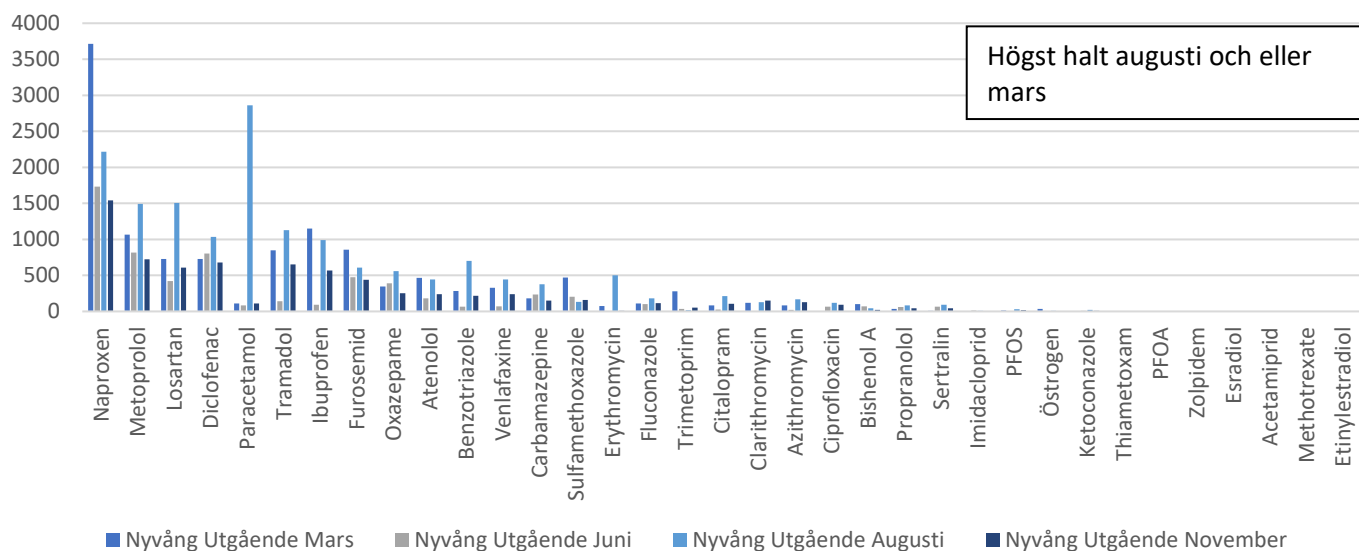
Ekebro nedströms



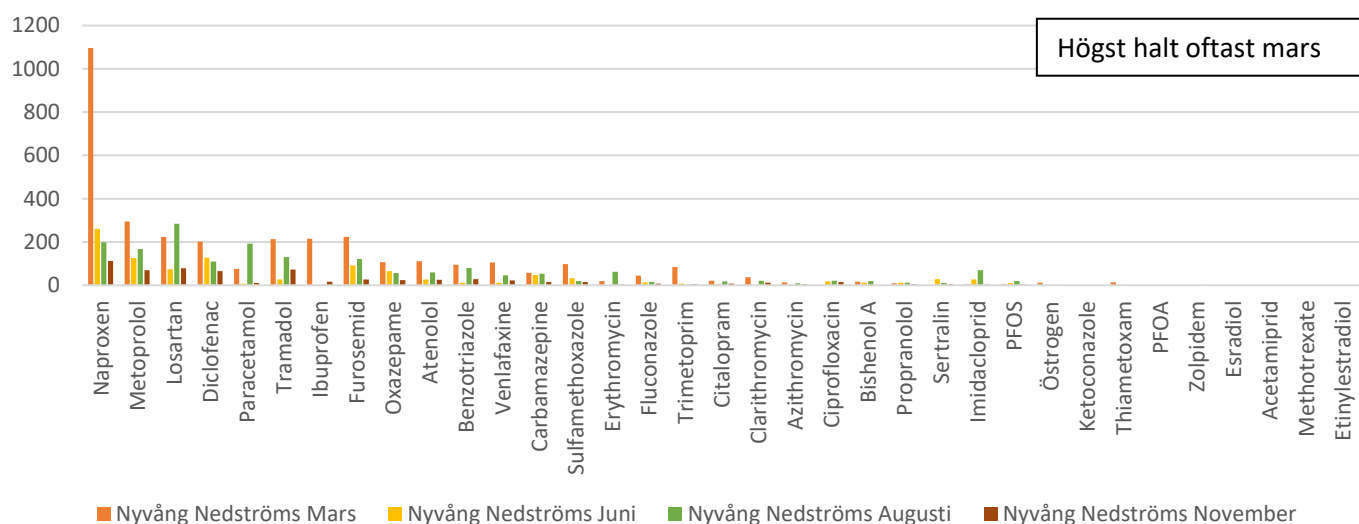
Ekebro utspädning



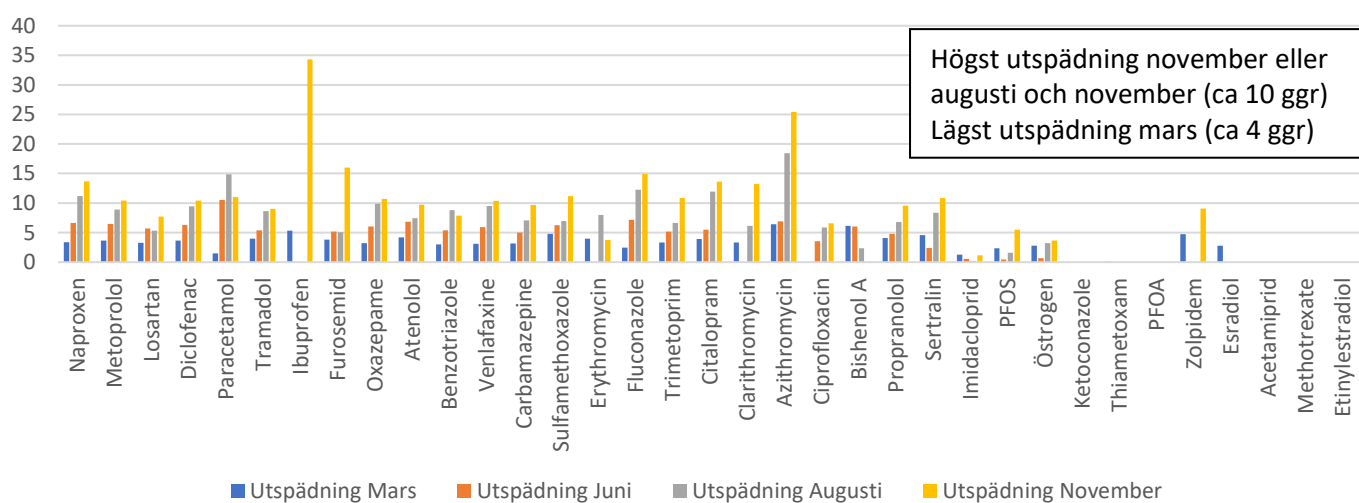
Nyvång utgående



Nyvång nedströms



Nyvång utspädning



Bilaga 6. Resultat haltdata (ng/l) vid sju reningsverk i Skåne

Reningsverk	Månad	Acetamidrid	Atenolol	Diklofenak	Erythromycin	Fluconazole	Imidacloprid	Carbamazepine	Clarithromycin	Losartan	Metoprolol	Methotrexate	Naproxen	Oxazepam	Azithromycin	Benzotriazole	Citalopram	Ketoconazole
Ekebro Uppströms	mars	nd	5,21	5,77	nd	1,50	0,50	1,91	nd	8,28	10,87	nd	nd	5,50	nd	4,18	nd	nd
Ekebro Uppströms	juni	n.d	2,42	11,30	n.d	3,23	9,89	13,14	n.d	20,72	18,03	n.d	28,00	17,51	n.d	3,08	<LOQ	n.d
Ekebro Uppströms	augusti	<LOQ	n,d	7,59	n,d	1,74	0,70	13,46	n,d	39,82	27,80	n,d	4,92	17,92	n,d	15,18	0,51	n,d
Ekebro Uppströms	november	n.d	2,27	3,24	n.d	0,67	0,30	1,29	n.d	5,81	7,28	n.d	5,25	n.d	n.d	2,47	<LOQ	n.d
Ekebro Före Damm	mars	nd	716,93	683,52	65,06	214,00	8,80	236,17	128,49	1174,62	1109,89	12,84	8779,31	302,42	36,32	398,36	70,96	<LOQ
Ekebro Före Damm	juni	4,10	298,17	1331,83	6,99	45,90	11,34	532,73	10,93	1315,82	1148,71	n.d	5131,92	479,32	31,71	57,00	43,00	33,65
Ekebro Före Damm	augusti	2,80	413,12	1129,63	4,30	65,67	17,06	431,99	34,26	2741,58	1677,52	n,d	3634,01	656,04	46,86	334,23	96,64	9,45
Ekebro Före Damm	november	7,50	620,40	697,50	27,41	32,56	7,70	237,57	119,34	1564,10	962,51	n.d	3138,93	328,77	53,56	265,71	128,14	46,13
Ekebro Utgående	mars	nd	482,02	888,47	121,69	126,2	8,00	295,83	129,73	1148,96	1012,30	<LOQ	7907,59	418,34	2,85	377,50	23,00	<LOQ
Ekebro Utgående	juni	4,60	258,98	798,51	10,39	50,93	18,90	475,96	27,42	1160,50	1039,57	n.d	3193,80	419,97	4,70	63,76	16,40	<LOQ
Ekebro Utgående	augusti	2,83	333,48	854,87	8,33	83,65	21,94	449,25	48,87	1973,78	1454,58	n,d	986,21	590,46	14,31	323,20	30,09	<LOQ
Ekebro Utgående	november	5,91	400,25	473,74	20,12	25,14	4,83	179,95	139,63	1003,81	732,60	n.d	1838,45	258,93	9,32	195,97	62,38	5,48
Ekebro Nedströms	mars	nd	19,12	19,12	3,81	6,00	0,50	8,56	2,10	40,79	31,82	nd	272,17	13,27	nd	9,89	<LOQ	nd
Ekebro Nedströms	juni	<LOQ	45,28	70,04	4,64	6,06	15,50	60,48	3,26	114,71	107,31	n.d	245,60	58,10	<LOQ	8,51	1,57	<LOQ
Ekebro Nedströms	augusti	<LOQ	75,65	172,46	2,55	5,39	2,86	50,73	3,83	430,78	158,72	<LOQ	652,70	66,54	1,62	51,47	4,93	<LOQ
Ekebro Nedströms	november	n.d	12,13	11,81	0,74	0,81	0,38	4,43	2,50	30,97	19,00	n.d	36,19	6,58	0,30	7,39	1,27	<LOQ
Ekeby Utgående	mars	nd	352,05	520,25	10,13	89,50	9,10	84,52	27,05	672,89	872,10	5,22	5735,37	276,75	0,80	226,14	61,48	<LOQ
Ekeby Utgående	juni	n.d	709,80	1226,28	n.d	98,46	11,93	337,85	8,99	907,65	1102,11	n.d	3375,80	453,07	n.d	87,53	9,12	10,06
Ekeby Utgående	augusti	8,70	501,11	902,73	39,30	29,20	17,50	186,60	<LOQ	2086,60	1768,70	n,d	2362,50	47,68	19,76	303,89	164,54	15,01
Ekeby Utgående	november	<LOQ	794,09	630,09	67,04	162,05	14,36	98,77	5,28	1009,45	979,66	n.d	3385,09	333,87	11,12	173,61	77,24	12,29
Ekeby Nedströms	mars	nd	448,36	425,06	nd	214,20	32,60	122,09	22,80	708,93	832,43	nd	6083,51	162,62	nd	2677,41	12,68	nd
Ekeby Nedströms	juni	<LOQ	361,51	685,69	n,d	79,57	12,78	282,41	12,67	656,00	647,33	3,40	1775,20	274,95	<LOQ	129,73	10,43	22,34
Ekeby Nedströms	augusti	1,25	453,20	301,17	629,30	6,72	5,10	124,91	1,37	1075,22	652,22	n,d	854,31	259,66	36,92	200,83	70,01	22,49
Ekeby Nedströms	november	<LOQ	383,72	304,98	n.d	63,68	4,35	60,80	3,10	803,84	515,41	n.d	957,80	253,59	18,25	132,74	60,23	20,96
Ellinge Uppströms	mars	nd	2,12	2,48	nd	1,20	0,80	3,96	nd	4,41	7,00	nd	nd	nd	nd	3,26	nd	nd
Ellinge Uppströms	juni	0,40	n.d	3,99	n.d	1,89	4,25	6,80	n.d	3,82	2,10	n.d	<LOQ	2,48	n.d	1,23	n.d	n.d
Ellinge Uppströms	augusti	n,d	n,d	<LOQ	n,d	0,76	0,56	4,18	n,d	2,85	0,30	n,d	n,d	2,27	n,d	3,94	<LOQ	n,d
Ellinge Uppströms	november	n.d	1,36	n.d	n.d	<LOQ	0,72	4,97	n.d	7,08	4,00	n.d	3,76	2,62	n.d	2,82	<LOQ	n.d
Ellinge Utgående	mars	nd	488,28	467,49	104,80	81,60	1,00	281,57	22,39	390,07	713,22	nd	2160,17	190,08	19,06	1542,65	50,61	<LOQ
Ellinge Utgående	juni	n.d	341,74	555,97	13,87	70,95	8,29	531,89	17,44	268,04	719,81	n.d	941,08	303,71	10,10	106,80	21,06	<LOQ
Ellinge Utgående	augusti	6,42	266,49	481,53	47,40	85,54	16,49	715,96	45,96	733,81	1281,51	n,d	556,67	355,33	67,89	1856,45	165,47	<LOQ
Ellinge Utgående	november	n.d	200,62	358,62	32,24	28,75	3,96	243,87	27,48	418,80	587,71	n.d	343,31	147,61	53,50	995,43	91,72	11,77
Ellinge Nedströms	mars	nd	8,10	10,71	1,67	3,00	0,80	8,97	<LOQ	10,56	19,33	nd	79,82	5,90	nd	30,62	1,00	nd
Ellinge Nedströms	juni	1,30	121,49	207,58	5,98	30,89	6,40	223,90	11,24	137,99	215,73	n.d	484,66	100,56	4,74	160,93	6,55	<LOQ
Ellinge Nedströms	augusti	1,53	313,09	239,34	61,50	32,21	4,39	403,79	37,71	835,58	550,12	n,d	100,07	195,36	107,52	>1370	80,09	5,08
Ellinge Nedströms	november	n.d	13,60	19,79	1,95	1,34	0,84	17,21	1,33	22,62	31,91	n.d	n.d	9,56	2,74	70,42	4,17	<LOQ

Reningsverk	Månad	Paracetamol	Propranolol	Sulfamethoxazole	Tramadol	Venlafaxine	Zolpidem	Östrogen	17-beta- östradiol	17-alfa- etinylostradiol	PFOA	PFOS	Bishenol A	Furosemid	Sertralin	Trimetoprim	Ibuprofen	Thiametoxam	Ciprofloxacin
Ekebro Uppströms	mars	nd	nd	1,93	nd	4,56	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	<LOQ	nd	<LOQ	nd	0,02	
Ekebro Uppströms	juni	<LOQ	0,60	6,18	5,88	2,96	n.d	0,69	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	n.d	<LOQ	nd	nd	<LOQ	nd
Ekebro Uppströms	augusti	12,27	0,44	2,92	23,74	15,16	n,d	0,44	n,d	n,d	<LOQ	<LOQ	96,46	<LOQ	nd	1,68	nd	<LOQ	nd
Ekebro Uppströms	november	6,83	0,29	1,25	4,79	3,23	n.d	0,20	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,50	<LOQ	nd	<LOQ	nd
Ekebro Före Damm	mars	5427,32	36,91	281,51	580,91	466,10	1,67	55,70	30,90	nd	<LOQ	3,26	112,86	934,97	9,30	196,90	5454,99	1,45	
Ekebro Före Damm	juni	827,60	171,89	275,08	94,22	152,96	6,20	81,17	22,00	n.d	<LOQ	<LOQ	117,18	2599,43	194,60	43,62	1940,70	nd	52,46
Ekebro Före Damm	augusti	2246,48	70,37	231,98	721,12	551,08	4,41	53,27	36,00	n,d	2,86	4,44	85,55	951,32	97,00	28,65	1473,10	nd	36,10
Ekebro Före Damm	november	1964,05	59,19	231,05	416,19	399,60	2,44	35,56	13,30	n.d	3,17	3,01	66,20	828,00	80,10	43,80	1605,62	nd	86,66
Ekebro Utgående	mars	4615,96	25,58	397,38	531,98	299,02	2,49	51,43	24,30	nd	<LOQ	4,87	125,26	719,43	3,20	152,00	5519,59	1,39	
Ekebro Utgående	juni	417,54	90,85	135,36	78,48	99,06	3,74	44,89	13,90	n.d	3,04	n.d	119,68	1153,09	62,40	36,44	888,00	nd	15,28
Ekebro Utgående	augusti	942,61	36,00	159,90	557,93	305,83	3,39	18,86	7,50	n,d	3,44	5,32	106,74	238,20	31,17	26,70	596,70	nd	21,00
Ekebro Utgående	november	1045,02	36,24	130,58	333,91	233,59	2,73	16,46	4,80	n.d	<LOQ	<LOQ	51,60	440,80	24,60	22,20	1004,37	nd	15,61
Ekebro Nedströms	mars	84,53	0,73	8,37	22,31	12,01	<LOQ	1,60	0,56	nd	nd	nd	<LOQ	21,63	nd	3,80	114,58	0,13	
Ekebro Nedströms	juni	14,10	9,78	18,04	11,71	11,57	<LOQ	4,75	1,50	n.d	<LOQ	<LOQ	12,06	38,94	7,60	2,82	nd	<LOQ	nd
Ekebro Nedströms	augusti	256,59	6,47	34,91	73,57	43,09	1,70	7,25	4,00	n,d	<LOQ	3,28	22,85	96,69	nd	3,40	42,90	nd	6,07
Ekebro Nedströms	november	37,17	0,86	3,90	10,40	6,79	n.d	0,73	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,80	<LOQ	11,07	<LOQ	4,92
Ekeby Utgående	mars	1311,93	11,95	26,34	266,36	371,51	1,11	48,47	6,70	nd	<LOQ	<LOQ	112,56	729,57	6,20	29,60	2639,56	0,32	
Ekeby Utgående	juni	5354,05	17,75	489,81	106,83	78,80	2,47	55,05	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	214,90	1405,46	128,20	72,80	3461,20	nd	36,16
Ekeby Utgående	augusti	7369,70	43,27	29,54	675,83	754,18	2,30	20,30	n,d	n,d	3,98	3,37	150,07	569,41	91,85	25,79	1385,70	nd	15,08
Ekeby Utgående	november	12076,07	22,58	86,02	214,78	402,56	1,48	38,37	n.d	n.d	3,21	<LOQ	119,10	253,50	87,60	34,90	7434,81	<LOQ	16,82
Ekeby Nedströms	mars	5746,74	14,73	15,42	307,61	333,59	nd	84,90	12,70	nd	2,28	4,11	70,96	538,75	3,50	49,50	2156,60	2,92	
Ekeby Nedströms	juni	1194,65	21,20	522,68	73,66	74,83	4,93	56,81	n.d	n.d	3,40	8,50	100,72	1329,06	925,70	94,99	4321,00	<LOQ	68,01
Ekeby Nedströms	augusti	3078,96	29,56	328,16	238,20	335,06	1,95	16,88	n,d	n,d	<LOQ	9,99	63,53	607,31	90,81	59,57	682,40	<LOQ	nd
Ekeby Nedströms	november	2831,96	23,56	75,86	121,69	269,77	1,65	32,48	n.d	n.d	<LOQ	7,23	43,70	838,30	148,40	30,40	2452,84	<LOQ	32,15
Ellinge Uppströms	mars	nd	nd	2,08	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	<LOQ	nd	nd	<LOQ	nd	<LOQ	
Ellinge Uppströms	juni	n.d	n.d	n.d	<LOQ	LOQ	n.d	0,83	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	n.d	<LOQ	nd	nd	8,50	nd
Ellinge Uppströms	augusti	<LOQ	n,d	0,17	6,00	3,31	n,d	0,27	n,d	n,d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	n,d	nd	1,84	nd	3,10	nd
Ellinge Uppströms	november	<LOQ	0,20	1,32	8,38	3,06	n.d	0,27	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	nd	<LOQ	nd
Ellinge Utgående	mars	60,26	12,69	54,55	450,02	373,32	nd	6,19	nd	nd	3,18	<LOQ	123,02	412,94	0,50	95,60	1515,60	0,47	
Ellinge Utgående	juni	119,46	58,08	59,28	103,22	132,78	1,59	10,95	n.d	n.d	4,89	<LOQ	75,01	268,41	1,00	36,02	320,70	nd	10,46
Ellinge Utgående	augusti	1957,29	52,01	151,81	869,03	769,31	2,22	20,19	n,d	n,d	3,65	<LOQ	93,08	319,43	56,00	57,63	466,20	<LOQ	nd
Ellinge Utgående	november	54,08	37,04	39,08	429,93	304,56	1,06	7,38	n.d	n.d	3,64	<LOQ	46,80	307,70	44,10	26,00	140,96	nd	14,53
Ellinge Nedströms	mars	18,53	0,42	2,88	14,03	11,41	nd	0,37	nd	nd	nd	nd	<LOQ	7,45	nd	2,40	28,26	<LOQ	
Ellinge Nedströms	juni	n.d	27,81	31,52	42,20	41,46	<LOQ	4,07	n.d	n.d	<LOQ	7,50	26,15	166,33	47,20	17,37	nd	7,30	nd
Ellinge Nedströms	augusti	151,15	42,32	80,30	332,68	340,83	3,29	7,75	n,d	n,d	<LOQ	7,99	45,99	294,91	47,85	42,64	nd	<LOQ	nd
Ellinge Nedströms	november	<LOQ	2,02	2,80	32,60	17,36	n.d	0,56	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	10,40	nd	2,20	nd	<LOQ	nd

Reningsverk	Månad	Acetamidrid	Atenolol	Diklofenak	Erythromycin	Fluconazole	Imidacloprid	Carbamazepine	Clarithromycin	Losartan	Metoprolol	Methotrexate	Naproxen	Oxazepam	Azithromycin	Benzotriazole	Citalopram	Ketoconazole
Nyvang Uppströms	mars	nd	6,09	1,88	nd	5,90	2,50	1,78	nd	nd	3,65	nd	nd	3,36	nd	3,00	nd	nd
Nyvang Uppströms	juni	0,90	n.d	2,48	n.d	1,34	32,26	3,95	n.d	1,80	0,97	n.d	n.d	3,02	n.d	1,49	n.d	n.d
Nyvang Uppströms	augusti	n.d	n.d	2,33	n.d	<LOQ	67,99	7,18	n.d	2,39	2,00	n.d	n.d	2,34	n.d	15,32	n.d	n.d
Nyvang Uppströms	november	n.d	1,27	1,49	n.d	n.d	3,50	1,34	n.d	1,23	1,19	n.d	n.d	0,85	n.d	4,32	n.d	n.d
Nyvang Utgående	mars	nd	466,47	729,65	74,90	109,50	5,60	180,96	120,79	728,28	1066,75	nd	3714,84	346,43	84,77	285,56	83,59	<LOQ
Nyvang Utgående	juni	n.d	181,38	805,47	5,48	100,21	14,67	234,27	1,41	420,71	815,58	n.d	1733,44	391,10	20,71	65,39	24,00	8,82
Nyvang Utgående	augusti	<LOQ	444,08	1032,68	502,53	183,65	9,67	378,71	129,49	1504,11	1491,01	<LOQ	2215,99	557,88	169,20	701,46	212,49	21,27
Nyvang Utgående	november	<LOQ	240,36	680,96	10,38	114,21	3,64	149,29	152,41	607,33	725,04	n.d	1541,71	252,69	126,92	218,86	105,57	9,85
Nyvang Nedströms	mars	nd	111,68	200,68	18,75	44,50	4,40	57,47	36,40	223,78	293,90	nd	1095,30	107,35	13,22	94,57	21,26	nd
Nyvang Nedströms	juni	<LOQ	26,54	127,70	<LOQ	13,94	26,99	46,81	<LOQ	73,84	126,01	n.d	260,63	65,09	2,99	12,16	4,35	<LOQ
Nyvang Nedströms	augusti	<LOQ	59,50	109,43	62,73	14,96	69,19	53,50	21,14	283,52	167,12	n.d	197,79	56,53	9,17	79,60	17,83	<LOQ
Nyvang Nedströms	november	n.d	24,75	65,25	2,78	7,64	3,11	15,45	11,49	79,00	69,64	n.d	112,83	23,60	4,99	27,70	7,74	<LOQ
Svalöv Uppströms	mars	nd	nd	nd	nd	2,20	0,90	0,52	nd	nd	2,31	nd	nd	nd	nd	1,54	nd	nd
Svalöv Uppströms	juni	n.d	n.d	<LOQ	n.d	<LOQ	9,50	0,89	n.d	0,51	0,51	n.d	n.d	3,63	n.d	<LOQ	n.d	n.d
Svalöv Uppströms	augusti	n.d	n.d	<LOQ	n.d	<LOQ	0,34	2,08	n.d	0,76	0,30	n.d	n.d	1,82	n.d	11,47	<LOQ	n.d
Svalöv Uppströms	november	n.d	1,74	1,23	n.d	n.d	1,16	<LOQ	n.d	1,36	1,85	n.d	5,47	n.d	n.d	1,35	n.d	n.d
Svalöv Utgående	mars	nd	109,57	894,94	nd	64,30	8,30	341,02	2,48	283,89	1087,13	<LOQ	1887,69	226,59	19,72	154,81	69,70	13,27
Svalöv Utgående	juni	n.d	150,77	810,35	3,57	102,59	244,16	1116,84	1,54	159,06	1280,57	n.d	1440,78	335,48	2,20	64,26	43,88	44,48
Svalöv Utgående	augusti	n.d	5,92	600,03	906,48	81,07	7,27	1027,71	11,90	473,50	1463,67	n.d	1556,31	361,79	5,46	191,83	182,68	40,72
Svalöv Utgående	november	<LOQ	291,30	567,61	64,90	68,39	5,83	388,70	17,45	166,37	961,70	n.d	858,58	203,16	<LOQ	151,68	220,78	53,07
Svalöv Nedströms	mars	nd	34,21	56,26	nd	10,40	1,00	38,93	nd	28,27	96,45	nd	262,76	25,26	4,19	14,99	5,52	nd
Svalöv Nedströms	juni	<LOQ	80,98	287,00	<LOQ	31,84	4,35	393,87	n.d	31,64	423,20	n.d	552,23	102,25	2,23	19,91	15,35	15,64
Svalöv Nedströms	augusti	n.d	169,50	237,30	151,70	16,62	2,80	269,14	1,09	301,21	432,87	n.d	197,07	94,03	0,74	85,55	22,18	13,07
Svalöv Nedströms	november	n.d	59,13	96,42	n.d	13,01	1,31	70,87	3,87	34,27	144,90	n.d	114,70	30,92	<LOQ	22,33	17,92	6,22

Reningsverk	Månad	Paracetamol	Propranolol	Sulfamethoxazole	Tramadol	Venlafaxine	Zolpidem	Östrogen	17-beta- östradiol	17-alfa- etinylöstradiol	PFOA	PFOS	Bishenol A	Furosemid	Sertralin	Trimetoprim	Ibuprofen	Thiametoxam	Ciprofloxacin
Nyvång Uppströms	mars	119,53	nd	0,11	nd	1,09	nd	nd	nd	nd	nd	3,13	nd	nd	nd	<LOQ	29,23	14,82	
Nyvång Uppströms	juni	<LOQ	0,06	n.d	<LOQ	n.d	n.d	0,56	n.d	n.d	<LOQ	9,80	<LOQ	n.d	<LOQ	nd	nd	2,70	nd
Nyvång Uppströms	augusti	11,33	<LOQ	n,d	3,47	1,18	n,d	0,65	n,d	n,d	<LOQ	19,70	14,81	<LOQ	nd	0,84	nd	<LOQ	nd
Nyvång Uppströms	november	9,73	0,23	0,11	2,73	<LOQ	n.d	0,38	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	n.d	<LOQ	nd	nd	<LOQ	nd
Nyvång Utgående	mars	109,87	36,14	471,53	846,47	327,15	3,22	34,85	3,60	nd	4,67	10,98	100,21	855,20	7,80	279,90	1148,06	0,72	
Nyvång Utgående	juni	83,93	59,95	201,99	143,10	71,70	2,42	0,55	n.d	n.d	<LOQ	4,80	70,83	476,11	67,40	36,40	93,30	<LOQ	66,03
Nyvång Utgående	augusti	2861,54	82,61	132,34	1128,55	444,77	4,04	6,30	n,d	n,d	4,08	31,73	44,10	609,24	91,34	17,48	991,40	<LOQ	118,91
Nyvång Utgående	november	111,71	45,04	159,48	652,12	237,88	2,24	2,64	n.d	n.d	5,55	15,17	22,20	439,70	44,60	53,10	568,47	<LOQ	93,31
Nyvång Nedströms	mars	75,08	8,83	98,20	212,43	105,04	0,68	12,40	1,30	nd	<LOQ	4,70	16,36	223,39	1,70	84,80	214,65	12,89	
Nyvång Nedströms	juni	7,98	12,47	32,23	26,69	12,15	<LOQ	0,84	n.d	n.d	<LOQ	10,70	11,72	92,57	28,00	7,04	nd	2,50	18,50
Nyvång Nedströms	augusti	192,27	12,13	19,02	130,43	46,72	<LOQ	1,96	n,d	n,d	<LOQ	19,59	18,92	120,74	10,95	2,65	nd	<LOQ	20,18
Nyvång Nedströms	november	10,15	4,70	14,24	72,54	22,96	0,25	0,72	n.d	n.d	<LOQ	2,75	<LOQ	27,50	4,10	4,90	16,56	<LOQ	14,20
Svalöv Uppströms	mars	48,78	nd	0,19	nd	nd	nd	nd	nd	nd	<LOQ	nd	<LOQ	nd	nd	<LOQ	nd	<LOQ	
Svalöv Uppströms	juni	23,46	n.d	n.d	<LOQ	n.d	n.d	1,66	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	n.d	0,80	nd	nd	nd	nd
Svalöv Uppströms	augusti	16,02	n,d	0,29	<LOQ	<LOQ	n,d	0,64	n,d	n,d	<LOQ	3,01	35,99	n,d	nd	<LOQ	nd	<LOQ	nd
Svalöv Uppströms	november	12,72	n.d	0,05	1,76	<LOQ	n.d	0,34	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	nd	nd
Svalöv Utgående	mars	165,91	26,57	175,37	673,69	425,53	1,97	13,61	nd	nd	<LOQ	<LOQ	54,71	653,23	8,00	74,40	1509,85	0,03	
Svalöv Utgående	juni	60,31	76,65	42,42	104,24	133,63	3,28	0,99	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	30,48	1518,79	1,10	32,56	nd	<LOQ	7,58
Svalöv Utgående	augusti	132,72	64,58	402,35	624,11	548,97	3,62	6,36	n,d	n,d	3,75	6,29	39,86	460,39	72,11	152,52	258,60	nd	83,23
Svalöv Utgående	november	49,58	55,61	477,54	710,90	625,01	2,02	0,18	n.d	n.d	7,56	3,59	28,00	220,10	86,70	131,00	nd	nd	82,21
Svalöv Nedströms	mars	37,20	1,70	3,77	45,68	46,61	nd	0,94	nd	nd	<LOQ	nd	<LOQ	61,67	0,50	5,10	50,82	0,22	
Svalöv Nedströms	juni	26,23	32,99	12,42	34,63	40,53	1,18	2,19	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	51,21	492,08	105,60	11,67	nd	<LOQ	21,50
Svalöv Nedströms	augusti	124,80	19,51	207,02	171,71	147,09	1,50	5,26	n,d	n,d	<LOQ	4,87	112,86	271,39	32,08	52,19	nd	<LOQ	nd
Svalöv Nedströms	november	294,97	5,57	59,44	90,23	70,45	0,30	0,68	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	108,60	nd	17,70	19,04	nd	42,92

Reningsverk	Månad	Acetamidrid	Atenolol	Diklofenak	Erythromycin	Fluconazole	Imidacloprid	Carbamazepine	Clarithromycin	Losartan	Metoprolol	Methotrexate	Naproxen	Oxazepam	Azithromycin	Benzotriazole	Citalopram	Ketoconazole
Södra Sandby Uppströms	mars	nd	nd	4,18	nd	nd	0,50	1,40	nd	nd	1,41	nd	nd	nd	nd	2,35	nd	nd
Södra Sandby Uppströms	juni	n.d	n.d	23,15	n.d	1,21	0,99	3,05	n.d	4,22	4,46	n.d	<LOQ	n.d	n.d	1,13	n.d	n.d
Södra Sandby Uppströms	augusti	n.d	n.d	2,57	n.d	<LOQ	0,70	1,20	n.d	4,89	4,17	n.d	n.d	<LOQ	n.d	4,96	<LOQ	n.d
Södra Sandby Uppströms	november	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	1,58	1,28	n.d	2,43	4,10	n.d	n.d	n.d	n.d	4,64	n.d	n.d
Södra Sandby Utgående	mars	nd	299,61	616,30	98,10	51,00	5,20	261,69	11,05	90,72	908,40	nd	119,53	264,45	16,61	114,94	73,46	<LOQ
Södra Sandby Utgående	juni	n.d	115,36	534,01	225,09	48,48	6,22	490,01	27,94	46,88	836,27	n.d	61,03	385,18	2,76	27,19	26,00	<LOQ
Södra Sandby Utgående	augusti	1,69	105,38	577,22	64,40	73,68	11,72	559,17	50,89	122,46	1019,31	n.d	88,46	474,78	15,73	214,16	176,95	n.d
Södra Sandby Utgående	november	1,58	196,66	815,82	4,82	54,48	11,18	654,82	10,56	159,88	1331,58	n.d	140,88	462,40	37,23	112,22	247,63	<LOQ
Södra Sandby Nedströms	mars	nd	32,30	58,37	nd	9,90	0,90	33,46	<LOQ	10,57	100,53	nd	27,42	34,69	<LOQ	13,00	7,06	nd
Södra Sandby Nedströms	juni	1,00	47,14	161,92	78,69	17,25	313,54	185,44	11,38	22,87	237,39	n.d	<LOQ	127,52	<LOQ	11,07	5,44	<LOQ
Södra Sandby Nedströms	augusti	<LOQ	69,99	231,08	n.d	15,55	3,98	186,81	62,94	121,83	297,84	n.d	17,09	154,25	3,02	83,57	42,31	<LOQ
Södra Sandby Nedströms	november	<LOQ	43,23	87,65	n.d	4,08	1,34	53,37	19,01	28,27	143,68	n.d	15,85	45,71	3,41	23,31	23,06	n.d
Tomelilla Uppströms	mars	nd	nd	1,80	nd	0,80	0,30	1,93	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1,23	nd	nd
Tomelilla Uppströms	juni	n.d	n.d	n.d	n.d	<LOQ	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	28,46	n.d	n.d	0,95	n.d	n.d
Tomelilla Uppströms	augusti	n.d	n.d	n.d	n.d	<LOQ	0,36	n.d	n.d	n.d	0,20	n.d	n.d	n.d	n.d	14,80	n.d	n.d
Tomelilla Uppströms	november	n.d	n.d	n.d	n.d	<LOQ	0,62	0,47	n.d	n.d	0,59	n.d	n.d	n.d	n.d	1,24	n.d	n.d
Tomelilla Före Damm	mars	nd	547,32	594,42	294,99	47,00	3,90	142,67	3,60	513,14	940,37	<LOQ	642,15	237,83	21,39	162,04	44,35	<LOQ
Tomelilla Före Damm	juni	2,60	532,11	773,26	187,13	41,33	0,22	374,18	1,87	206,93	1127,43	n.d	187,20	485,80	19,48	64,92	29,07	6,70
Tomelilla Före Damm	augusti	1,43	159,15	868,40	15,50	76,83	9,59	536,39	21,88	385,01	1857,35	n.d	77,88	642,66	69,10	342,33	134,85	<LOQ
Tomelilla Före Damm	november	<LOQ	287,13	683,48	6,30	63,89	8,24	271,77	61,76	297,71	1374,81	n.d	74,93	401,73	34,12	292,71	121,93	<LOQ
Tomelilla Utgående	mars	nd	509,00	514,42	211,60	45,40	4,10	138,47	5,62	463,03	838,89	<LOQ	675,63	224,36	12,48	168,71	43,36	<LOQ
Tomelilla Utgående	juni	n.d	345,64	580,97	100,60	53,24	0,65	344,69	3,28	167,24	939,15	n.d	152,58	470,95	16,82	61,59	23,47	<LOQ
Tomelilla Utgående	augusti	n.d	237,27	938,05	64,36	71,14	10,60	443,53	12,97	412,75	1817,73	n.d	77,22	605,72	78,78	326,76	153,18	9,32
Tomelilla Utgående	november	<LOQ	136,95	415,49	3,96	41,64	4,52	161,99	48,98	162,26	772,48	n.d	35,10	227,00	18,07	202,15	65,63	<LOQ
Tomelilla Nedströms	mars	<LOQ	161,45	157,23	49,12	31,20	1,00	59,61	nd	186,21	368,14	nd	451,94	107,34	11,82	57,37	15,42	nd
Tomelilla Nedströms	juni	0,40	144,43	336,99	67,94	26,53	0,64	213,35	n.d	94,73	545,83	n.d	82,68	236,89	11,73	35,55	14,08	<LOQ
Tomelilla Nedströms	augusti	<LOQ	73,47	387,73	11,49	25,62	4,03	253,29	9,00	189,87	632,11	n.d	19,25	230,69	46,73	144,41	71,81	<LOQ
Tomelilla Nedströms	november	<LOQ	52,95	166,09	n.d	12,25	2,15	67,90	15,62	76,01	300,72	n.d	17,69	95,47	6,93	82,93	27,21	0,58

Reningsverk	Månad	Paracetamol	Propranolol	Sulfamethoxazole	Tramadol	Venlafaxine	Zolpidem	Östrogen	17-beta- östradiol	17-alfa- etinylostradiol	PFOA	PFOS	Bishenol A	Furosemid	Sertralin	Trimetoprim	Ibuprofen	Thiametoxam	Ciprofloxacin
Södra Sandby Uppströms	mars	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	11,16	nd	nd	<LOQ	nd	<LOQ	
Södra Sandby Uppströms	juni	11,40	n.d	6,20	<LOQ	n.d	n.d	0,56	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	nd	nd	nd	<LOQ	nd
Södra Sandby Uppströms	augusti	<LOQ	n,d	0,11	2,21	1,13	n,d	0,60	n,d	n,d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	nd	<LOQ	nd	<LOQ	nd
Södra Sandby Uppströms	november	<LOQ	n.d	0,39	1,24	<LOQ	n.d	0,28	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	nd	nd	<LOQ	nd
Södra Sandby Utgående	mars	63,00	22,39	76,93	249,89	462,38	1,64	0,67	nd	nd	4,63	<LOQ	66,78	196,60	4,80	67,10	nd	0,00	
Södra Sandby Utgående	juni	69,74	41,36	193,47	60,16	138,57	<LOQ	1,21	n.d	n.d	4,13	<LOQ	12,98	87,08	<LOQ	53,39	nd	<LOQ	nd
Södra Sandby Utgående	augusti	46,10	44,41	107,05	450,76	966,23	1,15	1,20	n,d	n,d	3,65	3,05	12,99	71,22	33,52	79,17	nd	<LOQ	nd
Södra Sandby Utgående	november	549,67	57,24	279,48	409,83	981,95	1,92	1,24	n.d	n.d	4,01	<LOQ	20,40	169,40	76,20	137,90	nd	nd	66,87
Södra Sandby Nedströms	mars	nd	2,13	7,01	29,12	59,62	nd	nd	nd	nd	1,28	nd	13,47	14,10	<LOQ	11,30	nd	<LOQ	
Södra Sandby Nedströms	juni	<LOQ	10,57	70,28	15,10	33,90	<LOQ	1,07	n.d	n.d	3,95	<LOQ	<LOQ	29,82	11,90	18,24	nd	<LOQ	nd
Södra Sandby Nedströms	augusti	12,80	18,47	116,86	167,91	301,19	<LOQ	2,41	n,d	n,d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	41,52	16,97	21,54	nd	<LOQ	4,62
Södra Sandby Nedströms	november	51,28	7,04	29,87	53,03	101,23	0,21	0,84	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	15,50	10,10	12,00	nd	<LOQ	nd
Tomelilla Uppströms	mars	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	<LOQ	10,92	nd	
Tomelilla Uppströms	juni	8,51	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	2,16	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	14,98	n,d	<LOQ	nd	nd	nd	nd
Tomelilla Uppströms	augusti	<LOQ	n,d	<LOQ	n,d	n,d	n,d	3,20	n,d	n,d	<LOQ	<LOQ	29,60	n,d	nd	4,09	nd	nd	nd
Tomelilla Uppströms	november	<LOQ	n.d	0,08	<LOQ	n.d	n.d	0,37	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	n.d	<LOQ	nd	nd	nd	nd
Tomelilla Före Damm	mars	28,01	33,45	33,84	366,59	254,23	1,56	0,20	nd	nd	<LOQ	<LOQ	51,05	821,83	3,40	47,40	20,75	0,22	
Tomelilla Före Damm	juni	87,26	88,08	142,82	100,03	102,28	2,03	0,92	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	14,22	471,46	40,40	15,16	nd	<LOQ	nd
Tomelilla Före Damm	augusti	378,56	73,44	332,43	676,99	697,27	2,52	6,74	n,d	n,d	<LOQ	<LOQ	14,84	565,35	15,83	10,01	nd	1,60	nd
Tomelilla Före Damm	november	532,69	74,05	170,18	594,53	512,30	1,39	0,97	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	407,60	52,00	40,00	nd	0,62	38,88
Tomelilla Utgående	mars	21,24	32,78	52,00	310,16	281,77	1,10	0,46	nd	nd	<LOQ	<LOQ	70,82	568,60	2,10	54,40	nd	0,14	
Tomelilla Utgående	juni	88,49	67,43	229,89	79,16	87,40	1,47	3,43	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	19,38	228,29	13,50	22,71	nd	<LOQ	nd
Tomelilla Utgående	augusti	679,84	84,08	163,85	606,54	705,15	2,71	1,91	n,d	n,d	<LOQ	<LOQ	30,99	637,17	60,45	11,08	nd	2,20	29,24
Tomelilla Utgående	november	240,54	37,21	133,81	380,69	284,13	0,64	0,73	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	290,20	18,10	21,60	nd	<LOQ	7,68
Tomelilla Nedströms	mars	nd	10,76	14,89	148,81	132,40	0,53	0,47	nd	nd	<LOQ	nd	11,82	163,12	0,50	33,90	nd	nd	
Tomelilla Nedströms	juni	14,99	59,07	115,43	57,07	56,81	0,97	2,67	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	25,72	175,36	19,70	13,41	nd	<LOQ	nd
Tomelilla Nedströms	augusti	39,49	45,34	123,23	285,64	348,90	1,67	3,30	n,d	n,d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	166,44	12,34	4,80	nd	<LOQ	2,69
Tomelilla Nedströms	november	52,52	17,31	47,92	165,26	122,64	0,38	0,99	n.d	n.d	<LOQ	<LOQ	<LOQ	117,40	7,60	7,50	nd	<LOQ	6,37

