



Nr U 6521
November 2021

Kartläggning av läkemedelföroreningar i Västra Götaland

På uppdrag av Västra Götalandsregionen

Christian Baresel, Linus Karlsson, Gunnar Thorsén, Bahare Esfahani



Författare: Christian Baresel, Linus Karlsson, Gunnar Thorsén, Bahare Esfahani

På uppdrag av: Västra Götalandsregionen

Fotograf: Christian Baresel

Rapportnummer U 6521

© **IVL Svenska Miljöinstitutet 2021**

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	5
1 Allmän bakgrund.....	6
1.1 Läkemedel i miljön	6
1.2 Miljömål och ambitioner i Västra Götalandsregion	7
1.3 Mål och syfte.....	7
1.4 Begränsningar.....	8
1.5 Dagens lagkrav	8
1.6 Bedömning miljöpåverkan utöver miljö kvalitetsnormerna	10
2 Läkemedelsrester i ytvattenförekomster i Västra Götaland	12
2.1 Ytvattenförekomster i Västra Götaland	12
2.2 Förvaltning och organisation i Västra Götaland	12
2.2.1 Vattenförvaltning.....	13
2.2.2 Förvaltning av läkemedel.....	13
2.3 Källor och transportvägar för läkemedel.....	14
2.3.1 Tillverkning.....	14
2.3.2 Hushåll	15
2.3.3 Vårdmiljöer (inkl. sjukhus)	17
2.3.4 Avloppsreningsverk (inkl. bräddning och slam).....	17
2.3.5 Enskilda avlopp	19
2.3.6 Djurhållning.....	20
2.4 Befintliga mätdata om läkemedel	21
2.4.1 Ytvatten.....	21
2.4.2 Avloppsreningsverk.....	23
3 Åtgärds möjligheter	27
3.1 Öka kunskap och miljömedvetenhet.....	27
3.1.1 Hälso- och sjukvård	27
3.1.2 Apotekstjänster	28
3.1.3 Allmänheten.....	28
3.1.4 Forskning.....	29
3.1.5 Producenter	29
3.2 Tekniska åtgärder	29
3.2.1 Vid avloppsreningsverk.....	30
3.2.2 Uppströms vid punktkällor	32
3.2.3 Vid enskilda avlopp	33
4 Diskussion av prioriteringar	34
4.1 Utifrån recipientstatus	34
4.2 Utifrån utsläppspunkter till ytvatten.....	34
4.2.1 Avloppsreningsverk.....	35
4.2.2 Enskilda avlopp	35
4.2.3 Prioriteringar.....	36
4.3 Utifrån recipientkänslighet.....	36

4.4	Utifrån konsumtion	37
4.5	Utifrån andra, mindre prioriterade aspekter	39
4.5.1	Möjlig påverkan på miljöskyddsområden	39
4.5.2	Möjlig påverkan av dricksvattenresurser	39
4.5.3	Klimatförändringarnas påverkan på vattendrag	40
4.5.4	Miljöförändringarnas påverkan på sjukdomar/läkemedel	41
4.5.5	Utbyggnad av kommunala avloppsreningsverk	41
4.6	Tolkning och sammanfattning	42
5	Pågående aktiviteter i Västra Götaland	44
5.1	Strategisk planering och samarbete	44
5.2	Rening vid kommunala avloppsreningsverk	44
5.2.1	Ryaverket (Göteborg)	44
5.2.2	Stadskvarns avloppsreningsverk (Skövde kommun)	45
5.2.3	Ängens avloppsreningsverk (Lidköpings kommun)	45
5.2.4	Sobacken avloppsreningsverk (Borås)	45
5.2.5	Nolhaga avloppsreningsverk (Alingsås kommun)	46
5.2.6	Hjo kommun	46
5.3	Vårdinrättningar	46
5.4	Enskilda avlopp	47
6	Slutsatser och rekommendationer	48
6.1	Kartlägga och förstå dagens situation	48
6.2	Utbilda och öka miljömedvetenhet, samt kunskapsöverföring	50
6.3	Samarbete	51
6.4	Åtgärder	51
	Referenser	54
	Bilaga: Uppströmsåtgärder för att minska läkemedel i miljön	59

Sammanfattning

Den utbredda användningen av läkemedel inom human- och veterinärmedicin har lett till att koncentrationerna av vissa läkemedel i ytvattenförekomster i Västra Götaland redan idag ligger över halter som bedöms ge negativa miljöeffekter. Eftersom halter av läkemedel i ytvatten med stor sannolikhet kommer att öka ytterligare i takt med att befolkningen växer och åldras, har Västra Götalandsregionen (VGR) gett IVL Svenska Miljöinstitutet uppdraget att göra en kunskaps-sammanställning. Det övergripande målet med denna sammanställning av data och kunskap är att på sikt minska de regionala miljökonsekvenserna som uppstår när läkemedelsrester från samhället (hushåll och verksamheter) hamnar i avlopp och slutligen i olika vattenrecipienter.

Rapporten ger ett kunskapsläge för Västra Götaland med avseende på läkemedelsrester i ytvattenförekomster, vilka de mest betydande källorna är, samt pekar ut transportvägar. Olika åtgärds-möjligheter diskuteras generellt för olika samhällsområden och en prioritering av åtgärder och övervakning av ytvattenförekomster föreslås. Rapporten visar att befintliga data som ligger till grund för en samlad kunskapsbild gällande ytvattenförekomster i länet är bristfällig. Data härrör från olika år och olika säsonger, samt varierar i provtagningsintervall i tid och rum tillsammans med analystekniskt utförande. För att kunna prioritera och bidra till att halter av läkemedel i ytvatten i Västra Götaland kan hållas på nivåer som inte medför negativa miljöeffekter, krävs en rad kompletterande insatser och att redan pågående insatser koordineras via samverkan.

Aktiviteter som VGR (och andra parter) aktivt kan initiera, leda eller bidra till föreslås grupperas och prioriteras i (i) kartläggning av dagens situation; (ii) utbildning och ökad miljö-medvetenhet genom kunskapsöverföring; (iii) samarbete; och (iv) åtgärder.

För kartläggningen rekommenderas att en länsövergripande kartering av läkemedelshalter i de mest känsliga ytvattenförekomsterna, som belastas av läkemedelsutsläpp från kommunala avlopps-reningsverk eller enskilda avlopp, bör genomföras och upprepas med ett visst intervall. De största avloppsreningsverken bör ingå i karteringen, även om de inte belastar känsliga recipienter. Karteringen bör inkludera läkemedelssubstanser med hög risk för negativ miljöpåverkan vilka delvis kan identifieras med hjälp av försäljningsstatistik och substansernas dokumenterade miljöeffekter. Även utsläpp från enskilda avlopp och dess påverkan på ytvatten i länet rekommenderas att undersökas. En kartering av eventuella punktkällor bör också ingå, såsom sjukhus och tillverkningsindustrier.

För att öka kunskapen om miljöpåverkan från läkemedel rekommenderas olika åtgärder riktade mot bl.a. allmänheten och vården. Ett samarbete rekommenderas över länets gränser eftersom vattenpåverkande aktiviteter sträcker sig långt utanför dessa administrativa gränser. Samverkan mellan olika län och regioner lyfts också som en viktig påverkansmöjlighet.

Slutligen i denna sammanställning diskuteras en rad olika åtgärds-möjligheter som kan vidtas när tillräckligt med kunskap har tagits fram. Möjliga åtgärder inkluderar bland annat förbättrad läkemedelsupphandling, minskade utsläpp från punktkällor och koordinerade åtgärder vid kommunala avloppsreningsverk.

1 Allmän bakgrund

1.1 Läkemedel i miljön

Läkemedel är en viktig del av vår vardag och deras positiva effekter på människor och samhället i stort är utan tvekan oerhört viktig. Men när läkemedel hamnar i miljön, såsom våra sjöar och vattendrag, skapas en del utmaningar. Dels är läkemedel utformade för att interagera med levande organismer och ge en farmakologisk effekt redan vid låga doser. Detta innebär att redan låga halter i miljön kan orsaka skadliga effekter på de organismer som exponeras. Läkemedel är dessutom utformade för att vara stabila för att inte brytas ner i kroppen innan de har hunnit verka. Det i sin tur betyder att vissa substanser är väldigt persistenta i miljön och bryts ner mycket långsamt. Detta gäller även i vanliga avloppsreningsverk som inte är utformade för att bryta ner svårnedbrytbara substanser som läkemedel. Vid kontinuerliga utsläpp till miljön kan dessutom en ackumulering ske om mängden som tillförs miljön överstiger nedbrytningshastigheten. Exponeringen som organismer utsätts för i t.ex. ytvatten kan följaktligen vara långtidsverkande och dessutom bestå av en blandning av flera läkemedelssubstanser vilket kan innebära förstärkta skadliga effekter, så kallade cocktaileffekter.

Läkemedel kan också påverka mikrobiella ekosystem, som i sin tur påverkar andra delar av ekosystemet. Antibiotika är av speciellt intresse här, delvis för att bakterier som gör nytta slås ut, men i större utsträckning för att antibiotika skapar ett selektionstryck för resistenta bakterier. Effekten av antibiotika i de koncentrationer som finns i ytvatten är oklar, men det har påvisats att även låga koncentrationer av bredspektrumantibiotikumet ciprofloxacin kan gynna uppkomst av mutationer (Gullberg et al., 2011). En annan risk är att stora mängder bakterier, tarmpatogener och antibiotika blandas i den begränsade volym som avloppsreningsverken utgör. Ofarliga bakterier som bär på resistensfaktorer kan anrikas genom ett selektionstryck i denna miljö och resistensfaktorerna kan sedan överföras till patogener (Larsson och Greko, 2014). Detta fenomen har nyligen visat sig utgöra en riskfaktor, speciellt i koncentrerade strömmar som t.ex. avloppsvatten från vårdinrättningar (Kraupner et al., 2021).

I Västra Götaland med ca 1,7 miljoner invånare används varje år ca 980 miljoner definierade dygnsdoser (DDD) av läkemedelssubstanser till en kostnad av ca 5,8 miljarder kronor (VGR 2021). Med tanke på Sveriges åldrande befolkning och befolkningstillväxt, kommer den totala användningen av läkemedel i samhället sannolikt att öka. En tydlig trend kan redan nu utläsas från den beräknade tillväxttakten för läkemedelsindustrin som uppgår till ca 6,5 % per år (UN Environment 2019). Det kan även tänkas att t.ex. antibiotikaanvändning för djurhållning globalt kan öka för att möta livsmedelsbehovet och att ett varmare klimat kan medföra en ökning av läkemedelsanvändning då vissa sjukdomar kan bli vanligare. Hur pass dessa faktorer påverkar läkemedelsanvändningen i Sverige och Västra Götaland är däremot svårt att veta. Generellt antas dock att en ökning av medeltemperaturen resulterar i en ökad risk för smittsamma sjukdomar som i sin tur leder till en ökad användning av antibiotika (Region Stockholm 2020).

1.2 Miljömål och ambitioner i Västra Götalandsregionen

Västra Götalandsregionen har bestämt sig för att *”hållbar utveckling utifrån en ekonomisk, social och miljömässig dimension ska utgöra en ram för allt utvecklingsarbete i Västra Götaland och beaktas i samtliga beslut...”* (VGR 2021). I samverkan med andra aktörer åtar man sig en föregångsroll i miljöarbetet för att först och främst uppfylla sina egna miljömål som definieras som *”resurseffektivitet och giftfritt, låg klimatpåverkan samt hållbart nyttjande av ekosystem och en främjad biologisk mångfald”*. Målen ska uppfyllas genom ett antal delmål och strategiska prioriteringar utifrån ett helhetsperspektiv.

Relaterat till läkemedel i miljön har man satt som mål 2030 att *”Uppmätta halter av miljöbelastande läkemedel har tydligt minskat i Västra Götalands sjöar och vattendrag...”*. I det tillhörande underlaget till Miljömål 2030 lyfts det fram att en initial sammanställning av de läkemedelsanalyser som gjorts i miljön inom Västra Götalands län behövs (VGR 2020). Detta ska genomföras för att öka förståelsen för hur läkemedelsrester i Västra Götalands vattendrag kan påverka växt- och djurliv samt ekosystem i stort, men också för att kunna prioritera och koordinera olika åtgärder.

VGR:s läkemedelskommitté utfärdar årligen rekommendationer till förskrivare av läkemedel, med hjälp av den så kallade REK-listan. I arbetet med rekommendationerna vägs även miljöaspekter in till viss del. I de fall där kliniskt likvärdiga alternativ finns kan REK-listan därmed förorda förskrivning av det minst miljöbelastande alternativet. Ett stöd i detta är de jämförande miljöbedömningar av vissa substanser som tagits fram av Region Stockholm. Även kommunala avloppsreningsverk och sjukhus, som drivs i regi av regionen, har identifierats som strategiskt viktiga aktörer för att minska tillförseln av läkemedel till ytvatten i regionen.

1.3 Mål och syfte

Det övergripande målet med denna sammanställning av data och kunskap är att minska miljökonsekvenserna som uppstår när läkemedelsrester från samhället (hushåll och verksamheter) hamnar i avlopp och slutligen vattenrecipienter i Västra Götaland. Mer specifikt syftar rapporten till att stödja Västra Götalandsregionen i sitt arbete med Miljömål 2030 (VGR 2021) genom den initiala sammanställning av läkemedelsanalyser som gjorts i miljön inom Västra Götalands län som efterfrågats (VGR 2020).

Följande övergripande frågor ska sammanställningen ge svar på:

- **Recipientkontroll:** Vilka analyser har utförts historiskt av läkemedel i avlopp och recipienter? Vilka ämnen har analyserats och i vilken omfattning? Vilka eventuella trender kan utläsas? Vilka planerade/återkommande provtagningsprogram finns?
- **Källor:** Vilka är de viktigaste spridningsvägarna för läkemedelsrester i ett regionalt perspektiv? Vilka är de mest relevanta punktutsläppen? På vilket sätt påverkar utsläpp från hushåll föroreningsbilden?
- **Prioriteringar:** Var (geografiskt, vilka vattenrecipienter, etc.) riskerar föroreningar orsaka störst påverkan? Finns det lokala ”hot spots” som bör bevakas och åtgärdas i första hand?
- **Åtgärder:** Sammanställa information om de åtgärder som pågår eller planeras av andra aktörer i Västra Götaland. Detta kan gälla såväl åtgärder vid kommunala avloppsreningsverk eller hos enskilda verksamheter som hanterar läkemedel.
- **Indikatorer:** Förslag på indikatorer som kan användas för att följa och utvärdera åtgärder.
- **Rekommendationer:** Vilka åtgärder som kan påverka läkemedelsbelastningen på ytvattenrecipienter i Västra Götaland bör prioriteras?

1.4 Begränsningar

Den genomförda sammanställningen av data och kunskap baseras enbart på tidigare genomförda studier och IVL:s samlade erfarenheter och kunskap. Inga nya mätningar har alltså utförts och det har inte heller tagits fram några nya data för detta projekt. Det har heller inte kunnat göras en noggrann granskning eller kvalitetskontroll av rapporterade data. Orimligheter i till exempel rapporterade detektions- eller kvantifieringsgränser, avsaknad av information om till exempel provtagningsrutiner har inte undersökts vidare men kommenteras i rapporten där det anses lämpligt.

Sammanställningen och rekommendationer baseras enbart på en litteraturgenomgång och IVL:s egen samlade kunskap inom området. Även om författarna har försökt att identifiera samtliga relevanta datakällor och aktiviteter, så medför den begränsade omfattning av uppdraget att några uppgifter kan ha missats. Utvärderingen, bedömningen och rekommendationer påverkas följaktligen av omfattningen och kvalitén på befintligt underlag. Det innebär också att det finns vissa osäkerheter bedömningarna.

Slutligen är rapportens fokus begränsat till den miljöpåverkan som sker från användning av läkemedel. Direkta och indirekta effekter som uppstår "uppströms", t.ex. via utsläpp från tillverkning i andra länder, behandlas inte här.

1.5 Dagens lagkrav

Som en del av klassningen av kemisk status i vattenförekomster ingår en bedömning av halter av särskilt förorenande ämnen. I senaste utgåvan av Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2019:25) finns kvalitetskrav för kust- och inlandsvatten för två läkemedelssubstanser (ciprofloxacin och diklofenak) och två hormoner (östradiol och etinylöstradiol). För att klassa kemisk status av en recipient som God måste halter av dessa läkemedel i recipient vara lägre än respektive gränsvärden (Tabell 1). Om gränsvärdet i ytvatten överskrids behöver åtgärder implementeras som minskar tillförseln av dessa substanser till recipienten. Förutom läkemedelsrester finns andra mikro föroreningar i renat avloppsvatten som också bör beaktas och som delvis omfattas av kvalitetskraven i HVMFS 2019:25. Utöver de fyra läkemedlen som omfattas av kvalitetskraven, finns det läkemedelssubstanser som anses problematiska ur miljösynpunkt men som det inte finns definierade miljökrav för.

Tabell 1. Några av de särskilt förorenande ämnena och dess gränsvärden i Havs- och vattenmyndighetens föreskrift om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2019:25).

Ämne	Gränsvärde för toxicitet (HVMFS 2019:25)		Kommentar
	Inlandsvatten	Kustvatten	
Ciprofloxacin	100 ng/l	100 ng/l	Maximal tillåten koncentration
Diklofenak	100 ng/l	10 ng/l	Årsmedelvärde
Östradiol (17beta-) E2	0,4 ng/l	0,08 ng/l	Årsmedelvärde
Etinylestradiol (17alfa-) EE2	0,035 ng/l	0,007 ng/l	Årsmedelvärde

Det är inte nödvändigt att t.ex. avloppsreningsverk klarar alla kvalitetskrav redan i utgående avloppsrör för att recipientens miljökrav skall kunna upprätthållas (NV 2010:3). För provtagning av representativa prover i recipienten används ofta befintliga kontrollpunkter (representativ övervakningsstation). Befintliga kontrollpunkter kan ligga flera kilometer från utsläppspunkten även om de enligt HVMFS 2019:25 ska ha "... ett geografiskt läge som är representativt för en

ytvattenförekomst.”. Det finns dock ingen tydlig vägledning för vad som anses vara en representativ kontrollpunkt och det är verksamhetsutövaren som har ansvaret för att en viss verksamhets utsläpp inte påverkar recipienten negativt. Det är alltså svårt att definiera några generella regler för hur långt nedströms en punktkälla som provtagning ska ske för att provresultaten ska vara representativa för verksamheten, då lokala förutsättningarna kan variera kraftigt. Generellt ska dock provtagning ta hänsyn till vattenförvaltningens övervakningsstationer, som klassificeringen har utgått ifrån, för att klargöra om verksamhetens utsläpp riskerar att försämra statusen gällande någon kvalitetsfaktor.

I dagsläget finns inga krav i Sverige på att avloppsreningsverk ska ta bort läkemedelsrester. Om utsläpp från ett avloppsreningsverk leder till att något gränsvärde överskrids, kan dock en förbättring eller komplettering av reningensprocessen krävas enligt miljöprövningen vid en tillståndsansökan. Även åtgärdsprogrammen enligt havsmiljöförordningen (2010:1341) och vattenförvaltningsförordningen (2004:660) kan i princip innebära en omprövning av tillstånden. För fyra läkemedel (ciprofloxacin, diklofenak, östradiol och etinylöstradiol) finns således redan existerande krav. Avloppsreningsverk kan i sin tur, som en del av åtgärdsplanen, kräva en rening vid punktkällor som t.ex. sjukhus. Sådana krav behöver dock i så fall vara underbyggda av att de identifierade vårdmiljöerna bidrar med en väsentlig belastning på reningsverken.

Faktaruta 1. Miljökrav inom Vatten och avlopp (VA)

Krav som definierats i generella föreskrifter (bl.a. om bästa möjliga teknik (BMT)) enligt bemyndigande i 9 kap. 4-5 § miljöbalken (MB), samt tillståndsprövning i det enskilda fallet (miljöfarlig verksamhet enligt 9 kap. MB) med miljökvalitetsnormer (enligt 5 kap. 2-8 §§ MB), är de styrmedel som idag finns för att reglera utsläpp från svenska avloppsreningsverk (Naturvårdsverket 2017). Samtidigt reglerar lagen om allmänna vattentjänster vad VA-avgiften får täcka och enligt §28 ska avgiften utöver bortledning av vatten även kunna täcka kostnader för den rening av vattnet som behövs med hänsyn till skyddet för människors hälsa och miljön. Här finns osäkerheter om huruvida behov av avancerad reningsteknik innefattas. §30 reglerar självkostnadsprincipen som säger att VA-avgiften endast får tas ut för de kostnader som är nödvändiga för att ordna och driva den allmänna VA-anläggningen. Om t.ex. utvecklingskostnader eller implementering av avancerad rening kan definieras som nödvändiga kostnader diskuteras. Hänsyn måste tas till att VA-avgifterna ska vara skäligt och rättvist fördelade enligt §31.

EU:s ramdirektiv för vatten (WFD) som syftar till att upprätthålla och förbättra statusen på vattenmiljön i EU innehåller en bevakningslista över potentiella föroreningar som medlemsstaterna bör övervaka noggrant för att fastställa risken de utgör för ytvatten. Under åren har flera läkemedel hamnat på listan:

- 2015: 17-alfa-etinylöstradiol (EE2), 17-beta-östradiol (E2) och diklofenak
- 2018: EE2, E2, azitromycin, klaritromycin, erytromycin, amoxicillin och ciprofloxacin
- 2020: sulfametoxazol, trimethoprim, venlafaxin, O-desmetylvenlafaxin (metabolit), clotrimazol, fluconazole och miconazole

Övervakningen ska pågå i högst 4 år, och om data av tillräcklig kvalitet har inhämtats under denna tid tas ämnet bort från listan. Således togs diklofenak och ciprofloxacin bort vid en granskning 2015 och övervakningen av hormonämnen samt klaritromycin och erytromycin avslutades 2019. Ämnena har då tagits upp på övervakningslistor eller avskrivits. Bortsett från obligatoriska krav på övervakning finns det inga EU-omfattande gränsvärden för läkemedel i ytvatten. Detta kan komma att förändras då Europeiska kommissionen överväger att lägga till läkemedelsprodukter till listan över prioriterade ämnen, en lista över identifierade vatten-föroreningar för vilka åtgärder måste vidtas för att minska föroreningar av ytvatten.

Till följd av den ökande kunskapen om läkemedels negativa effekter på miljön är det också troligt att Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter kommer kompletteras med fler läkemedels-substanser, eller att andra krav kommer definieras under kommande år för att minska miljöskador från dessa substanser. Även ett ökat miljömedvetande i samhället generellt och en relaterad acceptans för åtgärder som kräver att alla är med och betalar, gör att miljöpolitiken får en högre prioritering. Med detta som grund och den stora dynamiken i den politiska vardagen, kan nya lagkrav för rening av läkemedelsrester bli verklighet på både kort och lång sikt. Naturvårdsverket (2017) bedömer t.ex. att nya eller tillkommande krav på rening av miljöfarliga ämnen förväntas komma snart via svensk lagstiftning, eller via EU:s ramdirektiv för vatten. Listan över prioriterade ämnen ska t.ex. uppdateras med läkemedelsrester som idag endast finns med på bevakningslistan (diklofenak, etinylöstradiol, östradiol, östron, erytromycin, klaritromycin och azitromycin).

Under 2018 gav regeringen Läkemedelsverket i uppdrag att skapa och ansvara för ett kunskapscentrum för läkemedels påverkan på miljön. Med förordningen 2018:495 om bidrag för rening av avloppsvatten från läkemedelsrester, har Sveriges riksdag dessutom gett Naturvårdsverket resurser att stödja kommunerna i arbetet med att minska utsläpp av läkemedelsrester till vattenmiljön, framförallt genom åtgärder och investeringar i avancerad reningsteknik vid kommunala avloppsreningsverk. Utöver dessa initiativ är försiktighetsprincipen definierad i Miljöbalken (2 kap. 3 §) som tydliggör att åtgärder kan vidtas om det finns skäl att misstänka att en produkt eller ett produktions sätt medför oacceptabla effekter för människors, djurs och växters hälsa eller för miljön, även om det saknas slutgiltiga vetenskapliga bevis för sådana effekter. Försiktighetsprincipen ingår i EU:s grundfördrag och gäller i alla medlemsländer.

1.6 Bedömning miljöpåverkan utöver miljökvalitetsnormerna

Det är bara ett fåtal läkemedel och hormoner som är inkluderade i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2019:25). Det är därför lämpligt att bedöma miljörisker även för andra läkemedel som man vet finns i ytvatten. För detta kan kunskap om effektkoncentrationer, s.k. Predicted No Effect Concentration (PNEC) som tagits fram genom effektstudier användas (se Faktaruta 2). PNEC baseras på NOEC (No Observed Effect Concentration) som motsvarar den koncentration som är gränsen för när toxiska effekter på den akvatiska miljön börjar enligt litteraturen, samt en säkerhetsfaktor som tar hänsyn till osäkerheten i de ekotoxikologiska studier som har definierat NOEC-värdet. NOEC och säkerhetsfaktorer baseras på Sehlén et al. (2015) som dock uppdaterades för de flesta substanser under 2019 inom ett förstudieprojekt vid Himmerfjärdsverket (Ågerstrand, 2019). Som exempel kan substansen diklofenak nämnas som har ett PNEC-värde på 50 ng/l medan dess gränsvärde för kronisk toxicitet (HVMFS 2019:25) ligger på 100 ng/l och 10 ng/l för inlandsvatten respektive kustvatten som årsmedelvärde.

Faktaruta 2. Bedömning med hjälp av Predicted No Effect Concentration (PNEC)

Det finns flera studier kring toxiska effekter men ingen samlad databas. Eftersom dessa värden är i ständig förändring behövs det fortlöpande uppdateringar när nya toxikologiska studier tas fram. Säkerhetsfaktorn för varje substans beror på tillgängliga toxikologiska data. Enligt riskbedömningsregler i REACH-förordningen (ECHA guidance on chemical risk assessment; echa.europa.eu) ska säkerhetsfaktorn vid två akuta tester samt ett kroniskt test (fisk eller kräfdjur) vara 100. Säkerhetsfaktorn vid ett akut test samt två kroniska tester vid tre olika trofinivåer är 50. Säkerhetsfaktorn vid 3 kroniska test vid tre olika trofinivåer är 10. Saknas kroniska tester har en säkerhetsfaktor på 1000 använts. När effekthalten från en nyckelstudie är ett LOEC-värde (Lowest Observed Effect Concentration) tillkommer ytterligare en faktor på 2 för att kompensera för osäkerheten jämfört med ett NOEC-värde. Förhoppningsvis kommer nya studier leda till att säkerhetsfaktorer kommer sänkas och att man kan bli mer säker på vilka halter som påverkar vår akvatiska miljö.

Effekthalter kan användas för att beräkna en riskkvot i ytvatten. Hög risk för oönskade effekter anses föreligga om riskkvoten är 1 eller högre. I intervallet 0,1–1 anses risken måttlig, och en riskkvot <0,1 medför en låg risk. Beräkningen görs enligt:

$$\text{Riskkvot} = \frac{EC}{PNEC} \quad (\text{Ekv. 1})$$

där EC (Environmental Concentration) är uppmätt halt i ytvattnet.

Ett problem med dagens analysmöjligheter med avseende för läkemedel är att flera ämnen har ett PNEC-värde som är lägre än detektionsgränsen. Därför kan halter av vissa läkemedel i ytvatten vara mycket högre än PNEC utan att ämnet detekteras. För att undersöka vilka risker t ex ett avloppsreningsverk bidrar med gällande läkemedelssubstanser med höga detektionsgränser, kan halter i utgående avloppsvatten och utspädningen i mottagande recipient användas för att beräkna riskkvoten.

$$\text{Riskkvot} = \frac{\text{Halt Reningsverk UT} / \text{Utspädningsfaktor}}{PNEC} \quad (\text{Ekv. 2})$$

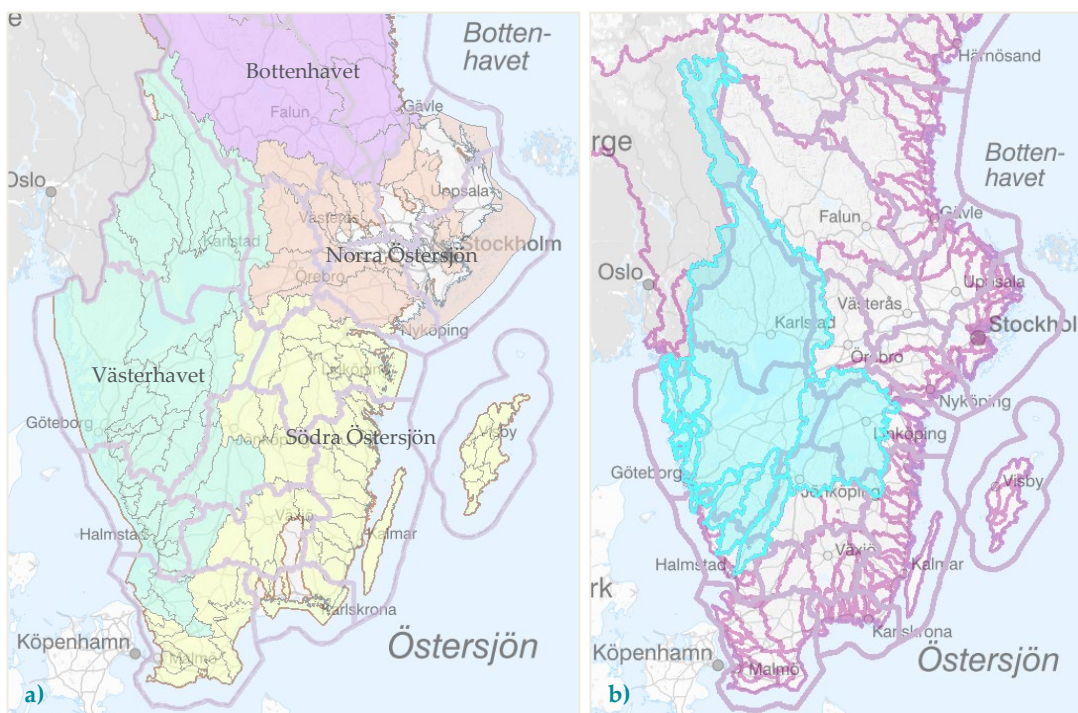
Det är viktigt att notera att en bedömning av riskkvoten med utspädningsfaktorer (Faktaruta 2) alltid görs med antagandet att halten av ämnet i recipienten uppströms (det vatten som man späder ut renat avloppsvatten med) är mycket lägre än PNEC och därmed inte påverkar halten nedströms utsläppspunkten.

En annan viktig aspekt är att spädningsfaktorn som används vanligtvis är baserad på ett årsmedelvärde för ett representativt år. Detta för att få en övergripande uppfattning om recipientpåverkan från en viss utsläppspunkt. För en mer objektiv bedömning behöver dock både variationer och varaktighet i utspädningen över olika tidsperioder beaktas eftersom detta direkt påverkar riskkvoten och därmed hur eventuella akuta och kroniska effekter kan uppstå i mottagande ytvatten.

2 Läkemedelsrester i ytvattenförekomster i Västra Götaland

2.1 Ytvattenförekomster i Västra Götaland

Västra Götaland är med sina 1,7 miljoner invånare det största länet efter Stockholm. Dessa 1,7 miljoner personer bor i 49 kommuner som delar på en yta på 25 247 km². Länet ytvattenförekomster rinner i huvudsak ut till Västerhavet men en mindre del i öst rinner ut till Södra Östersjöns (Figur 1a). Samtidigt omfattar de avrinningsområden som har sitt utlopp i Västra Götaland en mycket större areal än dess yta (Figur 1b). Göta älvs avrinningsområde, som är det största avrinningsområdet, täcker t.ex. inte bara stora delar av Västra Götaland utan även i princip hela Värmland samt mindre delar av Dalarna, Örebro, Jämtland, Jönköping och Norge. Eftersom alla dessa ligger uppströms i avrinningsområdet påverkas ytvatten i Västra Götaland av aktiviteter även uppströms länets administrativa gränser.



Figur 1. Ytvatten i Västra Götaland med berörda a) vattendistrikt; och b) avrinningsområden (VISS 2021).

I Västra Götaland finns en aktiv samverkan kring vattenfrågor mellan ca 20 olika regionala eller lokala vattenvårdsförbund, vattenvårdsföreningar, vattenförbund och vattenråd.

2.2 Förvaltning och organisation i Västra Götaland

Förvaltning och organisation av ytvatten och läkemedel i Västra Götaland inkluderar många olika parter och i detta avsnitt ges en övergripande beskrivning av de olika organisationerna och deras ansvarsområden.

2.2.1 Vattenförvaltning

Vattenförvaltning är ett samlingsbegrepp för det arbete som görs inom vattenområdet av svenska myndigheter och kommuner. EU:s vattendirektiv ligger till grund för arbetet som syftar till att vi ska förbättra våra vattenmiljöer och skapa en hållbar förvaltning av dem. År 2003/2004 införlivades EG:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG) i svensk lagstiftning och återfinns framförallt i Miljöbalkens 5:e kapitel. Vattendirektivet tar sikte på en långsiktig förvaltning och består av sexåriga cykler (förvaltningsplaner) som innefattar ett antal återkommande moment som kartläggning, klassificering och vid behov åtgärd.

I Sverige har fem vattenmyndigheter ansvaret för vattenförvaltning i varsitt distrikt som är baserade på avrinningsområden. Havs- och vattenmyndigheten stödjer vattenmyndigheterna genom vägledning och utfärdar bindande regler, så kallade föreskrifter, för hur arbetet ska utföras (för grundvatten är Sveriges geologiska undersökning vägledande och föreskrivande myndighet). Fem länsstyrelser har utsetts som regionala vattenmyndigheter och ansvarar för vardera ett distrikt som omfattar flera län. Länsstyrelsen i Västra Götalands län utgör vattenmyndigheten i Västerhavets vattendistrikt (Västerhavet, se Figur 1a) och samordnar bl.a. länsstyrelsens arbete med vattenförvaltning, beslutar om förvaltningsplaner, samt åtgärdsprogram och miljökvalitetsnormer för vatten i distriktet. Länsstyrelsen i Västra Götaland i sin tur har ett beredningssekretariat vars uppgift är att hjälpa vattenmyndigheten i arbetet med vattenförvaltning. I arbetet ingår bl.a. att bedöma hur länets vatten mår (miljöövervakningen) och föreslå åtgärder där det behövs. Detta arbete ska göras i dialog med kommuner, vattenvårdsförbund, vattenråd och andra lokala vattenintressenter.

I Västra Götalands län, är det liksom i övriga län, länsstyrelsen som har det samordnande ansvaret för den regionala miljöövervakningen. Länsstyrelsen har även samordningsansvar för uppföljningen av de nationella miljömålen på regional nivå. Det åtgärdsprogram som vattenmyndigheterna tar fram kan även rikta sig till vissa nationella myndigheter och deras åtgärder är styrande och påverkar i sin tur kommunernas och länsstyrelsernas åtgärder. Bl.a. är Naturvårdsverket och Läkemedelsverket bland de 11 myndigheter som berörs av åtgärdsprogrammen.

2.2.2 Förvaltning av läkemedel

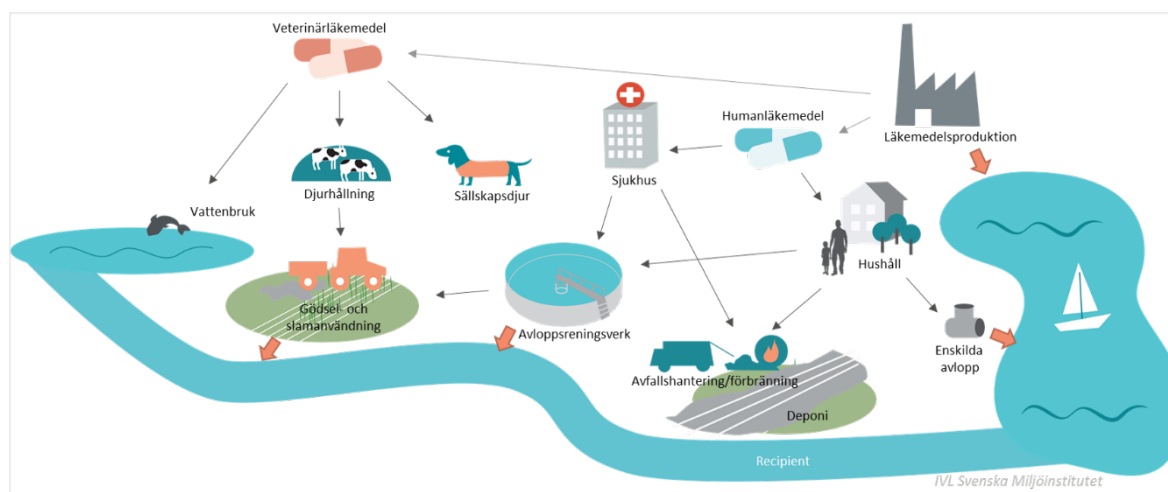
När det gäller förvaltning och ansvar för läkemedel kan detta kortfattat sammanfattas enligt följande stycke. Läkemedelsverket ansvarar för godkännande och kontroll av läkemedel, naturläkemedel och utövar tillsyn av medicintekniska produkter. Många läkemedel godkänns dock idag genom europeiska läkemedelsmyndigheten (EMA) och det formella godkännandet för marknadsintroduktion ges av EU-kommissionen. Läkemedelsverket ska se till att den enskilde patienten, hälso- och sjukvården samt djursjukvården får tillgång till säkra och effektiva produkter och att dessa används ändamålsenligt och kostnadseffektivt. Läkemedelsverket utfärdar även apotekstillstånd för detaljhandel med läkemedel till konsumenterna. Tandvårds- och läkemedelsförmånsverket prövar vilka läkemedel som ska vara subventionerade och omfattas av högkostnadsskyddet, samt utövar tillsyn för att t.ex. säkerställa att de mest kostnadseffektiva läkemedlen används. Västra Götalandsregionen ansvarar för att säkerställa tillgång till läkemedel inom sjukvården och att förskrivningen av läkemedel är rationell och ändamålsenlig. I detta ingår upphandling, transport och lagerhållning av läkemedel. Kommunerna ansvarar för äldreomsorg och vård av funktionshindrade, vilket utgör verksamheter där läkemedel används. Kommunerna ansvarar dessutom för tillsyn när det gäller försäljning av receptfria läkemedel i butik, samt tillsyn av enskilda avlopp och reningsverk där en del av läkemedelsresterna passerar. Det finns dock inte något formellt krav att rena bort läkemedelssubstanser.

Sedan 2006 finns det krav på att det ska finnas med en miljöriskbedömning vid godkännandet av ett nytt läkemedel. För att ett läkemedel ska godkännas ska den som vill sälja läkemedlet ha utrett eventuella miljöeffekter och givit förslag till minimering av risken för miljöpåverkan. Någon reell betydelse för godkännandet av läkemedlet har dock inte miljöriskbedömningen, då den informationen inte tas i beaktning. Detta gäller för godkännandet av humanläkemedel men inte för veterinära läkemedel där miljöaspekter ingår i nytta-/riskvärderingen inför godkännande. Den information som lämnas in vid en tillståndsansökan kan ibland variera i omfattning och om informationen är bristfällig kan ett godkännande ges med krav på komplettering av saknad information. Avsaknad av jämförbara miljöriskbedömningar och det faktum att många av de läkemedel som uppmätts i miljön registrerades före 2006 innebär att miljöriskbedömningar, som de är utformade idag, inte har någon större betydelse för att minska miljöpåverkan från läkemedel.

På Fass.se presenteras miljöinformation för ett flertal läkemedel. Informationen har läkemedelsbolagen själva tagit fram, men innan den laddas upp granskas den av en oberoende part (IVL Svenska Miljöinstitutet) som dock inte har till uppgift att samordna eller harmonisera miljöinformationen från olika läkemedelsföretag för samma aktiva substans. Informationen består av en miljöriskbedömning samt analyser av nedbrytning och bioackumulering. Region Stockholm har också en hemsida som presenterar information om miljöriskerna med olika läkemedel (<http://www.janusinfo.se/>). Den bygger på informationen från FASS, men kan vid behov ta hänsyn till andra källor och göra en sammanvägd bedömning av miljöriskerna med ett visst läkemedel. Region Stockholm ger även ut den så kallade "Kloka listan" som innehåller läkemedel som rekommenderas för behandling av vanliga sjukdomar och som fungerar som en vägledning för läkare, apotekare och annan sjukvårdspersonal när det gäller att göra bra miljöval. Rekommendationerna är grundade på vetenskaplig dokumentation avseende effekt och säkerhet, farmaceutisk ändamålsenlighet, kostnadseffektivitet och miljöaspekter.

2.3 Källor och transportvägar för läkemedel

Figur 2 illustrerar de olika källorna och deras transportvägar som finns för läkemedel till vattenmiljön. De relevanta källorna för Västra Götaland beskrivs kort. Befintliga data presenteras i nästa avsnitt.



Figur 2. Källor och transportvägar för läkemedlen till miljön Jordbruksverket.

2.3.1 Tillverkning

Vid tillverkning av läkemedel uppstår koncentrerade avloppsströmmar som innehåller höga halter aktiva läkemedelssubstanser. I Sverige finns dock endast ett fåtal produktionsanläggningar och i

Västra Götaland finns enligt European Medicines Agencys (EMA) register inga sådana (EudraGMDP 2021). AstraZeneca har en forskningsanläggning i Mölndal för utveckling och test av läkemedel som dock enligt EMA endast hanterar mindre mängder. Allt avfall och processvatten från labb och produktion i denna anläggning samlas upp och skickas på destruktion vilket innebär att det inte ska finnas läkemedelsrester i avloppsvattnet (Kristian Flisberg, pers. kom.).

Även om tillverkningsanläggningar skulle finnas i regionen, skulle utsläpp av läkemedelsrester troligtvis inte ske. Detta då tillverkare av läkemedel i Sverige har höga reningskrav som AstraZenecas anläggning i Södertälje illustrerar. Här finns en mycket avancerad rening med flera kompletterande steg som renar allt processavloppsvatten från tillverkningen. Genom en biologisk process (mikrosvampar och bakterier), flotation, fällning, adsorption på aktivt kol samt sandfiltrering renas 99,9 % av TOC bort (AstraZeneca 2014). Extra belastade sidoströmmar förbehandlas och restprodukter skickas till destruktion (förbränning).

Utanför Västra Götaland i Karlskoga och således i avrinningsområdet finns det dock två anläggningar som tillverkar eller hanterar aktiva substanser för läkemedel. Produkterna som tillverkas innehåller enligt företagets miljörapport inte antibiotika, etinylöstradiol, östradiol, diklofenak eller ciprofloxacin. Den ena anläggningen, Recipharm, tillverkar bl.a. >200 ton krämer och salvor innehållande läkemedel per år. Anläggningen har inget eget avloppsreningsverk utan är kopplat till det kommunala avloppsreningsverket. Den andra anläggningen, som drivs av Cambrex, har tillstånd att tillverka upp till 1 000 ton läkemedel. Den har ett eget avloppsreningsverk, som även tar emot avloppsvatten från andra företag inom det lokala industriområdet. Reningsverket har sitt utlopp i Timsälvens mynning vid sjön Möckeln. Generellt finns det begränsat med information om Recipharm och Cambrex anläggningar, och det görs ingen uppföljning av eventuella läkemedels-substanser i deras avloppsflöden. Med tanke på den stora utspädningen som sker i Möckeln, respektive Vänern, bedömer IVL dock inte att det föreligger ett miljöpåverkande utsläpp av läkemedelsrester från dessa anläggningar. En genomgång av eventuella utsläpp och hur dessa hanteras bedöms dock vara lämplig.

2.3.2 Hushåll

Utsöndring av läkemedel via urin eller fekalier dominerar flödet av aktiva läkemedelssubstanser till miljön (Naturvårdsverket 2017). Detta kan även illustreras med Sveriges totala antibiotikaförsäljning där hushåll dominerar med ca 80 % av inköpen (Swedres-Svarm 2019). Även många av de läkemedel som intas vid olika vårdinrättningar som t.ex. sjukhus eller läkarmottagningar, hamnar i avloppsvatten från privata hushåll på grund av fördröjning mellan intag och utsöndring.

I Tabell 2 presenteras försäljningsdata över aktiva substanser som sålts i Västra Götaland under 2017. De fem läkemedel som sålts i störst utsträckning under perioden är ibuprofen, naproxen, losartan, metoprolol och sertralin, varav majoriteten förskrivits av vården (recept) förutom ibuprofen.

Oavsett om läkemedel till stor del säljs på recept eller finns tillgängliga receptfritt så konsumeras mestadels läkemedel i hushållen eller i alla fall utsöndras i hemmet eller andra verksamheter som är kopplade till ett kommunalt avloppsreningsverk. Det bör noteras att försäljningsdata endast kan ge en uppfattning om den maximala användningen då en viss del av de sålda läkemedlen inte används och återlämnas eller förstörs vid avfallshanteringen.

Tabell 2. Försäljningsdata över utvalda* läkemedel i Västra Götaland år 2017. Tabellen listar aktiva substanser i fallande ordning för såld mängd i kg under 2017.

Aktiv substans	Summa sålt (kg)	Användning (kg/100k invånare)	Terapeutisk effekt	Andel sålt på recept (%)
Ibuprofen	20 709,7	1 231,8	Antiinflammatorisk	15
Naproxen	3 327,2	197,9	Antiinflammatorisk	92
Metoprolol	1 815,6	108	Blodtryckssänkande	100
Losartan	1 460,0	86,8	Blodtryckssänkande	100
Sertralin	1 070,6	63,7	Antidepressiv	100
Karbamazepin	991,5	59	Antiepileptikum	100
Diklofenak	795,3	47,3	Antiinflammatorisk	42
Venlafaxin	722,9	43,0	Antidepressiv	100
Amoxicillin	671,6	39,9	Antibiotika	100
Tramadol	501,8	29,8	Analgetikum	100
Tetracyklin	421,2	25,1	Antibiotika	100
Ciprofloxacin	410,2	24,4	Antibiotika	100
Sulfametoxazol	332,8	19,8	Antibiotika	100
Irbesartan	245,8	14,6	Blodtryckssänkande	100
Citalopram	198,5	11,8	Antidepressiv	100
Dexibuprofen	152,1	9	Antiinflammatorisk	100
Erytromycin	129,5	7,7	Antibiotika	100
Felodipin	96,5	5,7	Blodtryckssänkande	100
Oxazepam	95,9	5,7	Lugnande medel	100
Trimetoprim	95,3	5,7	Antibiotika	100
Ketokonazol	79,4	4,7	Svampdödande	22
Fluoxetin	77,6	4,6	Antidepressiv	100
Doxycyklin	72,7	4,3	Antibiotika	100
Escitalopram	62,7	3,7	Antidepressiv	100
Zolpidem	62	3,7	Lugnande medel	100
Klaritromycin	36	2,1	Antibiotika	100
Diazepam	33,5	2	Lugnande medel	100
Flukonazol	28,1	1,7	Svampdödande	95
Progesteron	20,8	1,2	Könshormon och progesteronhämmare	100
Meklozin	17,8	1,1	Antihistamin	34
Azitromycin	17,6	1	Antibiotika	100
Metotrexat	10,1	0,6	Immunsuppressiv	100
Medroxiogestronacetat	8	0,5	Könshormoner och modulatorer av könsorgan	100
Estradiol	5,2	0,3	Könshormon	100
Risperidon	2,7	0,2	Antipsykotika	100
Oxitetracyklin	2,6	0,2	Antibiotika	100
Glibenklamid	2	0,1	Blodsockersänkande	100
Levonorgestrel	1,4	0,1	Preventivmedel	96
Roxitromycin	1	0,1	Antibiotika	100
Haloperidol	0,9	0,1	Antipsykotika	100
Flupentixol	0,4	<0,1	Antipsykotika	100
Etinylestradiol	0,4	<0,1	Könshormon	100

* Läkemedel för vilka data har tagits fram av Centrum för Läkemedel och Miljö vid Läkemiddelsverket, har baserats på de ämnen som sedan tidigare har föreslagits för uppföljning av Nationella läkemedelsstrategin samt förteckningen av miljöbelastande läkemedel inom ramen för Region Stockholms miljöprogram 2017 – 2021. Detta har medfört att ex paracetamol ej finns med i dataunderlaget samt att nyare data inte kunnat tas fram.

2.3.3 Vårdmiljöer (inkl. sjukhus)

Läkemedelsförbrukningen och därmed utsläppen varierar kraftigt mellan olika vårdmiljöer och avloppsvatten från vårdinrättningar kan vara mer koncentrerat med avseende på läkemedelsrester men har annars en liknande kvalitet som hushållens avloppsvatten. Utsläpp av läkemedelsrester från sjukhus står vanligtvis endast för en liten del av den totala inkommande mängden läkemedel till det kommunala avloppsreningsverket. Några studier har utpekat vårdmiljöer och speciellt sjukhus som betydande punktkällor för läkemedel (Herrmann et al., 2015; Verlicchi et al., 2014). Samtidigt tyder andra undersökningar på att endast <10 % av alla läkemedel som når avloppsreningsverken kommer från sjukhus (Baresel 2017; Baresel et al. 2021; Escher et al., 2011; Helwig et al., 2013; Thomas et al., 2007). Att olika studier kommer till olika slutsatser, alltså att sjukhus kan betraktas som betydande punktkällor eller inte, beror delvis på hur stor andel av avloppsvattnet som behandlas i ett avloppsreningsverk som härstammar från sjukhus, samt delvis på vilka föreningar man tar hänsyn till i bedömningen. Escher et al. (2011) visade dessutom att bidragskattningar baserat på dygnsdoser (DDD) kan ge en helt felaktig bild av vårdmiljöers bidrag till reningsverksbelastningen. Detta kan till stor del förklaras med att de flesta läkemedel utsöndras utanför vårdinrättningar även om patienten intar dem där.

Det finns dock en del läkemedel som endast, eller i stor utsträckning, används och därmed emitteras vid vårdinrättningar (exempelvis kontrastmedel, cytostatika och vissa antibiotika). För dessa specifika läkemedelssubstanser kan vårdmiljöer stå för stora delar av totalmängden av den substans som når det kommunala reningsverket. Västra Götalandsregionen har totalt ansvar för 18 sjukhus som är organiserade i fyra sjukhusgrupper och fyra fristående sjukhus. Tittar man på antal inläggningar och patientdagar i somatisk medicinvård står VGR för näst flest antal av alla regioner i Sverige efter Region Stockholm (Swedres-Svarm 2019). Tittar man på Sveriges totala antibiotikaförsäljning ser man att sjukhus endast står för 13 % (Swedres-Svarm 2019). Resultat från en nyligen genomförd studie vid Sahlgrenska sjukhuset i Göteborg visar att obehandlat sjukhusavlopp med höga halter av antibiotikarester kan ge upphov till resistensutveckling (Kraupner et al., 2021).

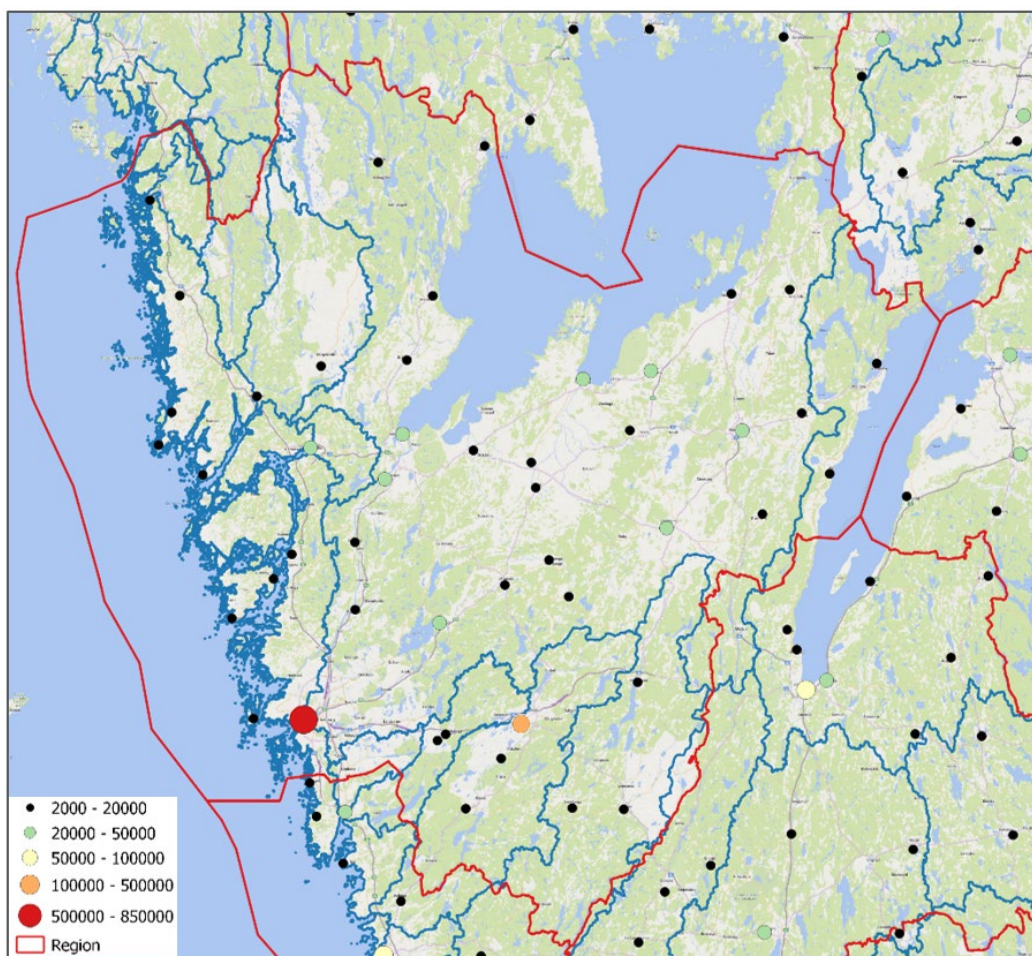
Det är inte motiverat med en extra rening i anslutning till vårdmiljöer om dess avloppsvatten endast står för några få procent av de totala läkemedelsutsläppen till recipienten, eller om de aktuella läkemedlen redan renas bort effektivt i befintliga avloppsreningsverk (Baresel 2020a). Om andra skäl föreligger, som t.ex. risk för uppkomst av antibiotikaresistens pga. höga antibiotikahalter eller höga halter cytostatika från cancerbehandling, bör en resurseffektiv hantering kunna åstadkommas genom uppsamling och behandling av koncentrerade strömmar från vissa vårdmiljöer som t.ex. infektionsavdelningar vid sjukhus (Baresel 2020a).

2.3.4 Avloppsreningsverk (inkl. bräddning och slam)

Avloppsreningsverk är den primära transportvägen för läkemedelsrester då dessa utsöndras av kroppen via urin och avföring. Utsläpp från både hushåll, sjukhus och andra källor som är anslutna till kommunal VA hamnar i kommunala avloppsreningsverk. De tekniker som används vid dagens avloppsreningsverk är främst anpassade för reduktion av näringsämnen och syreförbrukande ämnen och klarar därmed inte att rena bort vissa av de läkemedel som kommer via avloppen. I dagsläget finns inga reningskrav för dessa föreningar även om vissa avloppsreningsverk i Sverige, som t.ex. Tekniska verken i Linköping, redan har implementerat kompletterande reningssteg för att ta bort läkemedelsrester. Enligt en nyligen publicerad sammanställning av olika studier reduceras endast 9 av 118 undersökta läkemedel med mer än 95 % i kommunala avloppsreningsverk (UNESCO och HELCOM, 2017). Hörsing et al. (2014) visade att reningseffektiviteten för totalt 62 undersökta läkemedel i svenska avloppsreningsverk med

kväverening var fördelat på fyra stora grupper; 25 % med hög, 25 % med måttlig, 25 % med låg eller frånvarande, samt 25 % med negativ reduktion (negativ reduktion innebär en högre halt i utgående vatten jämfört med inkommande vatten). Ökningen för 25 % av substanserna beror mest sannolikt på en avsevärt högre osäkerhet i analys av orenat avloppsvatten jämfört med renat utgående avloppsvatten, samt dekonjugering av läkemedel (alltså substansen har förändrats i kroppen och inte detekteras men ändras tillbaka till sin ursprungsform i reningsverket).

I Västra Götaland finns endast ett riktigt stort avloppsreningsverk med mer än 500 000 pe (anslutna personekvivalenter), Ryaverket i Göteborg. Ytterligare 8 avloppsreningsverk har en storlek mellan 20 000 - 50 000 pe och 34 anläggningar mellan 2 000 - 20 000 pe med avseende på den rapporterade faktiska belastningen (Svenska miljörapporteringsportalen, SMP 2020). Sobackens avloppsreningsverk i Borås med en kapacitet på 150 000 pe, saknas ännu i rapporteringen i SMP eftersom reningsverket är nytt. Reningsverket är dock inkluderat i Figur 3 och i de bedömningar som har gjorts i kapitel 0.



Figur 3. Avloppsreningsverk i Västra Götaland >2 000 pe (SMP 2020).

Inte allt avloppsvatten som samlas in renas i avloppsreningsverk. Vid stor nederbörd kan belastningen på avloppsnätet eller reningsverket överstiga kapaciteten med bräddning av orenat avloppsvatten som följd. Bräddat avloppsvatten är dock kraftigt utspätt med dagvatten jämfört med vanligt avloppsvatten, vilket medför att läkemedelshalterna i bräddvatten är avsevärt lägre än i vanligt avloppsvatten. Studier vid Ryaverket visade dock att läkemedelshalter i inkommande vatten vid höglödestillfällena mot förmodan inte var väsentligt lägre än vad utspädningen skulle resultera i (Ekblad et al., 2015). Kan bräddningen ske vid reningsverket finns dessutom oftast

möjlighet till en delrening innan vattnet släpps ut till miljön. Det finns ingen data för bräddningar i regionen men tidigare uppgifter för Göteborg kan illustrera omfattningen. Vid Ryaverket registrerades t.ex. inga bräddningar av helt orenat avloppsvatten under 2018 (Miljörapport 2019). Dock har 1,3 % (ca 1 575 000 m³) av det totala årsflödet förbiletts den biologiska reningen vilket medförde att endast delrenat avloppsvatten tillfördes recipienten. Miljöförvaltningen i Göteborg rapporterade dessutom att man bräddat i genomsnitt ca 3,3 miljoner m³ avloppsvatten per år vid sammanlagt 130 bräddpunkter på ledningsnätet under åren 2012 – 2017 (Göteborgs stad, 2019).

Även om många läkemedelsrester med miljöfarliga egenskaper passerar avloppsreningsverken så hamnar en viss del (t.ex. fluoxetin och sertralin) också i slammet som uppkommer på reningsverken (Magnér et al., 2016; Närhi et al., 2021). Hur spridningen av slam som innehåller läkemedelsrester påverkar miljön finns inte mycket kunskap om ännu. Försök av Magnér et al. (2016) tyder dock på att de läkemedel som studerats adsorberas till jorden för att med tiden brytas ned på plats. En studie från Göteborgs universitet tyder också på att antibiotikarester i slam från avloppsreningsverk inte verkar bidra till ökad antibiotikaresistens när slammet sprids på åkermark (Rutgersson et al., 2020). Slammet används på liknande sätt som i övriga landet; 43 % spridning på åkermark (nationellt 39 %), 23 % som anläggningsjord (nationellt 25 %) och 18 % som täckmaterial för deponier (nationellt 17 %). Resterande del av slammet förbränns (3 %), lagras på interna deponier och lager (1 %), eller används på andra icke-redovisade sätt (12 %; SCB 2018). Samtliga användningsområden innebär att lakvatten som kommer i kontakt med slammet kan innehålla läkemedelsrester och transportera aktiva substanser till ytvatten om dessa inte bryts ned under transport/marken.

2.3.5 Enskilda avlopp

Det finns begränsat med kunskap om enskilda avlopp (Cecilia Niklasson Wrände, Länsstyrelsen Västra Götaland, pers. kom.), alltså avloppsanläggningar som ligger utanför kommunal avloppsvattenhantering, i regionen. Enligt Ejhed et al. (2012) hade Västra Götaland flest permanentboende med enskilda avlopp i Sverige (253 500 personer eller 16 % befolkningen). Som jämförelse så hade Gotland störst andel med 42 % men dessa omfattade endast ca 24 000 personer. SCBs data visar att det 2019 fortfarande finns ca 236 000 personer (13,7 % av befolkningen) i länet som är anslutna till enskilda avlopp (SCB 2021).

Trots få studier så antar man generellt att de läkemedelsrester som hamnar i enskilda avlopp bryts ned sämre än vid kommunala avloppsreningsverk (Naturvårdsverket 2008). Detta kan förklaras med att reningseffektiviteten i enskilda avlopp normalt är betydligt sämre än i stora avloppsreningsverk, bl.a. eftersom belastningen av läkemedel på ett enskilt avlopp kan variera mycket över tid (beroende på familjens hälsotillstånd) och därmed är det svårt att få en anpassad biologi som kan etableras i stora avloppsreningsverk med mer konstant belastning. Många enskilda avloppslösningar utgörs av markbaserade anläggningar där det renade avloppsvattnet direkt eller via grundvattnet når ytvattenrecipienter.

I en studie från 2012 uppvisade markbäddar en god reduktion av femton analyserade läkemedel. Reduktionsgraden låg generellt sett över den genomsnittliga reduceringsgraden som uppmätts i fyra stora svenska avloppsreningsverk (Ejhed et al., 2012). Undantagen var dock diklofenak och ketoprofen där reduceringsgraden var betydligt lägre i markbäddarna än i de stora reningsverken. Reduktion av läkemedelssubstanser i markbaserade anläggningar beror på utformning och skötsel av avloppsanläggningen, vilket innebär att det kan finnas stora variationer i reningseffektivitet. Vid olämplig placering eller utförande kan därför en spridning av läkemedelsrester ske. Studien skattade att totalt ca 2,25 ton aktiva substanser av 13 läkemedelsrester (ketoprofen, paracetamol,

karbamazepin, terbutalin, ranitidin, furosemid, metoprolol, atenolol, bisoprolol, ramipril, simvastatin, finasterid och naproxen) släpps ut från dessa enskilda avlopp varje år i regionen.

I studier från 2016 så har enskilda avlopp jämförts med kommunala avloppsreningsverk (Blum 2016, Gros 2016). Även kemisk screening och prioritering av kemikalier som identifierades presenterades i dessa publikationer. Resultaten visade på olika god avskiljning/nedbrytning av studerade läkemedelssubstanser beroende på vilken typ av avloppsreningsanläggning som används. Markbäddar uppvisade jämförelsevis bra nedbrytning av läkemedel jämfört med andra typer av anläggningar, även om det var ett begränsat antal typer som testades (Gros 2016). Generellt sett var inte reningsgraden bättre i enskilda avlopp än i kommunala avloppsreningsverk. Troligtvis är nedbrytningen kopplad till den biologiska aktiviteten i biofilmen (Gros 2016), vilket stämmer väl överens med resultaten från BONUS Optitreat-projektet (2017), där man fann att retentionstiden korrelerade med nedbrytningsgraden för läkemedel och hormonämnen.

Källsorterande avloppssystem antas kunna minska utsläpp av läkemedelsrester till vattenmiljöer. Dock är kunskapen om förekomst och reduktion av läkemedel i källsorterade avloppsfraktioner begränsad (Englund et al., 2019). Litteraturgenomgången visade också att en extra behandling av källsorterade avloppsfraktioner har samma begränsningar som en extra behandling av icke-källsorterade avloppsfraktioner. Fördelar med att behandla källsorterade avloppsfraktioner jämfört med "konventionella" avloppsströmmar kan dock finnas på grund av att ett mindre flöde med högre halter som återfinns i källsorterade fraktioner, vanligtvis kan behandlas resurseffektivare.

I en studie av olika källor av mikroföroreningar, bl.a. läkemedel, till Fyrisån i Uppland, så utfördes provtagningar i tre tillflöden som endast påverkas av enskilda avlopp, en provtagningspunkt nedströms ett mindre avloppsreningsverk (3700 pe), en nedströms ett större (174 000 pe), en 2,5 km nedströms det större reningsverket, samt vid utloppet av Fyrisån i sjön Ekoln (Gago-Ferrero 2017). Provtagningar gjordes fyra gånger på ett år för att kunna detektera eventuella årsvariationer. En tydlig trend för de totala koncentrationerna kunde urskiljas nedströms de större reningsverken där koncentrationerna var som lägst på våren (mars) till följd av stora vattenflöden i Fyrisån och som högst i september på grund av låga flöden. Tillflödena som påverkades av enskilda avlopp uppvisade inte samma trend, vilket författarna förklarade med att föroreningsflödena genom markbäddar har ett omvänt förhållande då höga flöden på våren för med sig större mängder av mikroföroreningar. Säsongsvariationer i läkemedelskonsumtion kan också påverka resultatet för tillflödena. Fördelningen av läkemedel var liknande från de större avloppsreningsverken medan fördelningen varierade stort i de flöden som påverkades av enskilda avlopp.

En svåröverskådlig lagstiftning för enskilda avlopp försvårar både för den enskilde fastighetsägaren och för kommunen som är tillsynsmyndighet för enskilda avlopp (Vesterberg 2018). Även om det inte finns ett samlat underlag på regional eller nationell nivå så finns en del kunskap om enskilda avlopp på kommunnivå. Med tanke på utformningen och erfarenheter kan man dock utgå ifrån att infiltrationsanläggningar och vissa andra anläggningstyper släpper ut sitt vatten till grundvattnet. Även om t.ex. markbäddar har ett utlopp så fungerar det ofta endast som bräddavlopp då vattnet via makroporer söker sig direkt till grundvattnet. Det förekommer således väldigt sällan utsläpp direkt till ytvatten från enskilda anläggningar utan normalt till stenkista, diken, etc. Det kan dock finnas en risk att läkemedel sköljs ur en markbädd och når ytvatten via ett bräddavlopp när en anläggning överbelastas (Gros, 2016).

2.3.6 Djurhållning

Jordbruksverkets årliga redovisning av försäljning av läkemedel för användning på djur omfattar försäljningen av antimikrobiella och antiparasitära läkemedel, läkemedel innehållande hormoner,

antiinflammatoriska läkemedel, lugnande och lokalbedövande läkemedel, och vacciner (Jordbruksverket 2021). I statistiken ingår även läkemedel som blandas i foder. Tyvärr förs ingen statistik för olika regioner men ser man på totalförsäljningen under 2020 såldes (angett som aktiv substans) 9,4 t antimikrobiella läkemedel, 21,4 t antiparasitära medel, 16,8 t hormoner, 1,1 t antiinflammatoriska medel, 8,4 kg lugnande och bedövande medel, samt 145 miljoner doser vaccin (ingen uppgift finns om mängd aktiv substans).

Det är svårt att jämföra läkemedelsanvändning för människor och djur på grund av olika doser och olika andel aktiv substans. Swedres-Svarm (2019) redovisar dock att 2019 konsumerades 61 ton och 9,5 ton antibiotika inom human- respektive veterinärmedicin. Läkemedel från djurhållning som utsöndras hamnar vanligtvis inte i kommunalt avloppsvatten utan direkt på marken vid beteshållning, alternativt samlas upp och hanteras med gödseln vid stallhållning. Förvaring samt hantering och spridning av gödsel påverkar därmed var läkemedelsrester hamnar, och i slutändan de negativa miljöeffekter som denna spridningsväg kan ge upphov till.

En kartering av förekomsten av antibiotikaresistens hos djur i svenskt jordbruk och jämförelse med andra europeiska länder, visade att Sverige i ett europeiskt perspektiv har relativt liten förekomst av antibiotikaresistenta bakterier (Swedres-Svarm 2019). Meticillinresistent *Staphylococcus aureus* (MRSA) och ESBL-producerande *Escherichia coli* fanns dock hos flera djurslag. ESBL-producerande *E.coli* är vanligt hos kyckling även om förekomsten minskat de senaste åren. Studien visade att förekomsten av ampicillinresistens och tetracyklinresistens hos *E.coli* i grisar och kyckling låg på mellan 10 % och 20 % år 2019.

2.4 Befintliga mätdata om läkemedel

I det sammanställda dataunderlaget har vi utgått från data som är insamlade efter 2010 för att presentera ett nuläge i länet. Vi har inte tagit med äldre studier av t.ex. Västra Götaland (2008). Vi har inte heller tagit med analyser på läkemedelsrester i biota eller exponerings-tester. Sammanställningen bör heller inte ses som en heltäckande kartläggning då det kan finnas data hos enskilda aktörer utanför författarnas kunskap som inte kom fram under data-inventeringen.

I vår presentation av data har vi ofta använt diklofenak som exempel även om det finns mätdata även för andra substanser. Detta eftersom diklofenak är ett ämne som vanligtvis analyseras vid provtagning, har en detektions- och kvantifieringsgräns som ligger långt under dess miljökvalitetsnorm, samt är upptagen som ett Särskilt Förorenande Ämne (SFÄ) och således har en miljökvalitetsnorm (se 1.5).

2.4.1 Ytvatten

En sammanfattning av de provtagningar av ytvatten som har utförts i Västra Götaland sedan 2010 presenteras i Tabell 3. Olika läkemedel har provtagits i olika lokaler och tillfällen. En visualisering av utbredningen visas med diklofenak i Figur 4. Generellt är diklofenak ett ämne som ofta analyseras vid studier av hur mikroföröreningar påverkar ytvatten. Några provtagningar har dock genomförts där diklofenak inte har analyserats (t.ex. utanför Smögen och Stenungssund).

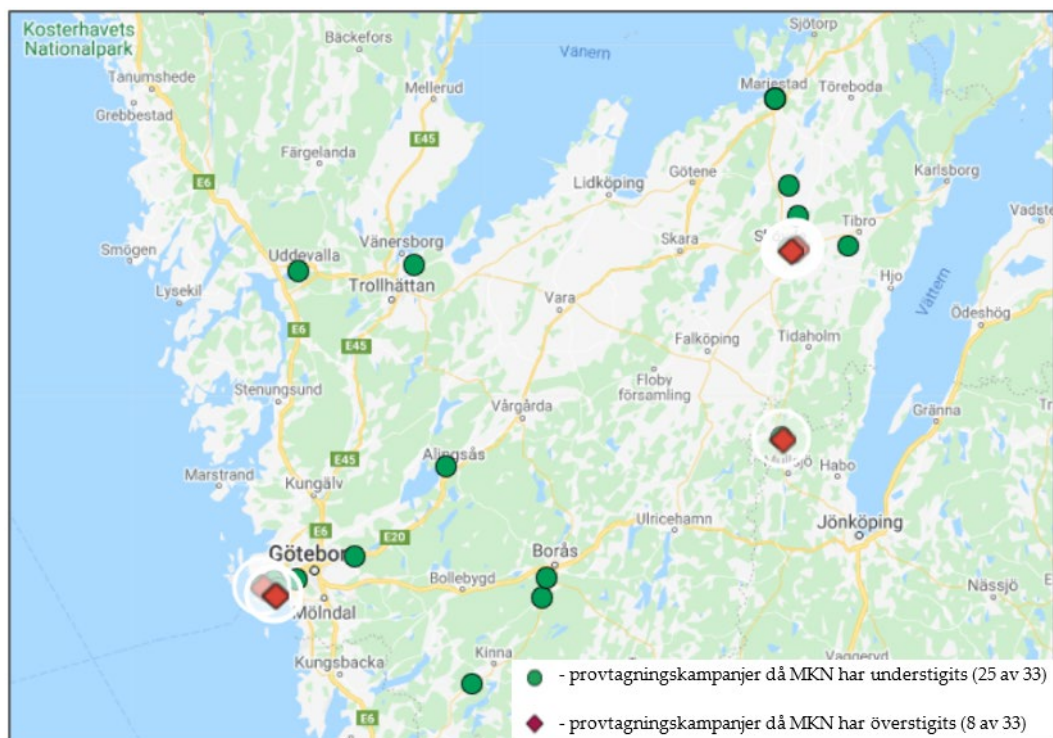
Läkemedelspåverkan på ytvatten har i viss uträkning undersökts i anslutning till några avloppsreningsverk. T.ex. har en del provtagning skett i anslutning till Ryaverket i Göteborg och Stadskvarnsverket i Skövde. Någon enstaka provtagning har också skett i anslutning till Borås avloppsreningsverk, men detta gäller det gamla reningsverket. För det nya reningsverket i Borås, som är det näst största i länet, har endast en provtagning på utgående avloppsvatten genomförts under 2020 och ingen provtagning har skett i tillhörande recipient.

Tabell 3. Inventering av tillgängliga data för läkemedel i ytvattenrecipenter i Västra Götaland.

Provtagningsår och referens	Beskrivning och kommentarer
2020 Baresel (2021)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 5 provtagningspunkter i vattendrag i anslutning till Skövde ARV, inkl. en uppströms. ▪ 4 provtagningskampanjer fördelade över året (v10, v25, v35 och v50). ▪ Samlingsprov baserat på flertal stickprov tagna över en vecka. ▪ 40 läkemedel analyserade plus PFAS11. Detektionsgräns (LOD) har angivits i dataunderlaget, utöver kvantifieringsgräns (LOQ)*.
2019 - 2020 Malnes et al. (2021)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vattendrag: 3 provtagningslokaler i VGR (utlopp Vänern, samt 2 tillopp) 2 provtagningskampanjer: okt 2019 och april 2020. ▪ Sjöar: 2 provtagningslokaler i VGR i Vänern. Även en provtagningslokal i norra Vänern som ligger utanför Västra Götaland. Två djup har provtagits i respektive lokal under 4 tillfällen: jul, aug & okt 2019, samt apr 2020. ▪ Samtliga prover utgörs av stickprov. ▪ 73 läkemedel analyserade, varav de "vanliga" är inkluderade. ▪ Kvantifieringsgräns angiven för analyserna.
2017 Länsstyrelsen VG (2018)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 50 ytvattenförekomster, både vattendrag och marina vatten, ▪ 1 – 2 prov i respektive lokal under sommar och höst 2017. ▪ Samtliga prover utgörs av stickprov. ▪ 3 läkemedel: diklofenak, etinylöstradiol, östradiol. Alla läkemedel ej analyserade i samtliga lokaler. Prov i vattenförekomster avseende HVMFS 2013:3 (samt i biota). ▪ När halten av ett analyserat ämne har understigit rapporteringsgränsen har halten angivits som mindre än kvantifieringsgränsen som är specificerad. Inga detektionsgränser har angivits. Vidare är kvantifieringsgränserna för hormonerna etinylöstradiol och östradiol ovanligt låga, vilket kan indikera att labbet har rapporterat fel.
2010 Fick et al. (2011)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 6 provtagningslokaler i vattendrag uppströms och nedströms Skövde ARV, samt en provtagningslokal (Djupasjön) nedströms Gässlösa ARV (numera nedlagt) i Borås. ▪ En provtagning/lokal i november 2010 för de i anslutning till Skövde ARV, och september i Djupasjön. ▪ Samtliga prover utgörs av stickprov ▪ 101 läkemedel analyserade varav de "vanliga" inkluderade (samt i biota). ▪ När halten av ett analyserat ämne understiger kvantifieringsgränsen har halten angivits som <LOQ. LOQ är specificerat för respektive ämne och vattenmatris.

* Kvantifieringsgräns är den lägre gräns där ett ämne kan kvantifieras med en acceptabel felmarginal. Det är vanligen kvantifieringsgränsen som anges i analysresultaten. Detektionsgränsen är den halt vid vilken ett ämne kan detekteras av en metod.

Som Figur 4 illustrerar är utbredningen av genomförda ytvattenprovtagningar begränsade till några få områden i länet. Det finns förutom länsstyrelsen kampanj 2017 inga data som täcker större delar av Västra Götaland för samma tidsperiod.



Figur 4. Lokalisering av rapporterade ytvattenanalyser avseende diklofenak i Västra Götaland. Där flera värden ingår i en mätkampanj har ett medelvärde beräknats. Provtagning på olika djup där skiktning kan inträffa har representerats med varsin punkt. Analyser under kvantifieringsgränsen (LOQ) har hanterats som LOQ/2.

2.4.2 Avloppsreningsverk

Inom länet finns det totalt 15 avloppsreningsverk med en faktisk belastning på över 10 000 pe (baserat på rapporterad belastning 2020). Provtagningsdata som presenteras i Tabell 4 täcker delvis in dessa, då det för vissa avloppsreningsverk över 10 000 pe saknas provtagning av läkemedel i utgående vatten eller i tillhörande recipient helt.

Tabell 4. Inventering av tillgängliga data för provtagning av läkemedel vid avloppsreningsverk i Västra Götaland.

År och referens	Beskrivning
2020 Baresel (2021)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadskvam ARV (Skövde). ▪ 4 provtagningstillfällen (v10, v25, v35 och v50 2020). ▪ IN och UT på ARV, flödesproportionerliga veckoprover. ▪ 40 läkemedel (inkl. hormoner och antibiotika), + PFAS11. ▪ Detektionsgräns (LOD) har angivits i dataunderlaget, utöver kvantifieringsgräns (LOQ).
2019-2020 Malnes et al. (2021)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vänersborgs ARV, Mariestad ARV, Lidköpings ARV, Spikens Arv (Lidköping), Gullspång ARV, Götene ARV, Hjo ARV och Karlsborg ARV. ▪ Inkommande och utgående vatten samt slam på respektive avloppsreningsverk. Dygnsprov under 3 - 4 tillfällen per avloppsreningsverk, fördelade som ett prov under sommar respektive höst 2019, samt två prov under våren 2020. ▪ 101 ämnen analyserade varav 73 läkemedel. ▪ Kvantifieringsgräns angiven för analyserna.
2019 Veolia (2020)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sobacken ARV (Borås). ▪ Flödesproportionerlig provtagning på inkommande och utgående avloppsvatten. 2 veckoprover genomförda under april och juli. ▪ 9 läkemedel analyserade. Inga analyser på hormoner. ▪ Kvantifieringsgräns har angivits.
2011 - 2017 Haglund (2011; 2014a; 2014b; 2015; 2017)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ryaverket, Gässlösa (Borås), Nohaga (Alingsås), och Bollebygd. ▪ Flödesproportionerlig provtagning på utgående vatten, och slam. Ett veckoprover per år under 7 år som tagits i oktober. ▪ Stort antal ämnen har analyserats, men inget fokus på läkemedel. Totalt har 7 läkemedel ingått, varav 3 antibiotika och 4 antiinflammatoriska (NSAID). ▪ Kvantifieringsgräns angiven för analyserna.

Utspädningen spelar, som diskuterat i avsnitt 1.6, en viktig roll för effektbedömning av utsläpp av föroreningar med renat avloppsvatten. Tabell 5 listar utspädningen av utgående avloppsvatten i mottagande primärrecipient för stora (>10 000 pe) och mindre reningsverk i länet ifall de har genomfört läkemedelsanalyser. För de avloppsreningsverk som släpper ut sitt renade avloppsvatten i havet eller i en sjö, har ingen spädningfaktor beräknats. En låg spädningfaktor innebär en hög risk för att recipienten kan vara påverkad av utsläpp av läkemedel. Generellt är spädningen god för de flesta ARV men för fem ARV större än 10 000 pe är spädningfaktorn under 20 i primärrecipienten. Vid två av dessa finns dessutom ingen kunskap om läkemedelsrester i utgående avloppsvatten. Spädningfaktorn kan egentligen inte direkt användas för att bedöma miljöpåverkan från ett reningsverks utsläpp då läkemedelsrester redan kan finnas i recipienten från källor uppströms anläggningens utsläppspunkt.

Det är sannolikt att det förekommer en viss bakgrundsbelastning av både läkemedelsrester och andra mikroföroreningar i flera ytvatten i Västra Götaland. Detta eftersom det finns många mindre avloppsreningsverk och tusentals enskilda avlopp utan reningssteg för att ta bort läkemedelsrester. Det är också viktigt att notera att vissa ARV släpper ut renat avloppsvatten i områden med begränsad omblandning vilket kan medföra lokala risker trots att recipientens generella utspädning är hög. Detta kan vara särskilt aktuellt i sjö- och havsrecipienter där lokala strömningsförhållanden kan ansamlas renat avloppsvatten i t.ex. en vik eller i ett vattenskikt vars utbredning begränsas av en skiktning. Detta gäller t.ex. i utloppet från Göta älv där provtagning har uppvisat varierande halter av läkemedelsrester på olika djup, samt höga koncentrationer på vissa djup vilket indikerar en begränsad utspädning.

Ytterligare en aspekt är att vissa ytvatten inte klassas som vattenförekomst och därmed inte heller har några fastställda miljökvalitetsnormer. Alla ytvatten, oavsett storlek, omfattas dock av vattenförvaltningen och endast av praktiska skäl sätts en nedre storleksgräns för vilka vatten som betecknas som vattenförekomster. För sjöar gäller en minsta yta på 1 km² och för vattendrag ska inte avrinningsområdet understiga 10 km². Undantag gäller vissa värdefulla vatten och vatten med miljöproblem, men då krävs en behovsutredning. Som exempel kan Mörkebacken (MQ = 0,25 m³/s) i Skövde nämnas vars huvudsakliga flöde kommer från just reningsverket (medelflöde 0,15 m³/s). Detta medför att det endast sker en begränsad spädning av avloppsvattnet i Mörkebacken (<2). Eftersom Mörkebacken inte klassas som vattenförekomst är det först när Mörkebacken ansluter till vattenförekomsten Svesån (MQ = 0,7 m³/s) efter någon kilometer som miljökvalitetsnormer börjar gälla.

Tabell 5. ARV >10 000 pe (2020) med eller utan provtagning av läkemedel sedan 2010, samt ARV <10 000 pe med provtagningar för läkemedel. I tabellen har även spädningsdata i den primära recipienten angivits.

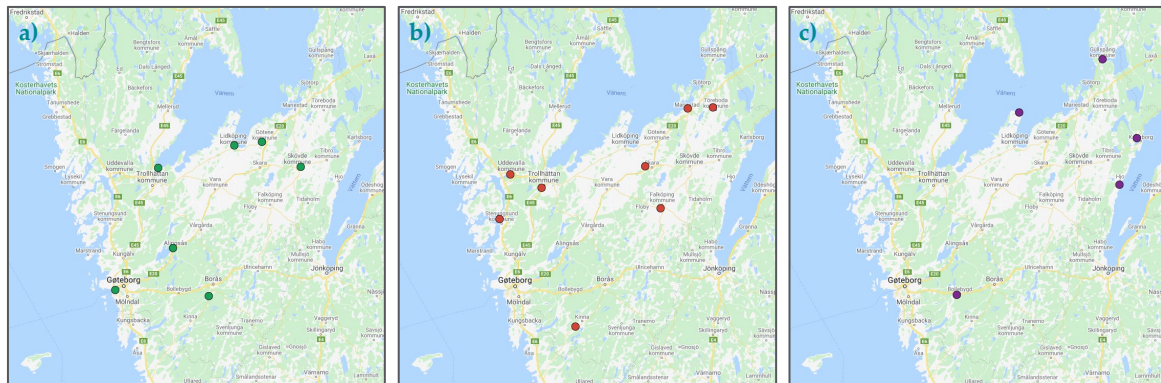
Avloppsreningsverk	Belastning pe 2020	Spädning MQ*	Beskrivning provtagning (vp - veckoprov, dp - dygnsprov)
Ryaverket	680 000	50**	vp på utg. avloppsvatten i oktober 2010 – 2016.
Boras, Sobacken	77 000	18	vp på ink. & utg. avloppsvatten 2020 i mitten på april samt mitten på juli.
Skövde	48 000	4,1	vp på ink. & utg. avloppsvatten 2020. 3 dp (i följd) på ink. och utg. avloppsvatten 2011.
Trollhättan	42 000	1 400	
Lidköping	39 000	-	2 dp på utg. avloppsvatten 2019 i juli och september. 2 dp på utg. avloppsvatten 2020 i februari och april.
Uddevalla	35 000	-	-
Götene	31 000	6,8	2 dp på utg. avloppsvatten 2019 i juli och september. 2 dp på utg. avloppsvatten 2020 i februari och april.
Alingsås	27 000	80	vp på utg. avloppsvatten i oktober 2010 – 2016.
Falköping	25 000	0,26	
Vänersborgs	23 000	-	2 dp på utg. avloppsvatten 2019 i juli och september. 2 dp på utg. avloppsvatten 2020 i februari och april.
Skara	18 000	6,9	
Mariestad	15 000	-	2 dp på utg. avloppsvatten 2019 i juni och september. 2 dp på utg. avloppsvatten 2020 i februari och april.
Stenungsund	13 000	-	-
Töreboda	12 000	22	-
Skene	10 000	150	-
Hjo	6 000	250	2 dp på utg. avloppsvatten 2019 i juli och september. 2 dp på utg. avloppsvatten 2020 i februari och april.
Karlsborgs	5 100		2 dp på utg. avloppsvatten 2019 i juli och september. 2 dp på utg. avloppsvatten 2020 i februari och april.
Bollebygds	4 400	300	vp på utg. avloppsvatten i oktober 2010 – 2015. Provtagning 2016 – 2017 inkluderade ej diklofenak.
Gullspång	1 400	4 900	1 dp på utg. avloppsvatten 2019 i september. 2 dp på utg. avloppsvatten 2020 i februari och maj.
Spikens	750	-	2 dp på utg. avloppsvatten 2019 i juli och september. 2 dp på utg. avloppsvatten 2020 i februari och april.

* - MQ - medelflöde; ingen spädningsfaktor för ARV med havs- eller sjörecipient har beräknats.

** - Spädningsfaktor baserat på medelflödet i Göta Älv. Denna spädningsfaktor kan ses som en konservativ bedömning då utökad omblandning i kustvattenzonen kan förväntas, även om denna har visat sig begränsad av formeringen av halokliner – språngsskikt skapade av olika salthalter på olika djup.

I Figur 5a visas samtliga avloppsreningsverk i Västra Götaland med en inkommande belastning över 10 000 pe där analys av diklofenak har skett minst en gång de senaste 10 åren. Figur 5b visar

ARV >10 000 pe där ingen provtagning av läkemedel i utgående avloppsvatten gjorts de senaste 10 åren. Figur 5c visar de fem ARV med en lägre belastning än 10 000 pe där diklofenak har analyserats vid ett eller flera tillfällen sedan 2010.



Figur 5. Lokalisering av avloppsreningsverk med och utan provtagning i Västra Götalandsregionen a) ● ARV >10 000 pe & analys av diklofenak minst en gång sedan 2010; b) ● ARV >10 000 pe & UTAN analys av diklofenak sedan 2010; c) ● ARV <10 000 pe & analys av diklofenak minst en gång sedan 2010).

3 Åtgärdsomöjligheter

Åtgärder för att minska läkemedels miljöpåverkan kan ske både uppströms vid uppkomst/användning (t.ex. vårdinrättningar) eller nedströms vid utsläppspunkter (t.ex. avloppsreningsverk). Åtgärder uppströms kan vara av både teknisk och icke-teknisk natur, men endast tekniska lösningar kan implementeras nedströms. Uppströms åtgärder syftar till att minska belastningen av miljöskadliga ämnen på reningsverken eller enskilda avlopp. Åtgärder som sker nedströms syftar framförallt på att rena bort läkemedel, t.ex. vid avloppsreningsverk, innan de släpps till miljön.

Icke-tekniska åtgärder kräver ett starkt samarbete och bra kommunikation mellan regionens olika aktörer som bidrar till läkemedelsanvändningen, såsom läkare, apotek och konsumenter. Tydlig och lättillgänglig information om läkemedels miljöpåverkan är en förutsättning för att vårdpersonal, apotekare, konsumenter, regioner, myndigheter och politiker ska kunna fatta välgrundade beslut (Svenskt Vatten, 2020) och välja produkter med hänsyn till miljön.

3.1 Öka kunskap och miljömedvetenhet

En sammanställning av möjliga icke-tekniska uppströmsåtgärder publicerades i bakgrundsdokumentet för EUs arbete med strategin för att minska läkemedel i miljön (Deloitte Sustainability 2017). I denna rapport sammanfattades beskrivningar, bakgrundsinformation, kontext och en initial bedömning (SWOT) av 30 olika åtgärder. Dessa spänner över allt från ökade kunskaper om läkemedels miljöeffekter, design av läkemedel med mindre potentiell miljöpåverkan, förbättrad miljörisksbedömningsprocess, utbildningsinsatser till vårdpersonal och allmänheten, till förändringar i EUs kemikalielagstiftning. Då Sverige i många fall är ett föregångsland när det gäller arbetet med att minimera läkemedelspåverkan är många åtgärder mer riktade till andra medlemsstater. En komplett uppräkningslista av de föreslagna åtgärderna finns i Bilagan. Nedan sammanfattas kort några åtgärder som kan vara aktuella för VGR för att öka kunskap och miljömedvetenheten hos olika grupper.

3.1.1 Hälso- och sjukvård

Enligt en undersökning utförd av Svenskt Vatten ansåg 10 av 12 ordföranden i Sveriges läkemedelskommittéer att landets läkare har för lite kunskap om läkemedels negativa miljöpåverkan. Dessutom ansåg även 10 av 12 att läkemedel borde ha miljömärkning avseende utsläpp av aktiv substans till miljön vid tillverkning (Svenskt Vatten, 2020). I Region Västmanland arbetar man bland annat med rekommendationslistor framtagna av läkemedelskommittén för vilka läkemedel som är bäst att förskriva, utbildning av läkare, läkarstudenter, apotekare och sjuksköterskor, samt läkemedelsgenomgångar för att minska läkemedels påverkan på miljön. Som stöd till rekommendationslistorna används även prioriteringslistan "Kloka Listan" framtagen av Stockholms Län samt miljöinformation om varje läkemedel som presenteras i FASS och på Janusinfo (Thorsén et al., 2018). En lista med rekommenderade läkemedel, t.ex. Kloka Listan, kan inkludera ämnen som är potentiellt problematiska ur miljösynpunkt då många olika aspekter kring användandet av ett visst läkemedel behöver vägas in. I "Förteckningen över miljöbelastande läkemedel med åtgärdsförslag framtagen inom ramen för Region Stockholms miljöprogram 2017-2021" ges emellertid förslag på åtgärder som kan tillämpas.

Då många läkemedel som konsumeras i stora mängder ordineras av läkare (se Tabell 2) kan en möjlig åtgärd vara att följa upp de läkemedel som det skrivs ut mycket av och som har stor miljöpåverkan. I VGR följs exempelvis mängden utskrivna antibiotika per vårdenhet upp. På så

sätt kan man ha riktade informationskampanjer, utbildningar eller självutvärderingar. I region Västmanland har man varit framgångsrik med att minska mängden antibiotika som ordinerats genom att informera läkare som skriver ut mycket antibiotika (Thorsén et al., 2018). Denna strategi skulle även kunna implementeras på andra läkemedelsgrupper som har stor miljöpåverkan eller är mycket svåra att avlägsna med avancerad rening på reningsverken. Regionerna står ofta värd för t.ex. läkar- och sjuksköterskestudenter under praktikperioder på sjukhus eller vårdinrättningar. Information om läkemedels miljöpåverkan och vikten av att ta hänsyn till rådande rekommendationer kan med fördel delges studenter vid dessa tillfällen.

Användandet av system som t.ex. Apodos för en mer individbaserad paketering av läkemedel och prova-på-förpackningar anpassade för förbrukningen under en utprovningstid av ett läkemedel, är vanligt förekommande åtgärder för att undvika att för mycket läkemedel skrivs ut. För att effektivisera lagerhantering för att undvika att onödigt mycket läkemedel införskaffas och lagerhålls kan en koordinering behövas mellan sjukhus och andra vårdinrättningar, t.ex. ålderdomshem ("Minst miljöpåverkan har de läkemedel som aldrig har tillverkats"). Inom VGR har apotekstjänsten för slutenvården upphandlats av en extern aktör (Apoteket AB) som driver sjukhusapotek och levererar till avdelningar.

3.1.2 Apotekstjänster

En nationell plan för att hållbarhetsmärka receptfria läkemedel påbörjades 2020 inom Sveriges Apoteksförening för att ta fram en gemensam vägledning för landets alla apotek. Apoteken idag har inte någon juridisk skyldighet att tillhandahålla receptfria läkemedel. Det skulle därför vara möjligt för enskilda apotek att inte sälja receptfria läkemedel med miljöfarliga egenskaper, alternativt endast sälja dem över disk så att miljöinformation kan ges vid försäljning. Dock innebär detta en intressekonflikt då en stor del av apotekens vinstmarginal kommer från försäljning av receptfria läkemedel, samt att läkemedelsbolag idag kan betala apotek för marknadsföring och exponering av deras produkter (Svenskt Vatten, 2020).

Kassering av läkemedel resulterar i en stor miljöbelastning då hela dess livscykel från produktion till lagerhållning innebär miljökonsekvenser samtidigt som ett kasserat läkemedel inte bidragit till någon positiv hälsoeffekt (Thorsén et al., 2018). Även om inlämningen av ej förbrukade (men även brukade som t.ex. P-ringar) läkemedel generellt sett är god i Sverige, förekommer det att läkemedel kasseras genom avlopp eller sopor vilket kan leda till ytterligare negativ miljöpåverkan (No Pills in Water, 2015). I Sverige förbränns mycket av soporna vilket minskar risken att läckage uppstår från deponering av sopor. Då apoteken är skyldiga att ta emot läkemedel som ska kasseras bör det även vara en del av deras uppgift att informera konsumenterna om hantering och kassering av läkemedel som är särskilt miljöpåverkande. Dagligvaruhandeln, som är skyldiga att ta emot läkemedel som de har i sitt sortiment, skulle även de kunna informera om vikten av att välja rätt läkemedel ur miljösynpunkt och att destrueringen går rätt till. Denna information skulle även kunna medföljas i packsedeln eller på förpackningen (Thorsén et al., 2018).

3.1.3 Allmänheten

För att öka allmänhetens medvetenhet om läkemedels negativa miljöpåverkan och risken för ökad antibiotikaresistens kan kommunikationskampanjer av olika slag implementeras. En utförlig studie av Interreg i EU undersökte olika kommunikationsstrategier för att informera och uppmuntra allmänheten om en mer hållbar läkemedelsanvändning. Undersökningen fann att föreläsningar på skolor för barn och unga hade en positiv inverkan då dessa agerade informationskatalysatorer och bidrog till ökad medvetenhet både inom och utanför skolan. Rapporten drog även slutsatsen att både konventionell media som radio, TV och tidningar samt modern media såsom 3D-visualiserade avloppsreningsverk och datorspel var effektiva kommunikationsvägar för att öka

allmänhetens medvetenhet om läkemedels negativa miljöpåverkan. Man såg även att enkla men informativa affischer på vårdcentraler och apotek var väldigt effektiva för att direkt informera patienter och att det därför var viktigt att involvera läkare och apotekare i dessa informationskampanjer (No Pills in Water, 2015). Ett exempel för att öka allmänhetens medvetenhet om läkemedels negativa miljöpåverkan är Strama Stockholms webbutbildning riktad till allmänheten. Denna förmedlar varför det är viktigt att inte äta antibiotika i onödan.

De vanligaste läkemedlen som konsumeras i stora mängder är smärtstillande, antidepressiva samt blodtryckssänkande substanser (se Tabell 2). Tillstånden som dessa läkemedel används för att behandla kan i många fall lindras eller till viss grad förbättras genom fysisk aktivitet. Fysisk aktivitet på recept (FaR) finns därför tillgängligt som behandling på flera vårdcentraler och hos legitimerade fysioterapeuter och kan även kombineras tillsammans med medicinering (Vårdguiden1177, 2021). Detta skulle minska mängden läkemedel som tillförs till reningsverken. Åtgärden är dock något kontroversiell då patienter kan uppleva att de skuldbeläggs för sitt medicinska tillstånd eller att FaR innebär stora och orealistiska livsstilsförändringar. För att denna typ av behandlingsform, som gynnar både patientens livskvalité och miljön, ska användas i större utsträckning behöver allmänheten ha större kännedom och kunskap om fysisk aktivitet och dess positiva hälsoeffekter. Detta skulle kunna göras via Läkemedelsverkets Kunskapscentrum för läkemedel och miljö eller genom riktade informationskampanjer till barn och unga i skolan. Informationskampanjer skulle t.ex. kunna innehålla utbildning i enkla övningar och stretchningar för att minska skador som uppstår i samband med en stillasittande livsstil och arbetsmiljö. Det är även viktigt att vården erbjuder stöd och motivation för att hjälpa patienten att utföra de livsstilsförändringar som rekommenderas som behandling. Då patienter inte alltid är medvetna om att FaR är en möjlig behandlingsform är det även viktigt att detta presenteras i samband med ett vårdbesök, kanske i form av affischer på vårdcentraler eller genom samtal med läkare, och att metoden uppmuntras av vårdcentralerna.

3.1.4 Forskning

För att förbättra bedömningen av miljörisker behövs ytterligare forskning, särskilt om den sammanvägda effekten av läkemedelsresters miljöpåverkan.

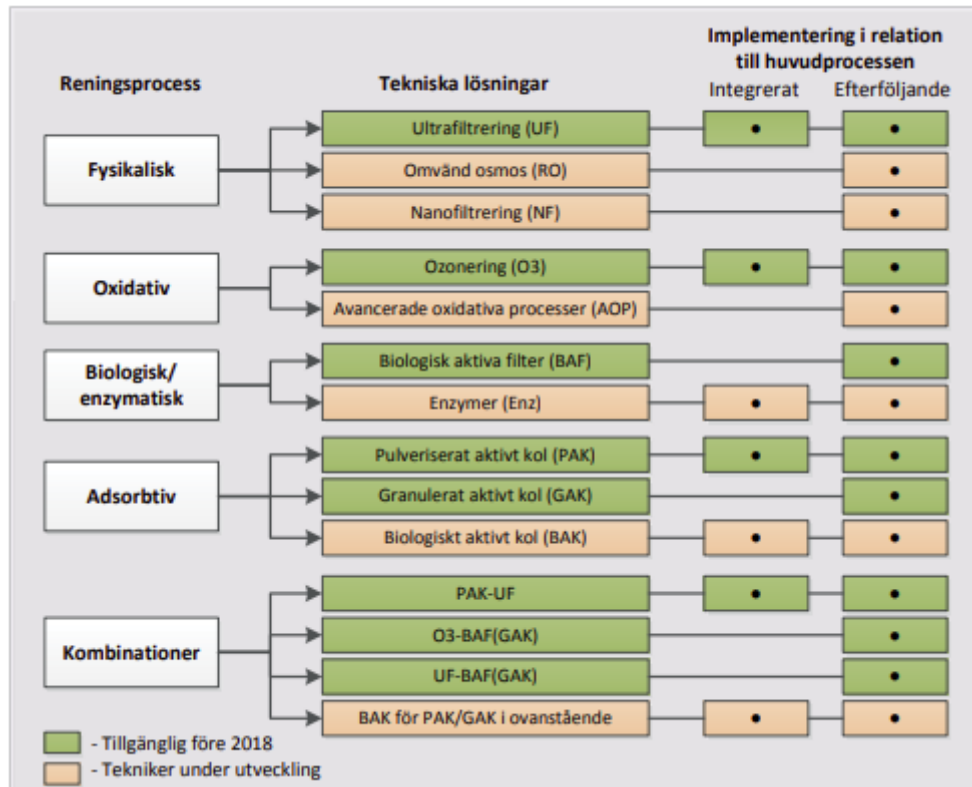
3.1.5 Producenter

Att producera "grönare" läkemedel lyfts ofta fram som en möjlig åtgärd för att minska miljöpåverkan av läkemedelsutsläpp. Utvecklingen av läkemedel är dock en mycket lång och komplicerad process där läkemedlets funktion står i fokus. Att ett läkemedel ska ha önskad effekt i kroppen och dessutom brytas ner snabbt efter utsöndring är en svår utmaning för att ta sig an i utvecklingsprocessen.

3.2 Tekniska åtgärder

För att nå tillräcklig reduktion av läkemedelsrester vid behandling av avloppsvatten, behöver dagens reningsprocesser kompletteras med ytterligare reningssteg. Dessa processer benämns ofta som "avancerad rening". Det finns flera olika reningstekniker och kombinationer som kan användas för att förbättra reningen av läkemedelsrester i avloppsvatten, antingen vid de kommunala avloppsreningsverken eller vid uppströms avloppsreningsverk placerade nära punktkällor såsom sjukhus eller läkemedelstillverkning. På uppdrag av Naturvårdsverket sammanställde IVL 2017 tillgängliga tekniska lösningar som finns för rening av avloppsvatten från oönskade ämnen som läkemedelsrester, mikroplaster, PFAS, andra organiska miljöföreningar, tungmetaller, samt antibiotikaresistenta och andra skadliga mikroorganismer (Baresel et al., 2017).

Figur 6 ger en schematisk överblick över reningsprocesser och tekniker som presenterades och som bedömdes vara realistiska att implementera.



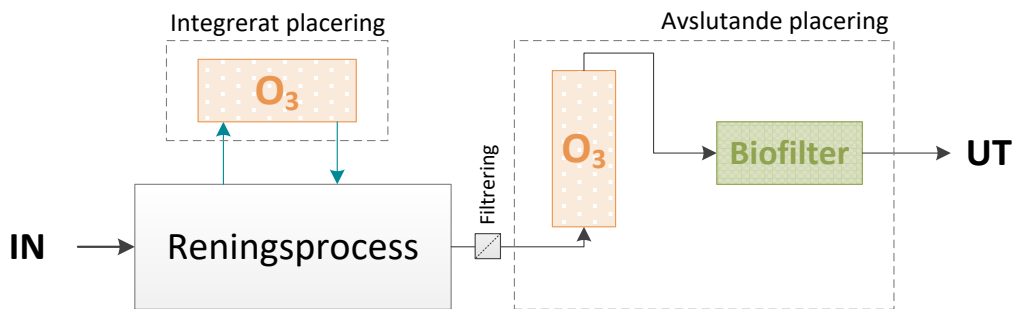
Figur 6. Olika reningstekniker för reduktion av läkemedelsrester vid avloppsreningsverk (Baresel et al., 2017).

3.2.1 Vid avloppsreningsverk

Som Figur 6 visar finns det ett stort antal reningstekniker som är tillgängliga för implementering eller som är under utveckling. De tekniker som anses mest lämpliga för installation vid kommunala avloppsreningsverk är ozonering och aktivt kol i olika tekniska utformningar och integrering med den befintliga reningsprocessen. En avancerad rening vid kommunala ARV kommer inte bara reducera läkemedelsrester utan även minska förekomsten av andra föroreningar i olika omfattning. Behovet för rening av t.ex. olika PFAS-ämnen från avloppsvatten är en aktuell fråga och vid implementering av avancerad rening bör behovet för rening av andra mikro-föroreningar tas i beaktning eftersom teknikval och utformning kan behöva anpassas efter aktuella målsubstanter. I vissa fall kan t.ex. en kombination av ozonering och aktivt kol behövas för att uppnå en önskad reduktion av föroreningar med olika egenskaper.

3.2.1.1 Ozonering

Ozonoxidation är en av de mest refererade teknikerna för rening av läkemedelsrester. Oxidation av läkemedel kan dock leda till bildning av toxiska nedbrytnings- och biprodukter. För att minska risken för att dessa når recipienten rekommenderas därför ett biologiskt polerande reningssteg efter en ozonering (Figur 7).



Figur 7. Implementeringsmöjligheter av ozonering på ett kommunalt ARV.

Ozonering är en bra och flexibel teknik som ger en effektiv rening av många, men inte alla föroreningar. IVL:s erfarenheter av ozonering vid olika avloppsreningsverk (t.ex. Himmerfjärdsverket, Sundets ARV, Visby ARV, Ullared ARV, Henriksdal ARV, Stengården ARV) visar att reningen av oxazepam kräver höga ozondoser jämfört med andra läkemedelsrester. Medan ozondoser på 0,3 - 0,5 mg O₃/mg DOC i regel räcker för att uppnå en reduktion på 80 % av de flesta läkemedelsrester, krävs doser på 0,6 - 1,2 mg O₃/mg DOC för att nå samma reduktion för oxazepam. Diklofenak har i tidigare försök oftast renats bort redan vid de lägsta ozondoserna som applicerats. Även hormonerna har rapporterats att renas bort effektivt med ozonering.

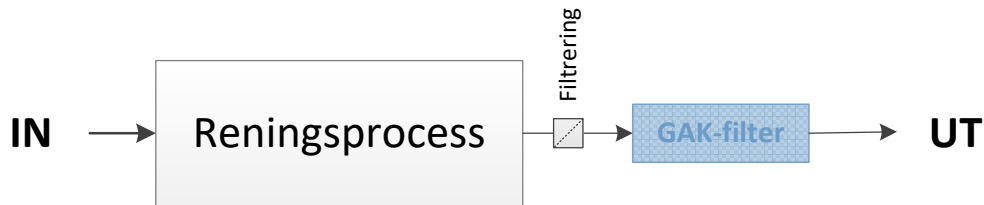
Ozonering är jämfört med andra kompletterande reningstekniker ett av de billigaste alternativen för avskiljning av läkemedelsrester, speciellt sett utifrån investeringskostnaden. En viktig aspekt vid implementering av ozonering är den signifikant högre elförbrukningen vid reningsverket som ozonering innebär. Då ozonering implementeras som ett avslutande reningssteg behöver investerings- och driftkostnader för ytterligare ett biologiskt polersteg av ozonerat vatten tas i beaktning.

En av de största nackdelarna med tekniken är att det är svårt att kvantifiera miljöpåverkan från de nedbrytningsprodukter som skapas vid ozonering av vatten som innehåller en blandning av olika organiska ämnen. Som regel ökar den akuta toxiciteten i avloppsvatten efter ozonering. Risken för uppkomst av skadliga nedbrytningsprodukter behöver därför vägas in vid val av avancerad rening och en ozonering bör inte implementeras utan efterföljande biologisk polering. Förutom risker med bildning av farliga biprodukter är det framförallt den höga energianvändningen vid ozonering och tillverkning av flytande syre som utgör teknikens miljöpåverkan. Totalt sett är dock energibehovet för ozonering på en jämförbar nivå med aktivt kol, om tillverkning och regenerering av kolet räknas med.

Eftersom ozon är ett kraftfullt oxidationsmedel är det viktigt att tänka på arbetsmiljörisker när ozon används som reningsmetod.

3.2.1.2 Aktivt kol

Aktivt kol har använts i t.ex. dricksvattenproduktion under många decennier och är en vanlig teknik för att avlägsna föroreningar från smutsigt vatten. Den grundläggande funktionen är adsorption av föroreningar på den aktiva kolytan. Eftersom denna effekt minskar med tiden behöver använt kol ersättas med nytt kol när tillräckligt många adsorptionsplatser är upptagna och reningseffektiviteten minskat till en viss nivå. Behandling med aktivt kol görs framförallt med granulerat aktivt kol (GAK) som placeras i filterbäddar i ett separat reningssteg (Figur 8).



Figur 8. Implementeringsmöjligheter av rening med hjälp av aktivt kol.

Ett GAK-filter renar bort föroreningar, inte bara med hjälp av adsorption, utan även genom filterfunktionen (avskiljning av partikelbundna föroreningar) och en biologisk nedbrytning i filtret. De viktigaste aspekterna när det gäller teknisk installation av GAK-filter är att hantera hydrauliska kapacitetsproblem som framförallt orsakas av mikrobiell tillväxt och höga partikelkoncentrationer som påverkar filterverkan i systemet. Låga halter av suspenderade partiklar, organiskt material och närsalter i vattnet är därför fördelaktiga och minskar behovet av backspolning av filtret. GAK-filter dimensioneras framförallt utifrån lämplig hydraulisk belastning och kontakttid. Dessa parametrar bestämmer reaktorvolymen och när kolet behöver bytas ut och ersättas med nytt eller regenererat kol.

IVL:s erfarenheter med GAK-filtersystem vid olika avloppsreningsverk i Sverige (t.ex. Himmerfjärdsverket, Sundets ARV, Visby ARV, Getteröverket, Hammarby Sjöstadsverk, Främby ARV, Stengården ARV) visar på en överlag god reningseffektivitet. Avskiljningsförmågan i ett GAK-filter minskar successivt fram tills kolet ersätts med nytt kol. Användning av seriekopplade kolfilter kan ge en kraftig minskning av kolförbrukningen, men resulterar i en större investeringskostnad då fler filterbassänger behövs tillsammans med mer pumpkapacitet.

Kolförbrukningen dominerar kostnaderna för GAK-filter. En fördel med aktivt kol jämfört med t.ex. ozonering är att tekniken inte ger upphov till biprodukter och att substanserna helt avskiljs från vattnet och inte transformerade till andra substanser med okänd miljöpåverkan. I samband med regenereringen av kolet bryts de organiska föroreningarna ner. Om kolet bara används en gång och ersätts av nytt kol (vilket är ganska vanligt då regenerering av kolet kostar ca 80 % av vad nytt kol kostar) kan det förbrukade kolet förbrännas. Den största miljöpåverkan är tillverkningen och regenereringen av aktivt kol då stora resurser behövs för dessa processer i form av både material (t.ex. stenkol eller kokosnötskal) och energi.

3.2.2 Uppströms vid punktkällor

Rening av procesströmmar från läkemedelstillverkning kan ske med tekniker som visas i Figur 6 utan att det nödvändigtvis behövs någon form av föregående avloppsvattenrening. Industriavloppsvatten från tillverkning av läkemedel är ofta rena från andra föroreningar förutom de som uppstår vid själva tillverkningen och halterna av de aktiva substanserna är höga. Båda dessa aspekter pekar på att processvatten från läkemedelstillverkning kan renas effektivt på plats och val av teknik beror mest på vilka substanser som hamnar i processvattnet. AstraZenecas anläggning i Södertälje illustrerar hur en avancerad rening med flera kompletterande steg kan resultera i en effektiv avskiljning av läkemedelsrester från industrins processavloppsvatten (AstraZeneca 2014).

Att ta hand om läkemedelsrester vid t.ex. sjukhus kräver olika lösningar beroende på ett antal förutsättningar där verksamhetsutformning, vattensammansättning, målsättning med reningen, befintlig infrastruktur, tillgång till lämpliga utrymmen m.m. spelar in. Baresel (2020a) ger en överblick av olika metoder för att minska eller ta bort läkemedelsrester från avloppsvatten i vårdmiljöer. Gemensamt för de flesta teknikerna är dock att det behövs en omfattande förbehandling av avloppsvattnet innan ett behandlingssteg för borttagning av läkemedelsrester

kan implementeras. Lösningar som fokuserar på olika sätt att separera och samla in koncentrerade strömmar med läkemedelsrester (urin eller toalettwater) för en vidarebehandling eller destruktion bör undersökas då en sådan strategi kan resultera i en effektiv minskning av utsläpp till en lägre total kostnad jämfört med om allt avloppsvatten behandlas (Baresel 2020a).

3.2.3 Vid enskilda avlopp

Enskilda avlopps bidrag som källa för mikroföroreningar i miljön är dåligt utredd. Typen av avlopp som används och den tid som en biologisk nedbrytningsprocess kan pågå i lokala reningsanläggningar har troligtvis betydelse för reduktionen av läkemedelssubstanser i enskilda avlopp. Avloppsanläggningarna bör således vara i gott skick och rådgivning kan ges vid anläggning av nya enskilda avlopp som även inkluderar utformning för en mer effektiv nedbrytning av mikroföroreningar.

4 Diskussion av prioriteringar

Efterföljande avsnitt beskriver och diskuterar olika aspekter som kan användas för att prioritera det vidare arbetet med att reducera negativa miljöeffekter av läkemedel i ytvattenförekomster.

4.1 Utifrån recipientstatus

I bedömningen av hur recipienterna är påverkade i Västra Götaland har vi utgått från ett par ämnen som vanligtvis bedöms problematiska. Dessa är antingen upptagna som SFÄ-ämnen eller vanligt förekommande i koncentrationer högre än PNEC (predicted no effect concentration, se 1.6). De ämnen som vi har tittat på är diklofenak, östradiol, etinylöstradiol, ciprofloxacin, citalopram, oxazepam, och ranitidin. Notera att denna lista är baserad författarnas erfarenheter från ett antal tidigare genomförda projekt. Det innebär att det kan finnas substanser som är problematiska som inte har inkluderats i denna kartläggning. Huruvida miljö kvalitetsnormen överskrids gällande de två hormonerna etinylöstradiol eller östradiol går normalt inte att säga då detektions- och kvantifieringsgränsen vid analys ligger långt över miljö kvalitetsnormen. Således utgår denna bedömning primärt utifrån förekomst av diklofenak, ciprofloxacin, citalopram, oxazepam och ranitidin. Nedan följer en beskrivning över var provtagning har visat halter över miljö kvalitetsnormen eller PNEC.

- I Göta Älv vid utloppet från Vänern har högre halter än PNEC uppmätts för citalopram. De uppmätta halterna har legat 4 respektive 2,3 ggr högre än PNEC-värdet (Malnes, 2021).
- Utanför Ryaverket i Göteborg har miljö kvalitetsnormen för diklofenak överskridits kraftigt i de mätningar som genomfördes 2017 (Länsstyrelsen, 2018). Detta gäller två lokaler i Rivö fjord.
- I Tidan har en mätning kraftigt överskridit MKN under 2017 vad gäller diklofenak. Då denna punkt inte är specifikt påverkad av utsläpp från avloppsreningsverk och en provtagning i samma lokal ett par månader senare visade halter under kvantifieringsgränsen, så kan den första provtagningen vara en mätartefakt.
- I Tidan, nedströms reningsverket i Mariestad har halter av citalopram och oxazepam överskridit PNEC (Malnes, 2021).
- Nedströms Stadskvam avloppsreningsverk i Skövde har ett flertal provtagningar visat att halterna av citalopram, oxazepam, ranitidin och diklofenak överskrider PNEC respektive miljö kvalitetsnormen. Detta gäller såväl i den primära recipienten som inte är klassad som vattenförekomst, som i de lite större bäckarna nedströms som är klassade som vattenförekomster. En stor skillnad mellan mätningarna 2020 (Baresel, 2021) och mätningarna 2011 (Fick et al, 2011) är halten av ciprofloxacin. Denna var mycket låg 2020 men överskred dagens miljö kvalitetsnorm för akut toxicitet i flera lokaler 2011. År 2011 uppmättes dock ciprofloxacin även i höga halter uppströms reningsverket där det inte finns några tänkbara källor. Detta medför viss osäkerhet i rimligheten av de analyser som genomfördes 2011. Under provtagningen 2011 uppmättes även höga halter av ciprofloxacin, citalopram och oxazepam långt nedströms reningsverket (5 km).

4.2 Utifrån utsläppspunkter till ytvatten

Karteringen av utsläpp av läkemedel till den akvatiska miljön begränsas i detta projekt till avloppsreningsverk och enskilda avlopp med ytvattenrecipienter då dessa representerar de enda transportvägarna och länkarna mellan läkemedelsförorenade strömmar och ytvatten. Beroende på utsläppskaraktistik kan dessa utsläppspunkter därför vara prioriterade för resurseffektiva

åtgärder. Andra, indirekta transportvägar av läkemedel till ytvatten, t.ex. via gödsel- eller slamspridning på markytor och efterföljande avrinning, bedöms påverka ytvattenförekomster i mindre utsträckning på grund av de nedbrytningsprocesser som sker i marken.

4.2.1 Avloppsreningsverk

Beräknade mängder av utsläppt diklofenak från de reningsverken i Västra Götaland med provtagning på utgående avloppsvatten presenteras i Tabell 6. Notera att de beräknade mängderna är uppskattade då uppmätt halt i utgående avloppsvatten inte kunnat matchas med flödet som rådde vid provtagningen. Istället har årsflödet 2020 använts tillsammans med utgående halt för att uppskatta historiska utsläppsmängder. Vidare har provtagningen visat på så pass stora variationer i utgående halter av vissa ämnen att en viss osäkerhet finns i rimligheten i de framtagna siffrorna, framförallt i uppskattade utsläpp/personequivivalent.

Tabell 6. Utsläpp av diklofenak från de avloppsreningsverk i Västra Götaland där utgående halt har provtagits vid minst ett tillfälle. Notera att beräkningen är en uppskattning då ett årsflöde från 2020 har använts tillsammans med uppmätta halter från tidigare år.

Avloppsreningsverk	Utsläppt mängd (kg/år)	Medelutsläpp (kg/år)	Utsläpp per pe (mg/pe/år)
Ryaverket	0,67 - 290	73	108
Sobacken	8,3 - 17	13	169
Vänersborg	3,7 - 7,5	6	259
Lidköping	2,7 - 7,7	4,8	122
Skövde	1,3 - 6,6	4	84
Mariestad	2 - 4,3	3	194
Alingsås	0,018 - 4,3	1,5	55
Götene	0,73 - 1,49	1,3	41
Hjo	0,83 - 1,5	1,2	201
Karlsborg	0,59 - 1,3	1	195
Bollebygd	0,02 - 1,4	0,41	94
Gullspång	0,21 - 0,5	0,32	229
Spiken (Lidköping)	0,056 - 0,24	0,16	213
Genomsnitt:			151

Med det genomsnittliga utsläppet per personekvivalent och år enligt Tabell 6 kan även en grov skattning göras för de fem ARV >10 000 pe som inte har genomfört några läkemedelsanalyser:

- Trollhättan ARV - 6,3 kg diklofenak/år.
- Uddevalla ARV - 5,3 kg diklofenak/år,
- Stenungsund ARV - 2,0 kg diklofenak/år,
- Töreboda ARV - 1,8 kg diklofenak/år, och
- Skene ARV - 1,5 kg diklofenak/år

Det mesta av läkemedelsutsläppen i Västra Götaland hamnar till slut i ett par recipienter varpå det även kan vara av betydelse att titta på ackumulerade belastningar för de ämnen som är persistenta i den akvatiska miljön. Detta har inte gjorts inom ramen för detta projekt.

4.2.2 Enskilda avlopp

Mer än 200 000 personer i länet använder enskilda avlopp och det är troligt att läkemedels-rester bryts ner sämre i dessa anläggningar än i kommunala avloppsreningsverk (se 2.3.5). Med denna information kan utsläppen från enskilda avlopp uppskattas utifrån antagandet att allt

avloppsvatten från enskilda avlopp hamnar i ytvattenrecipienter. Med ett genomsnittligt utsläpp per person och år i samma storleksordning som från de kommunala reningsverken (se Tabell 6) kan de årliga utsläppen av diklofenak uppskattas till runt 30 kg. Även om reningseffektiviteten kan vara lägre i enskilda avloppsanläggningar så är det samtidigt några avlopp som inte släpper till ytvatten utan till grundvatten vilket innebär att den uppskattade mängden kan användas som en rimlig indikation.

4.2.3 Prioriteringar

Med fokus på utsläppspunkter till ytvatten och befintliga data är det naturligt nog de största avloppsreningsverken i Västra Götaland som bör prioriteras i framtida satsningar. Via Ryaverket transporteras t.ex. mer diklofenak till ytvatten än från samtliga andra ARV för vilka det finns data. En reningsanläggning på Ryaverket skulle därför var en resurseffektiv åtgärd om just en minskning av utsläpp är målet.

Kunskapen om faktiska utsläpp från enskilda avlopp är bristfällig, men gjorda uppskattningar tyder ändå på att dessa släpper ut relativt stora mängder läkemedel vilket skulle kunna motivera en bättre kartering av dessa utsläpp.

4.3 Utifrån recipientkänslighet

Baserat på utgående halter av läkemedel från reningsverken och spädningsfaktorn i den primära recipienten har teoretiska halter i recipienterna beräknats. I detta fall har vi förenklat beräkningsförfarandet genom att använda medelvattenföringen från S-Hype, vilket representerar ett modellerat alternativt stationskorrigerat flöde för referensperioden 1980 - 2010, och jämfört detta med reningsverkets utsläpp av renat avloppsvatten år 2020. Även om förfarandet är förenklat bör denna metodik ge en god uppskattning på var det är troligt att hitta höga halter läkemedel i en recipient. I beräkningen har bakgrundshalten antagits vara noll. Detta förfarande har inte genomförts för reningsverk med havs- eller sjörecipienter eftersom spädningsförhållandena ofta är svårbedömda i sådana ytvattenrecipienter. Analysen har genomförts med citalopram, oxazepam, diklofenak och ranitidin. Etinylöstradiol, östradiol och ciprofloxacin detekteras vanligtvis inte i utgående avloppsvatten och i de fåtal fall som ciprofloxacin har kunnat kvantifieras har utspädningen i den primära recipienten resulterat i halter långt under MKN vid medelvattenföring. Då miljökvalitetsnormen för ciprofloxacin är angiven som akut toxicitet har dock den teoretiska koncentrationen för medellågwaterföringen även beräknats (Tabell 7). I de fall där kvantifieringsgränsen har underskridits vid ett tillfälle men ämnet har detekterats vid andra tillfällen, har utgående halt satts till halva kvantifieringsgräns (LOQ/2). I beräkningarna antas att bakgrundsbelastningen, d v s halten av ett läkemedel uppströms reningsverken, är noll.

Tabell 7. Beräknade halter av läkemedel baserat på medelutspädning och uppmätta halter i utgående avloppsvatten på respektive avloppsreningsverk. För de avloppsreningsverk där ämnet har analyserats men aldrig detekterats har ingen teoretisk halt beräknats.

Avloppsreningsverk	Ämne	MKN/PNEC (ng/l)	Beräknad halt recipient (ng/l)	Beskrivning (vp - veckoprov)
Nolhaga - Alingsås	Diklofenak	100	0,065 - 12	Utgående halt varierar kraftigt.
	Ciprofloxacin	100	1,3/ 22*	Vp 2014/2011. Stor skillnad i utgående koncentration mellan provtagningar.
Bollebygd	Diklofenak	100	0,14 - 11	Utgående halt varierar kraftigt.
	Ciprofloxacin	100	0,45*	
Götene	Diklofenak	100	66 - 145	
	Citalopram	0,075	25 - 45	
	Oxazepam	10	24 - 47	
	Ranitidin	2	41 - 176	
	Ciprofloxacin	100	-*	
Hjo	Diklofenak	100	3,8 - 6,8	
	Citalopram	0,075	3,6 - 7,6	
	Oxazepam	10	0,2 - 2	
	Ranitidin	2	0,062 - 12,8	Utgående halter mkt lägre 2020 jämfört med tidigare provtagningskampanjer.
	Ciprofloxacin	100	-*	
Sobacken Borås	Citalopram	0,075	9,4 - 13	
	Diklofenak	100	29 - 61	
	Ciprofloxacin	100	-*	
Skövde	Diklofenak	100	68 - 140 / 230 - 340	
	Citalopram	0,075	41 - 88 61 - 110	
	Oxazepam	10	61 - 1310 80 - 950	
	Ranitidin	2	0,61 - 3,9 1,2 - 6,1	Flera värden under LOD.
	Ciprofloxacin	100	37 - 70* ^{**}	Samtliga vp under 2020 under LOD (4 - 15 ng/l). Beräkningar baseras på dygnsprov 2011.

* För att beräkna halter av ciprofloxacin i recipienten har medellågvattenföringen (MLQ) använts då halten representerar ett möjligt scenario där akut toxicitet skulle kunna inträffa.

** Denna halt är beräknad för den närmaste klassade vattenförekomsten som ligger nedströms den primära recipienten med mycket lägre utspädning. Således är det troligt att beräknade halter har överskridit den akuta miljö kvalitetsnormen i primärrecipienten. Dock visar äldre data på mycket högre halter än analyser gjorda i närtid då ciprofloxacin inte har detekterats. Vi bedömer därför att slutsatser baserade på äldre provtagningar ska tas med försiktighet.

4.4 Utifrån konsumtion

I Tabell 2 presenterades försäljningsdata över aktiva substanser som sålts i Västra Götaland under år 2017. De läkemedel som använts i störst utsträckning kan vara av intresse att följas upp inom miljöövervakningen. Tabell 8 visar de läkemedel med störst användning samt deras effekthalter (PNEC) och kvoten beräknat utifrån konsumtion och effekthalter. Denna kvot kan ge en indikation på ett ämnes negativa miljöpåverkan i ytvatten. Tabellen inkluderar dessutom förväntad reningsgrad av de olika substanserna, halter som uppmäts i utgående avloppsvatten i länet, den teoretiska spädning som skulle behövas för att nå halter under PNEC i recipienten, och uppmätta halter i mottagande recipient.

Av de läkemedel med störst konsumtion som vi har kunnat få data för från ehälsomyndigheten har t.ex. sertralin ett mycket lågt PNEC, vilket innebär att ämnet resulterar i en miljöpåverkan även vid låga koncentrationer. Trots sertralins potentiella miljöeffekter (Tabell 2) är denna substans bland de fem mest förbrukade läkemedlen i Västra Götaland. 100 % av förbrukningen är också receptbelagd. Andra läkemedel med negativ miljöpåverkan vid låga koncentrationer inkluderar citalopram, losartan diklofenak, östradiol och oxacepam.

Tabellen indikerar att läkemedel med en konsumtion/PNEC-kvot större än 0,05 utgör en risk för ytvatten och bör inkluderas i miljöövervakningen. För vissa substanser såsom ciprofloxacin med en konsumtion/PNEC-kvot på 0,38, visar uppmätta halter ut från avloppsreningsverken och i recipienter att det inte verkar föreligga någon risk. Vi tror att detta delvis kan bero på att den aktiva substansen renas bort effektivt i dagens ARV även utan någon avancerad rening. För östradiol är bedömningen något svårare eftersom dagen analysmetoder inte kan kvantifiera halter så låga som effekthalterna. Tabellen indikerar också att hög konsumtion av ett ämne (t.ex. naproxen och ibuprofen), en låg reduktionsgrad i avloppsreningsverken (t.ex. karbamazepin och trimetoprim), eller en kombination av dessa (t.ex. karbamazepin) inte behöver innebära att ämnen utgör en risk för recipienten. Som påpekat tidigare har ehälsomyndigheten inte kunnat ta fram statistik för flera läkemedelssubstanser som t.ex. furosemide, paracetamol och ranitidine, och tabellen nedan kan därför endast ge en indikation för de läkemedel som data kunde tas fram för.

Tabell 8. Sammanvägning av konsumtion (2017) och miljöeffekter för olika läkemedel i Västra Götaland för en möjlig prioritering av substanser att övervaka.

Aktiv substans	Konsumtion (kg/100k invånare)	PNEC (ng/l)	Konsumtion /PNEC	Rening ARV*	Halt ARV UT (ng/l)	Spädning som behövs för <PNEC	Halt nedströms (ng/l)
Citalopram	11,8	0,075 ¹	157	<0 %	383	5 107	213
Losartan	86,8	1,9 ²	46	<70 %	147	77	-
Östradiol	0,3	0,04 ¹	7,5	>90 %	<2	>50	<2
Sertralin	63,7	9,4 ¹	6,8	<0 %	193	21	75
Irbesartan	14,6	2,7 ²	5,4	<0 %	211	78	-
Felodipin	5,7	1,6 ²	3,5	<0 %	15	9	-
Diklofenak	47,3	50 ¹	0,94	<0 %	1 160	23	762
Oxazepam	5,7	10 ¹	0,57	<0 %	1 255	126	688
Erytromycin	7,7	20 ¹	0,38	<0 %	37	1,9	<24
Ciprofloxacin	24,4	64 ¹	0,38	>75 %	9	0,1	<9
Sulfametoxazol	19,8	118 ¹	0,17	>70 %	233	2,0	144
Doxycyklin	4,3	39,6 ¹	0,11	<0 %	44	1,1	<44
Klaritromycin	2,1	40 ¹	0,05	<0 %	78	2,0	54
Tetracyklin	25,1	500 ¹	0,05	<0 %	95	0,2	<95
Metoprolol	108	2 590 ¹	0,04	<0 %	1 525	0,6	960
Amoxicillin	39,9	1 120 ²	0,03	-	120	0	<120
Karbamazepin	59	2 500 ¹	0,02	<0 %	835	0	650
Zolpidem	3,7	180 ²	0,02	<30 %	3,2	0	<3,2
Trimetoprim	5,7	310 ²	0,018	<0 %	134	0	91
Naproxen	197,9	15 000 ¹	0,013	>90 %	483	0	285
Ibuprofen	1 231,8	102 000 ¹	0,012	>90 %	138	0	74
Ketokonazol	4,7	4 000 ³	0,001	>90 %	8	0	<8

* - Exempel på reningseffektivitet vid bett av de undersökta avloppsreningsverken i regionen

¹ - Ågerstrand 2019.

² - beräknade med QSAR (NORMAN databas)

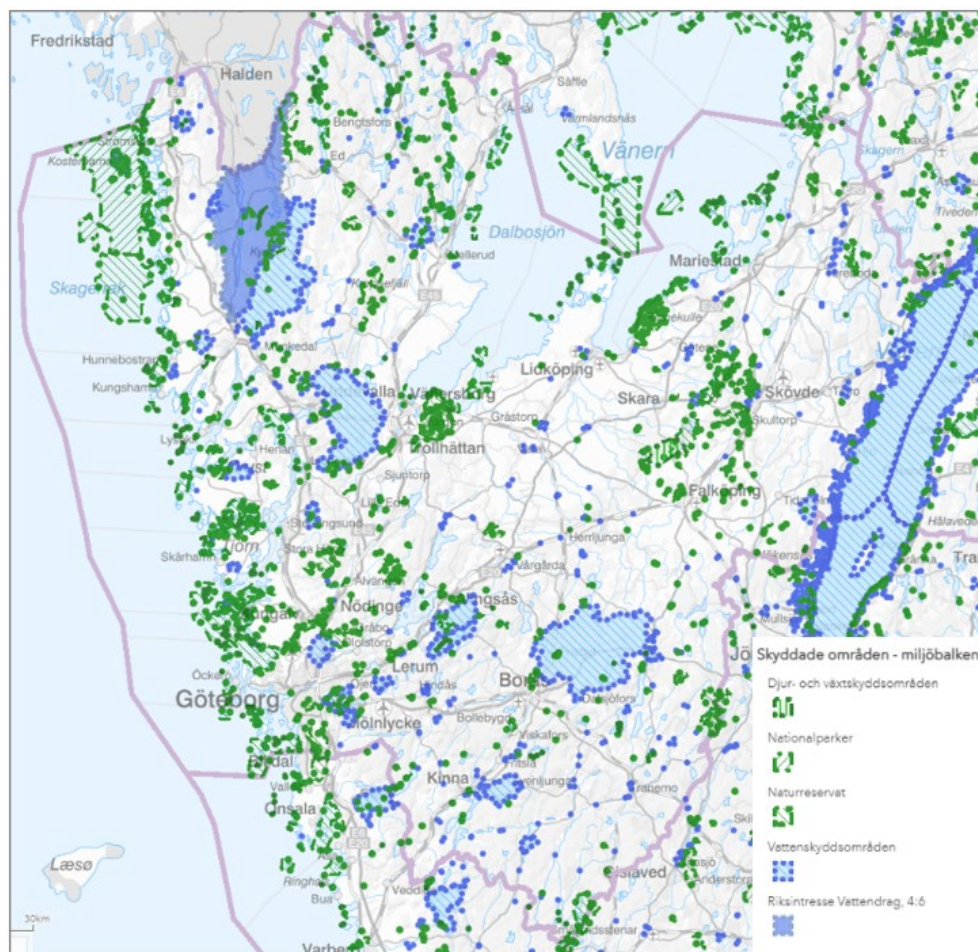
³ - Pirzadeh et al., 2021

4.5 Utifrån andra, mindre prioriterade aspekter

Det kan finnas andra aspekter som kan motivera att vissa läkemedel, ytvatten eller utsläppspunkter prioriteras. Några av dessa belyses i detta avsnitt.

4.5.1 Möjlig påverkan på miljöskyddsområden

Miljöskyddsområden inkluderar bl.a. nationalparker, naturreservat, Natura2000-områden och andra djur- och växtskyddsområden som ska skyddas från skadliga halter av olika mikro-föreningar som t.ex. läkemedelsrester. Figur 9 visar att det finns väldigt många mindre samt några större skyddade områden i Västra Götalands län. Flera av dessa områden ligger till synes även i områden som enligt föregående avsnitt motiverar en extra prioritering. För en exakt identifiering av skyddade områden som kan påverkas behövs dock en mer detaljerad genomgång och kartering, vilket inte har varit möjligt i denna studie.

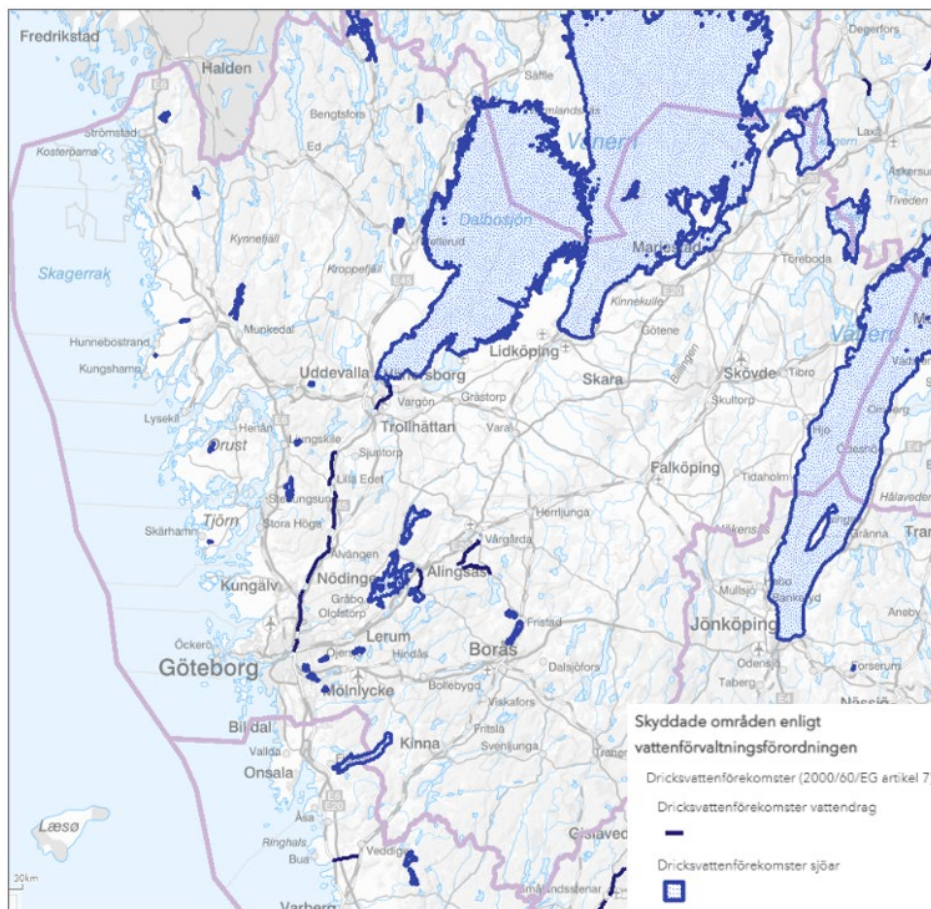


Figur 9. Skyddade miljöområden i Västra Götaland (VISS).

4.5.2 Möjlig påverkan av dricksvattenresurser

Det mesta av läkemedelsutsläppen både från enskilda avlopp och avloppsreningsverk hamnar till slut i ytvatten som används som vattentäkt för dricksvattenproduktion. Både Vänern och Göta älv är kanske de mest uppenbara ytvatten som är mottagande av läkemedelsutsläpp och som samtidigt utgör grunden för en stor del av länets dricksvattenförsörjning. Den stora vattensomsättningen i dessa recipienter och betydande utspädningseffekter medför dock att inga halter över effektnivåer uppnås. Men för mindre vattentäkter som ligger nedströms utsläppspunkten för

ett avloppsreningsverk kan påverkan från läkemedel potentiellt finnas. Förutom utspädning bör ackumulerade belastningar för de mest persistenta läkemedlen beaktas i sådana fall. En detaljerad kartering av vattentäkter som kan beröras har dock inte gjorts inom ramen för detta projekt.



Figur 10. Skyddade områden i Västra Götaland enligt vattenförvaltningsförordningen (VISS).

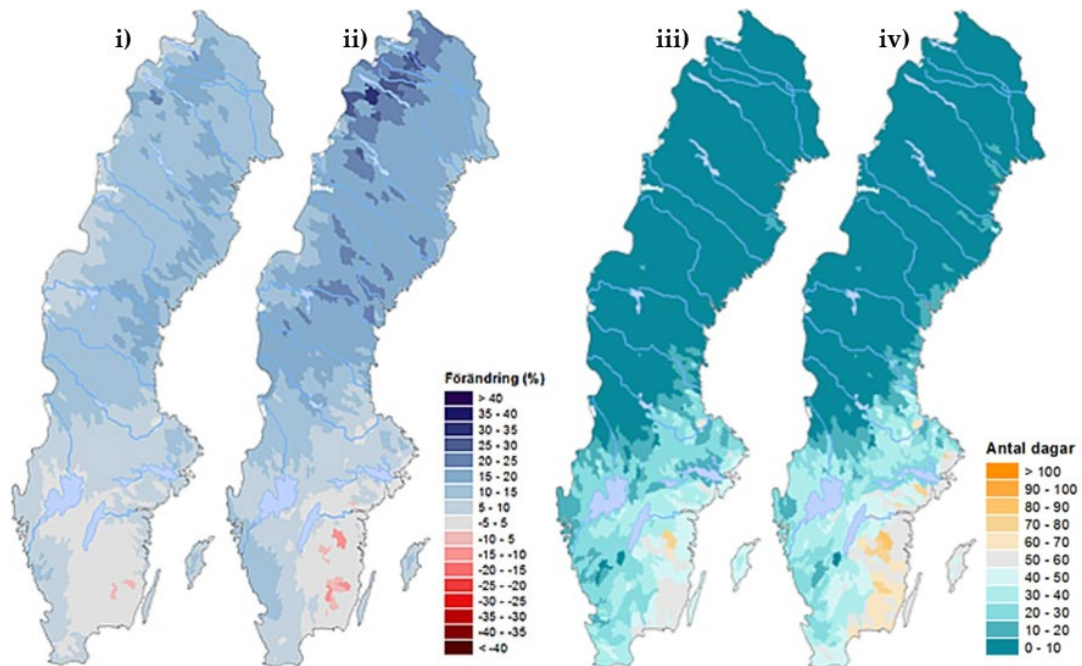
4.5.3 Klimatförändringarnas påverkan på vattendrag

I framtiden kan vattentillgången och perioder med låg vattenföring i vattendragen påverkas av klimatförändringar. En förändrad temperatur och nederbörd påverkar avrinningen till vattendragen med avseende på den totala mängden vatten och hur vattnet fördelas över året. Därmed påverkas utspädningen i ytvatten som motar avloppsvatten från avloppsreningsverk, vilket kan innebära högre halter av bl.a. läkemedelsrester i vattenmiljön. Detta gäller både generella halter över tid och halter under kortare tidsperioder såsom torka och således kan risken ändras för både kroniska (över en längre tid) och akuta (t.ex. under torra perioder) skadliga effekter på vattenlevande organismer. Vidare kan ett förändrat klimat även ge upphov till ett större uttag av vatten från bäckar och grundvattenmagasin då behovet av bevattning och vatten för djurhållning påverkas av förändringar i temperatur och nederbörd. Dessa effekter är svåra att förutspå men kommer troligtvis leda till mindre basflöden i vattendrag.

Den beräknade utvecklingen enligt SMHIs klimatmodeller med antagna klimatscenarier fram till år 2098 visas i Figur 11. Scenariot över hur växthuseffekten kommer att förstärkas i framtiden (Representative Concentration Pathways - RCP) betecknas som RCP4,5. RCP4,5 innebär ett måttligt scenario som antar att koldioxidutsläppen ökar fram till 2040 men med en kraftfull klimatpolitik. Det kan nämnas att det mer ambitiösa scenariot RCP1,9 är det som ligger till grund för Parisavtalet vilket innebär att koldioxidutsläppen kulminerar omkring år 2020. Som framgår av Figur 11, så

påverkas vattendrag i Västra Götaland, i motsättning till syd och sydöstra Sverige, endast måttligt med avseende på både vattenföring och tillgång.

En ökad prioritering av vissa ytvattenförekomster pga. effekter från klimatförändringar bedöms därmed generellt inte finnas i regionen. Samtidigt behöver dock lokal påverkan på vattenföring som kan uppstå pga. klimatförändringar tas hänsyn till i planeringen. Detta gäller även godkännande av vattenuttag och regleringen under torrår.



Figur 11. Antal dagar per år då det är låg vattenföring i vattendragen (i - 2021-2050; ii - 2069-2098) och procentuell förändring vattentillgång i jämförelse med 1963 - 1992 (iii - 2021 -2050; iv - 2069 - 2098) enligt klimatscenario RCP4,5 (SMHI 2017).

4.5.4 Miljöförändringarnas påverkan på sjukdomar/läkemedel

Klimatförändringar bedöms kunna ge direkta hälsoeffekter såsom ökad förekomst av hjärt- och kärlsjukdomar och lungsjukdomar, men också ge upphov till indirekta effekter genom t.ex. ökad förekomst av marknära ozon, luftburna partiklar, pollen och smittor samt tillväxt av bakterier i dricks- och badvatten. Försämrade luftkvalitet innebär en ökad risk för hjärt- och kärlsjukdomar, lungsjukdomar, allergiska besvär och infektionssjukdomar (Region Stockholm 2020). Fler smittsamma sjukdomar kan öka behovet av antibiotika och andra läkemedel. Även fler vacciner kan komma att behövas. Detta kan påverka utsläpp av läkemedel till ytvatten. En bedömning av dessa effekter är dock svår att göra i dagsläget och har inte genomförts i detta projekt.

4.5.5 Utbyggnad av kommunala avloppsreningsverk

Flera kommunala avloppsreningsverk står inför en kraftig utbyggnad (t.ex. Skövde ARV) eller etablering av nya och större anläggningar (t.ex. Lidköping ARV). En utbyggnad eller nyetablering behövs ofta på grund av en ökande belastning på reningsverket och hårdare reningskrav. När fler hushåll ansluts till ett avloppsreningsverk betyder det samtidigt att belastningen av läkemedel på reningsverken och mottagande recipient ökar. Detta kan medföra att halter i ytvatten ökar och att skadliga effekthalter överskrider trots att själva reningseffekten i den moderniserade reningsprocessen förbättrats. Detta gäller speciellt när enskilda avlopp ansluts till det kommunala avloppet och läkemedelsrester därmed renas effektivare än förr.

Skövde ARV är ett sådant exempel. Efter en planerad utbyggnad av Stadskvarn ARV bedöms reningsverkets andel av flödet i recipienterna utgöra ca 67 %, 27 %, 13 % och 5,5 % av Mörkebacken, Svesån, Ömboån respektive Ösan. Under enskilda dygn bedöms utgående avloppsvatten utgöra 100 %, 68 %, 53 % respektive 35 % av dessa recipienter (enligt underlag i DOM M 800-18, Vänersborgs Tingsrätt). Detta är en kraftig ökning jämfört med dagens situation som redan präglas av halter av mikroföreningar i recipienter som överstiger effekthalter.

4.6 Tolkning och sammanfattning

I föregående kapitel har ett antal angreppssätt presenterats för att bedöma var insatser kan behövas. I detta avsnitt följer en tolkning av presenterade data samt en bedömning av var kunskapsläget är bristfälligt men en miljöpåverkan från utsläpp av läkemedel är trolig.

De ytvattenprovtagningar som har genomförts visar att recipientpåverkan nedströms Stadskvarnen avloppsreningsverk i Skövde är betydande då både miljökvalitetsnormer för SFÄ-ämnen och PNEC-halter överskrids. Även nedströms Ryaverket kan en miljöpåverkan ses då miljökvalitetsnormen för diklofenak tidvis överskrids. I utloppet från Väneren har halter av citalopram uppmätts som överstiger PNEC-värdet. Värt att notera är att PNEC-värdet för citalopram kommer med en hög säkerhetsfaktor då det saknas kroniska toxicitetsstudier för ämnet.

Att det finns en miljöpåverkan av läkemedelsrester från Stadskvarnens avloppsreningsverk bekräftas med de beräknade teoretiska halterna i recipienten. De teoretiskt beräknade halterna indikerar också att miljöpåverkan nedströms Götene avloppsreningsverk bör vara betydande då flera miljökvalitetsnormer och PNEC-värden överskrids. Viss miljöpåverkan kan också misstänkas från Hjos reningsverks utsläpp då beräknade halter av ett par läkemedel överskrider PNEC-värden i den primära recipienten. Detsamma gäller Sobacken avloppsreningsverk i Borås där den teoretiska halten av diklofenak i recipienten ligger nära miljökvalitetsnormen. För Nohaga avloppsreningsverk i Alingsås har de teoretiska beräkningarna av läkemedelshalter i recipienten inte överskridit miljökvalitetsnormer eller PNEC-värden. Dock har inte citalopram analyserats i reningsverkets utgående avloppsvatten, men då reningsverkets spädningsfaktor i sin primära recipient är lägre än spädningsfaktorn för Hjos avloppsreningsverk, är det troligt att en analys av citalopram hade gett upphov till teoretiska halter i recipienten som överstiger PNEC-värdet.

Om den beräknade spädningsfaktorn används för att riskbedöma en miljöpåverkan dras samma slutsatser som från bedömningen av genomförda recipientprovtagningar. T.ex. har reningsverket i Skövde en låg utspädning och dess miljöpåverkan bedöms som stor utifrån provtagningen. Andra avloppsreningsverk med låga spädningsfaktorer (<50 ggr) är Götene ARV, Sobacken ARV, Skara ARV, Töreboda ARV, samt Falköping ARV där reningsverkets flöde utgör en större andel av den primära recipientens vattenföring. För Skara, Töreboda och Falköping har ingen provtagning av vare sig recipient eller utgående avloppsvatten genomförts. I denna analys av miljöpåverkan som baseras på spädningsfaktorn är det viktigt att inte tappa bort reningsverken med havs- eller sjörecipienter, även om deras utsläpp av renat avloppsvatten ofta späds ut i stor utsträckning. Lokala förhållanden kan förekomma i vikar etc. som gör att utspädningen är begränsad inom ett relativt litet område. För att bättre bedöma miljöpåverkan i sådana situationer är det rimligt att genomföra en spädningsmodellering, vilket inte har gjorts i detta projekt.

Bedömningen av huruvida utsläpp av ciprofloxacin kan ge upphov till akuta toxiska effekter antydde att en risk finns på Stadskvarnens avloppsreningsverk i Skövde då de teoretiska halterna låg nära miljökvalitetsnormen för detta ämne som är definierat för akut toxicitet. Anläggningar med en liknande eller lägre spädningsfaktor, såsom Götene och Falköpings ARV kan också ligga i riskzonen.

Även den absoluta mängden utsläppta läkemedel kan användas för att bedöma var insatser behövs. I Västra Götaland sticker Ryaverket ut och dess utsläpp av diklofenak har beräknats till 6 ggr större än det nästa största reningsverkets utsläpp. Notera att denna beräkning endast är en uppskattning och baseras på data med spridd kvalitet.

Med hjälp av konsumtionsdata och läkemedlens miljöpåverkan i form av effektkoncentrationer har ett antal läkemedel listats som bör inkluderas i ett framtida fokus i Västra Götaland. De ämnen som pekas ut som problematiska överensstämmer till stor del med de ämnen som har identifierats via analys av provtagningsdata (t.ex. citalopram, östradiol, diklofenak och oxazepam). Ett par ämnen har dock identifierats med hjälp av konsumtionsdata som vanligtvis inte inkluderas när vattenprov analyseras (t.ex. irbesartan, felodipin och losartan).

5 Pågående aktiviteter i Västra Götaland

5.1 Strategisk planering och samarbete

Västra Götalandsregionen har initierat ett samarbete med Region Stockholm för att minska ordinationen av miljöbelastande preparat (VGR 2021). Samarbetet ska bl.a. hjälpa till att väga in miljöaspekter i arbetet med läkemedelsrekommendationer, den så kallade REK-listan. Listan som tas fram av VGR:s Läkemedelskommitté ska ge konkreta råd vid val av läkemedel. I samband med utarbetandet används faktaunderlag där kliniskt likvärdiga substanser jämförs utifrån vilken miljöbelastning de anses ha.

VGR har hittills varit delaktiga i de forskningsprojekt som nämnts tidigare i texten gällande upphandling som verktyg för att minska miljöeffekterna från läkemedel.

5.2 Rening vid kommunala avloppsreningsverk

Flera kommuner har genom sina miljömål arbetat för att sjöar och vattendrag ska vara av god kvalitet och skapa bra förutsättningar för levande vattenmiljöer. Kommunstyrelsen i Göteborg bestämde t.ex. 2019 att Gryaab, som ansvarar för Ryaverket, ska ta fram en tidplan och kostnad för att införa ett reningssteg för läkemedelsrester. Även andra kommuner har aktivt jobbat med olika förstudier för att uppgradera sina avloppsreningsverk. Genom stöd från Naturvårdsverket har det under de senaste 2 - 3 åren genomförts ett antal förstudieprojekt relaterade till att effektivisera läkemedelsavskiljningen vid kommunala avloppsreningsverk.

5.2.1 Ryaverket (Göteborg)

På uppdrag av Gryaab har IVL under 2020 gjort en förenklad riskbedömning av läkemedelsutsläpp från Ryaverket baserad på befintliga data (Baresel 2020b). Riskbedömningen baserades på flera tidigare mätningar och tagits med för att ge en mer representativ beskrivning och bedömning av riskerna i Ryaverkets recipient. Utredningen kom fram att ingen komplett och metodiskt genomförd kartering av läkemedelsrester i vare sig recipienten eller över Ryaverket har genomförts. Halter av läkemedel ut från Ryaverket bedöms generellt ligga på jämförbara nivåer som vid andra svenska avloppsreningsverk med undantag för hormoner som ligger på avsevärt högre halter än vid andra avloppsreningsverk med en långtgående kväverening. Hur mycket det kan förklaras med Ryaverkets unika processutformning är oklart men den korta slamaldern i kvävereningen kan vara en bidragande faktor.

Ryaverket släpper ut vattnet vid Rya Nabbe som ligger nedströms Älvsborgsbron vid Göta Älvs mynning i Älvsborgsfjorden i Kattegatt. Utsläppspunkten ligger relativt grunt vilket betyder att avloppsplymen transporteras nästan helt uteslutande i ytan. Älven mynnar i Rivö fjord. Rivö fjord klassas som kustvatten och enligt VISS ligger Ryaverkets utsläppspunkt precis vid gränsen till kustzonen. Utredningen visar att recipienten Rivö fjord påverkas negativt och att bl.a. gränsvärden för statusklassning överskrids för några läkemedelssubstanser. På grund av brist på karteringsdata i recipienten och över reningsverket är det dock svårt att bedöma hur mycket Ryaverkets utgående läkemedelshalter står för påverkan. Även tidigare undersökningar som utvärderats pekar på att det föreligger en risk att Göta älv och Rivö fjord påverkas negativt av utsläpp från Ryaverket. Detta trots att en del osäkerheter i dataunderlaget och bedömningsgrunder föreligger.

Gryaab har under 2019/2020 med stöd av Naturvårdsverket utrett möjligheterna att införa läkemedelsrening på Ryaverket (Ernst et al., 2020). I förstudien jämfördes ozonering, pulveriserat aktivt kol (PAK) och granulerat aktivt kol (GAK) för läkemedelsrening och hur dessa tekniker skulle kunna införas på Ryaverket. Inga pilottester eller detaljerade riskbedömningar/prioriteringar gjordes. En möjlig implementering av en avancerad rening baserades endast på antaganden om likvärdig reningseffektivitet och aspekter som undersöktes fokuserade mest på synergier med huvudreningsprocessen. Ozonering bedömdes i förstudien som den mest lämpliga tekniken, men förstudien rekommenderar att pilottester som även inkluderar GAK genomförs.

Inom Projektet "Reduktion av svårnedbrytbara föroreningar i avloppsvatten (RESVAV)" (Ekblad et al., 2015) genomfördes under 2014 pilotförsök med ozonering av utgående vatten på Ryaverket. Tester genomfördes vid olika flödesförhållanden på reningsverket. Testerna omfattade dock endast få variabler och de insamlade stickproven kunde endast ge en begränsad bild.

5.2.2 Stadskvarns avloppsreningsverk (Skövde kommun)

Skövde kommun fick i samband med ansökan för ett nytt tillstånd för Stadskvarn ARV ett tillståndsbeslut som också inkluderade krav på utredningsvillkor för läkemedelsrening. Villkoren överklagades av Skövde kommun och i november 2018 upphävde Mark- och miljödomstolen förordnandet om en utredning avseende rening av läkemedelsrester. Skövde kommun har under 2020 ändå gjort en utredning för att få en bra bild av halter och mängder läkemedelsrester i inkommande vatten till Stadskvarn ARV samt i utgående vatten och påverkan på recipienten. I utredningen som genomfördes av IVL (Baresel 2021) ingick dessutom att identifiera och sammanställa historiska data från tidigare utförda provtagningar.

Baserat på den genomförda karteringen med 4 provomgångar fördelat över v10, v25, v35 och v50 2020 framstår en tydlig recipientpåverkan från Stadskvarn avloppsreningsverk med avseende på läkemedelsrester. Reningsverket klarar inte, i likhet med andra avloppsreningsverk, att ta bort de flesta undersökta läkemedelsresterna från vattnet. Halter i primärrecipienten Mörkebäcken, som dock inte klassas som vattenförekomst, visar en tydlig påverkan från reningsverket för flera substanser jämfört med halter i recipienten uppströms reningsverket. Även efterföljande recipienter Svesån, Ömboån och Ösan påverkas. Åtgärder för att minska halter av de miljöpåverkande substanserna i utgående avloppsvatten från Stadskvarn ARV bör därmed övervägas. För en mer ingående diskussion kring vattenförekomster och statusklassning, se kapitel 1.5.

5.2.3 Ängens avloppsreningsverk (Lidköpings kommun)

Lidköpings kommun arbetar för att bygga ett nytt avloppsreningsverk dimensionerat för 45 000 pe med en ny utsläppspunkt. I planeringen av det nya reningsverket ingår även ett avancerat reningssteg och kommunen planerade en förstudie med stöd från Naturvårdsverket. På grund av en utdragen tillståndsprocess har dock projektet ännu inte kommit igång. Kommunen vill skapa ett innovativt avloppsreningsverk via konceptet "Cirkulärt avloppsvattensystem" (CWS) där en planerad ozoneringsanläggning för rening av läkemedelsrester ingår. Förstudien syftade till att utvärdera reaktordesignen och ozondosering samt efterföljande Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) för reningen av potentiellt skadliga restprodukter från ozoneringsprocessen.

5.2.4 Sobacken avloppsreningsverk (Borås)

Borås Energi och Miljö har under 2019-2020 erhållit finansiering från Naturvårdsverket för att genomföra en förstudie kring läkemedelsrester i avloppsvattnet och reningsmetoder för läkemedelsrening. Veolia Water Technologies har genomfört utredningsarbetet för Sobacken som är dimensionerat för 150 000 pe (Lind och Held, 2020). Tre olika teknologier baserat på aktivt kol

togs med i en förenklad utvärdering. Trots högst betyg för konventionella GAK-filter valde utredningen att gå vidare med Veolias egen teknik Opacarb FL för design, drifts- och investeringskostnader samt försöksplanering inför en pilotstudie. Pilotstudien har ännu inte genomförts och tekniken utvärderades med ej säkerställda källor. En recipientbedömning för att se på behovet av en avancerad rening, eller prioritering av målsubstanser gjordes inte. I samband med förstudien togs endast två veckoprov (juni och juli 2019) som analyserades för några få läkemedlen (inte hormoner). Utifrån storleken på Sobacken avloppsreningsverk och utsläpp till Viskan bedömde förstudien dock att ett grundläggande behov finns.

VA-bolaget sökte dessutom ytterligare stöd för pilottester vilket blev beviljat av Naturvårdsverket under sommaren 2021. Pilotstudien kommer utvärdera den tekniska lösningen Opacarb FL från Veolia Water Technologies och om denna är tillräcklig för att reducera läkemedel och andra mikroföreningar med 80 %. Vid behov kommer en liten dos ozon tillsättas för att öka avskiljningsgraden. Projektet är planerat att genomföras mellan slutet på 2021 till februari 2023.

5.2.5 Nolhaga avloppsreningsverk (Alingsås kommun)

Under 2020 beviljades Alingsås kommun ett bidrag från Naturvårdsverket för att genomföra ett förstudieprojekt om etablering av ett reningssteg för reduktion av läkemedelsrester vid en modernisering av Nolhaga ARV. Förstudien ska utvärdera olika reningstekniker, inkluderande ozon i kombination med aktivt kol, samt hur en fullskalig implementering kan se ut. Slutredovisning planeras till oktober 2021. Som en del av projektet planerades även en kartering av läkemedel i avloppsvattnet samt i mottagande recipient.

5.2.6 Hjo kommun

Hjo kommun sökte pengar för en förstudie 2021 och fick denna beviljad. Totalt har projektet beviljats 4,3 MSEK för att kartlägga förekomsten av läkemedelsrester och hormoner som anländer till Hjo ARV samt släpps ut i Vättern. Studien ämnar även att reda ut vilken effekt ett par utvalda reningstekniker har för reduktion av läkemedel och hormoner. Målet med projektet är att ta fram ett kunskapsunderlag för att sedan kunna utforma en fullskaleinstallation för reduktion av läkemedelsrester.

5.3 Vårdinrättningar

Göteborg Vatten (numera Kretslopp och Vatten) utredde 2012 förutsättningarna för en ozonbehandlingsanläggning vid Östra sjukhuset för att reducera läkemedelsrester och antibiotikaresistenta organismer före dessa når avloppssystemet. Utredningen gjordes i samarbete med Gryaab, kretsloppskontoret och konsultfirman Sweco (Göteborg Stad, 2012). Utredningen kom fram till att en behandlingsanläggning vid Östra sjukhuset inte skulle förbättra förhållandena avsevärt även om läkemedelshalterna i sjukhusavlopp är högre än i vanligt hushållsavloppsvatten. Enligt utredningen skulle belastningen av inkommande läkemedelsrester till Ryaverket endast kunna minska med 1 % eller mindre och en lokal reningsanläggning skulle inte nämnvärt minska utsläppen av läkemedelsrester till recipienten eller förbättra slammets kvalitet.

Under senare år har en grupp forskare kring professorn Joakim Larsson, tillika föreståndare för Centrum för antibiotikaresistensforskning CARE (Göteborgs universitet), vid Sahlgrenska akademien undersökt vad förhöjda halter av antibiotika i sjukhusavloppsvatten kan innebära för tillväxten av antibiotikaresistenta bakterier. Bland annat har effekterna av avloppsvatten på horisontell genöverföring (Hutinel et al., 2021) och selektion av multiresistent E. coli genom sjukhusavlopp (Kraupner et al., 2021) vid Sahlgrenska Universitetssjukhuset undersökts. Det

visades bl.a. att sjukhusavloppsvatten utgör en högre risk för selektion av antibiotikaresistenta bakterier jämfört med kommunalt avloppsvatten på grund av högre halter antibiotika i sjukhusavloppsvatten.

Strama-gruppen i Västra Götaland har arbetat framgångsrikt med att minska antalet onödiga antibiotikarecept (Christina Åhrén, pers. kom.). Man arbetar fortsatt med övergång från bredspektrumantibiotika mot en större användning av mer specifika antibiotika. Särskilt har man försökt minska användandet av kinoloner, t.ex. ciprofloxacin, som är resistensdrivande. Man följer t.ex. upp förskrivningen på vårdcentraler där dessa genom självutvärdering bedömer förskrivningen av antibiotika. VGR har penningssatta mål för arbetet med att minska antibiotikaförskrivningen. På nationell nivå finns ett mål på 250 recept per 1 000 invånare, vilket har nåtts till följd av Covid-19 pandemin genom en minskad smittspridning. Efter en stadig nedgång sedan pandemins början ökade försäljningen av antibiotika i maj enligt Folkhälsomyndigheten.

Strama-grupper för veterinärer har arbetat med att få till stånd ett strikt regelverk för användning av antibiotika inom djurhållning. Frågan är svår t.ex. gällande flockbehandling av djur, vilket kan upplevas som icke önskvärt, men också vara nödvändigt för behandling av större djurbestånd som lever väldigt tätt. Strama-gruppen för tandvård har bland annat arbetat med att hindra smittspridning via ett ökat fokus på hygien.

5.4 Enskilda avlopp

Enligt information från Länsstyrelsen i Västra Götalands län (Cecilia Niklasson Wrände, pers. kom.) finns inte något riktat arbete med analys eller mätningar av läkemedelsrester eller andra föroreningar som eventuellt läcker från enskilda avlopp. Inte heller några andra aktiviteter eller initiativ för att hantera eventuella läckage av mikroförroreningar från enskilda avlopp har kunnat identifieras.

6 Slutsatser och rekommendationer

Den utbredda användningen av läkemedel inom human- och veterinärmedicin har lett till att koncentrationerna av vissa läkemedel i regionens ytvattenförekomster redan idag ligger över halter som bedöms ge negativa miljöeffekter. Koncentrationerna kommer också sannolikt att öka i takt med att befolkningen växer och åldras om inte åtgärder vidtas för att vända trenden. Även flera andra aspekter som diskuteras i rapporten kan påverka läkemedelshalterna i ytvatten. För att bemöta denna utmaning krävs kompletterande insatser med olika karaktär som tillsammans kan leda till att halter av läkemedel i Västra Götalands ytvatten kan hållas på nivåer som inte medför negativa miljöeffekter. En tillkommande aspekt är komplexiteten av länets vatten-system med många olika ytvattentyper, avrinningsområden som sträcker sig långt utanför dess gränser, bristfällig kunskap om läkemedelshalter och -utsläpp, och många olika aktörer.

Västra Götalandsregionen som inte har något uttalat ansvar inom vattenförvaltning är samtidigt en av de viktigaste aktörerna i länet inom sjukvården och för upphandling, transport och lagerhållning av läkemedel. Detta medför att VGR kan och bör spela en viktig roll i **en koordinerad samverkan** inom och utanför länet samt som **initiativtagare** och **störgan**.

Aktivitetsområden som VGR (och andra parter) aktivt kan initiera, leda, bidra eller stötta med kan grupperas och prioriteras enligt följande:

1. Kartlägga och förstå dagens situation.
2. Utbilda och öka miljömedvetenheten, samt förbättra kunskapsöverföringen.
3. Samarbeten.
4. Åtgärder.

6.1 Kartlägga och förstå dagens situation

En grundlig genomlysning av läkemedelsförekomster i Västra Götalands ytvattenförekomster är nödvändig för att fatta bra beslut gällande minskning av miljöeffekter från läkemedel. Denna rapport visar att befintliga data som skulle kunna ligga till grund för en sådan bedömning är alldeles för bristfällig. Data härrör från olika år, olika säsonger, provtagningsintervall och varierar i analystekniskt utförande. Hänsyn bör även tas till uppskattade utsläppsmängder, vattenflöden, och uppmätt eller beräknad miljörisk för läkemedelssubstansen i fråga. Uppdaterad och relevant försäljningsstatistik bör vara tillgänglig för samtliga läkemedel på regionnivå. Att få tillgång till denna data har dock visat sig vara svårt inom projektet. För bedömning av sjukhusens bidrag bör dessutom en specifik användningsstatistik tas fram för relevanta sjukhus. För de produktionsanläggningar för läkemedel som riskerar att släppa ut aktiva substanser, antingen direkt till miljön eller via kommunala avloppsreningsverk till ytvatten, bör en uppföljning göras för att säkerhetsställa att inga skadliga substanser släpps ut till vattenmiljön.

En täckande kartering i Västra Götaland av läkemedelshalter i de mest känsliga ytvattenförekomsterna (de med minst utspädning) som samtidigt tar emot läkemedelsutsläpp från kommunala avloppsreningsverk eller enskilda avlopp bör göras och upprepas med ett visst intervall. Helst bör karteringen omfatta olika säsonger under ett år och genomföras koordinerat vid samma tidpunkt för jämförande studier och uppföljning. De största avloppsreningsverken bör ingå i karteringen med både inkommande och utgående halter. Karteringen bör baseras på representativa provtagningar vilket innebär flödesproportionella veckoprover vid avloppsreningsverk. Recipient-proverna tas i representativa punkter som förutom befintliga övervakningsstationer även bör inkludera ytvatten nedströms avloppsreningsverk eller områden

som domineras av enskilda avlopp, om övervakningsstationen inte kan anses kunna fånga upp en eventuell påverkan av reningsverkets utsläpp. Karteringen bör inkludera de läkemedelssubstanser med högst risk för negativ miljöpåverkan vilka delvis kan identifieras med hjälp av försäljningsstatistik kombinerat med substansernas miljöeffekter, se avsnitt 4.4. Här kan det noteras att det inte nödvändigtvis behöver vara de läkemedel med högst halter eller dålig reningsgrad vid dagens avloppsreningsverk som är farligast.

En regelbunden karteringen bör enligt IVL omfatta minst:

- **Ytvatten:** Göta Älv, Vänern, Rivö fjord, Tidån, ytvatten nedströms Stadskvärn ARV, Borås ARV (Sobacken), Götene ARV, Falköping ARV och Töreboda ARV
- **Utsläppspunkter:** Ryaverket, Sobacken ARV, Vänersborg ARV, Lidköping ARV, Skövde ARV, Mariestad ARV, Alingsås ARV, Götene ARV, Hjo ARV, Karlsborg ARV, Bollebygd ARV, Gullspång, Spiken ARV, Trollhättan ARV, Uddevalla ARV, Stenungssund ARV, Töreboda ARV och Skene ARV
- **Läkemedelssubstanser:** citalopram, losartan, estradiol, sertralin, irbesartan, felodipin, diklofenak och oxazepam. Det bör noteras att vissa av dessa substanser inte inkluderas i Naturvårdsverkets rekommendationer om vad som bör mätas men som enligt IVL:s bedömning av olika data (se 4.4) kan utgöra en risk för länets ytvatten. Om möjligt bör även erytromycin, ciprofloxacin, sulfametoxazol, doxycyklin, klaritromycin, ranitidine (endast initialt) och furosemide analyseras. Eftersom en bedömning av några av läkemedlen inte kunde göras då försäljningsstatistik inte funnits tillgänglig kan denna lista med substanser behöva revideras.

För att minska osäkerheten i bedömningen av t.ex. avloppsreningsverkens påverkan rekommenderas att prover analyseras både uppströms och nedströms olika utsläppspunkter i känsliga ytvatten. Prover bör tas vid flera tillfällen över ett år, t.ex. vår, sommar, höst och vinter, för att man ska kunna förstå påverkan vid olika vattenflöden i recipienterna och för att läkemedelsanvändning kan uppvisa säsongsvariationer. För de läkemedelsrester som har en detektionsnivå nära eller högre än respektive effektkoncentration bör även en teoretisk beräkning göras av halter utifrån befolkningsmängden i Göta älvs avrinningsområde och antagandet att ingen reduktion sker i recipienten.

För en bedömning av eventuellt ökande risker i några ytvatten som redan idag mottar en hög belastning av läkemedel bör en kartering göras på de kommunala avloppsreningsverk där en avsevärd utbyggnad av kapaciteten planeras. Denna kartering kan även ta hänsyn till kopplingen av olika utsläppspunkter och miljöskyddsområden och dricksvattenresurser som ligger nedströms utsläppspunkten. Även mottagande recipienter av avloppsvatten från enskilda avlopp och kommunala avloppsreningsverk som kan påverkas av klimatförändringar bör karteras samtidigt för att fånga upp eventuellt förstärkta effekter av läkemedelsutsläpp i framtiden.

Även utsläpp från enskilda avlopp och påverkan på ytvatten i länet rekommenderas att undersökas. Detta främst genom provtagning enligt ovan i ytvatten i områden som domineras av enskilda avlopp. Även en bättre kunskap om enskilda avlopps utformning och funktion skulle förbättra en bedömning av deras miljöpåverkan i Västra Götaland.

En kartering av eventuella punktkällor bör också ingå, såsom sjukhus eller tillverkningsindustrier. Till att börja med kan förekomsten av specialistvårdsavdelningar där t.ex. förbrukning av antibiotika, cytostatika och kontrastmedel förekommer i stor utsträckning identifieras så att de aktuella läkemedlen tas med i en kartering enligt ovan med provtagning i t.ex. sjukhusavlopp. Eftersom dessa utsläpp dock leds via kommunala avloppsreningsverk fångas de dock upp vid

provtagning över reningsverken. En specifik provtagning vid t.ex. sjukhus kan dock var motiverat utifrån andra grunder, t.ex. för att klargöra ett eventuellt behov av effektiv rening av specifika substanser.

6.2 Utbilda och öka miljömedvetenhet, samt kunskapsöverföring

Allmänheten

Hushållens tillförsel av läkemedel till reningsverken beror på ordinerad och receptfri konsumtion av läkemedel. En ökad kunskapsnivå hos allmänheten om olika läkemedels miljöeffekter och alternativa läkemedel med samma hälsoeffekt men mindre miljöpåverkan, skulle kunna minska den receptfria användningen av t.ex. diklofenak, som idag står för 58 % av konsumtionen i Västra Götaland. Används istället t.ex. paracetamol eller naproxen minskar risken för eventuella miljöeffekter avsevärt då båda dessa läkemedel renas bort effektivt i dagens avloppsreningsverk eller påverkar miljön än diklofenak.

Att öka kunskapen om läkemedels miljöpåverkan kan även göras genom att ta fram utbildning för samtliga förskrivare. Åtgärder kunde t.ex. samordnas med Läkemedelverkets Kunskapscentrum för läkemedel i miljön. Att samverka med skolor kring dessa frågor, t.ex. genom att låta eleverna själva undersöka medvetenheten hos sin omgivning av läkemedels eventuella utsläpp och miljöpåverkan, kan både ge en stor spridning samt öka engagemang långsiktigt för frågan. Att bidra till att lära ut förebyggande åtgärder, t.ex. hälsofördelarna med fysisk aktivitet kan på sikt reducera konsumtionen av läkemedel.

Vården

Exemplen som diskuterats i rapporten för diklofenak och sertralin visar att en bättre utbildning av läkare kring ämnens miljöpåverkan kan vara en effektiv åtgärd för att minska utsläpp och miljöpåverkan. För att minska miljöpåverkan av diklofenak kan andra läkemedel med liknande effekt fast mindre miljöbelastning rekommenderas av apoteken, alternativt att läkemedlet endast säljs över disk så att konsumenten får tillgång till miljöinformationen direkt vid köp. Insatser som denna påverkas bl.a. av att Läkemedelsverket i sitt regleringsbrev för budgetåret 2021 har fått i uppdrag att utreda om miljöpåverkan ska ligga till grund för bedömning om receptfria humanläkemedel bör säljas på andra försäljningsställen än öppenvårdsapotek. Eftersom en stor del av diklofenakkonsumtionen även skrivs ut av läkare bör även dessa informeras om ämnets negativa miljöpåverkan för att kunna rekommendera grönare alternativ till patienter.

Även andra läkemedel är av särskilt intresse att inkluderas i miljöövervakning trots att de kanske förbrukas i liten utsträckning. Ett exempel är antibiotika då de vid låga koncentrationer bidrar till ökad förekomst av antibiotikaresistenta bakterier.

Olämplig användning av antibiotika, särskilt vid djurhållning, och dålig praxis inom såväl human- som veterinärmedicin har gradvis lett till att antimikrobiell resistens har blivit ett stort hot mot människors och djurs hälsa.

Djurhållning

Genom att ta fram utbildningsmaterial och lyfta fram antibiotikaanvändningen inom djurhållning vid Naturbruksutbildningen kan eventuell överanvändning av antibiotika minskas. Att lägga till mätpunkter för att studera eventuella läckage av antibiotika från hästgårdar/ridanläggningar kan också hjälpa till för att lyfta frågan.

Forskning

Deltagande i olika forskningsprojekt kan öka engagemanget för att minska miljöpåverkan från läkemedel. Ett område där antalet väl utförda vetenskapliga studier saknas är påverkansgrad eller effekt av uppströmsåtgärder. Det finns ett stort kunskapsunderskott när det gäller frågeställningar som:

- hur väl tas information emot vid olika typer av informationskampanjer eller
- förekommer det en överkonsumtion av värktabletter eller krämer med antiinflammatoriska ämnen inom vissa befolkningsgrupper?

För att förbättra bedömning av miljörisker behövs även ytterligare forskning, särskilt om den sammanvägda effekten av läkemedelsrester i miljön.

6.3 Samarbete

Med tanke på komplexiteten av Västra Götalands vattensystem med många olika ytvattentyper, avrinningsområden som sträcker sig långt utanför länets gränser med många påverkande aktörer behövs en koordinerad samverkan inom och utanför Västra Götaland. Denna samverkan behövs både för att använda kunskapen som redan finns hos olika aktörer och för att många läkemedelsutsläpp som hamnar i länets ytvatten sker utanför Västra Götalands gränser. Förutom några tillverkningsanläggningar som eventuellt kan släppa ut aktiva läkemedelssubstanser har projektet inte kartlagt utsläpp utanför länets gränser. Framgångsrika åtgärder förutsätter dock att man i Västra Götaland även har kunskap om dessa.

VGR kan bidra till att en strategisk färdplan utformas och med den som grund bygga allianser. Inte minst via regionsamverkan och interregionala samverkansformer. VGR kan arbeta för att läkemedel med samma effekt och med mindre miljöpåverkan prioriteras vid förskrivning och rekommendation. I samverkan med andra regioner kan VGR beställa kunskapsunderlag i form av jämförelser mellan substanser med likvärdig klinisk effekt/förslag till substitution för att arbeta in i REK-listan. VGR kan också utöka samverkan om läkemedels miljöpåverkan och rening av läkemedelsrester samt samverka med länets kommuner, länsstyrelsen, vattenråd och vattenvårdsförbund (VGR 2020). Detta även om det inte kommer vara möjligt för samtliga läkemedel då några substanser med liknande effekt och säkerhet inom en farmakologisk grupp också kan ha samma miljöeffekt.

Inrättande av en samverkansgrupp mellan de aktörer vars verksamheter kan påverka spridning av läkemedel till miljön kan vara ett viktigt steg. Aktörer som bör vara med är VGR, större kommuner (med stor läkemedelsanvändning vid exempelvis vårdhem), företrädare för VA-verksamheter, samt representanter för näringslivet (apotek och dagligvaruhandeln). Samverkans-gruppen säkerställer att de olika aktörerna blir medvetna om vad de som planeras och gruppen kan även kan samordna t.ex. informationskampanjer.

Då enskilda avlopp är bristfälligt studerade skulle samarbetsprojekt med högskolor eller forskningsinstitut kunna utföras för att särskilt belysa miljöpåverkan från dessa anläggningar.

6.4 Åtgärder

Upphandling

Läkemedelsupphandlingar bedöms som ett viktigt verktyg för minskning av miljöpåverkan från läkemedel. IVL har tillsammans med LIF under flera år bedrivit ett forskningsprojekt för att ta

fram en beräkningsmodell för miljöpåverkan från läkemedel ur ett livscykelperspektiv och hur produktspecifik miljöinformation kan användas för att minska denna (Pålsson 2019, 2020). Om man vill gå vidare och ta ytterligare steg än de rekommendationer som givits i de tidigare forskningsrapporterna finns följande förslag:

1. Säkerställ att beställare och leverantör har tillgång till erforderliga resurser och kompetens. En grundlig förberedelse från upphandlarens sida och fler kontakter mellan upphandlare och leverantörer kan säkerställa att rätt krav ställs vid upphandlingen. Förberedelsen kan exempelvis innefatta en ordentlig informationsinsamling genom att skicka ut en s.k. "request for information" (RFI). Denna kan vara omfattande och tex ställa krav på redovisning av eventuell miljörisk vid utsläpp i miljön från slutanvändning av läkemedel, samt redovisning av klimatutsläpp orsakade vid tillverkning, transport och lagring.
2. För att säkerställa att miljökrav kan användas effektivt är det viktigt att upprätta en miljöpolicy så att upphandlingsorganisationens ställningstaganden och betydelsen av dessa inom ramen för upphandlingen är tydliga i t.ex. tilldelningskriterierna.
3. Säkerställ en aktiv dialog mellan upphandlare och leverantör för att bygga upp ett förtroende mellan dessa parter.
4. Följ upp upphandlingen med leverantörerna i efterhand för att se vad som kan förbättras till nästa upphandling och se till att efterfrågad information då blir mer komplett.
5. Om leverantörer inte kan få fram efterfrågad information eller inte kan leva upp till krav men kommer att implementera förändringar efter tilldelning så kan detta villkoras i leverantörsavtal.

VGR bör ta fram en rutin som kan användas vid upphandling av läkemedel så att miljöaspekten kan bli effektivt implementerad och miljörelaterade tilldelningskriterier upprättas. Vid upphandling av läkemedel kan en RFI användas där leverantörer får redovisa såväl koldioxidavtryck som miljörisker vid utsläpp till recipient. Om krav inte kan tillgodoses innan upphandlingen görs kan leverantörskontrakt skrivas där förbättrande åtgärder skrivs in och följs upp. Generellt sett kan ökade kontakter mellan upphandlare och leverantör bidra till att t.ex. miljökrav kan tydliggöras inom ramen för upphandlingen.

Vårdmiljöer

Frågan om huruvida läkemedelsrester borde renas bort i avloppsvatten från vårdmiljöer innan det når avloppsledningsnätet kan inte besvaras med ett tydligt ja eller nej. Nyttan av en sådan rening beror på vilka läkemedel som används på den aktuella vårdinrättningen, utsläppsmängder av läkemedel, vårdmiljöns bidrag till totalbelastningen, reningsprocessen vid det kommunala avloppsreningsverket, samt utspädningsgraden i recipienten och eventuell miljöpåverkan. Vad gäller specialistvårdsavdelningar där t.ex. förbrukning av antibiotika, cytostatika eller kontrastmedel förekommer i större mängd, bör det undersökas hur de koncentrerade strömmarna från dessa avdelningar kan hanteras genom t.ex. en separat urininsamling och behandling eller destruktion.

Avloppsreningsverk

Flera avloppsreningsverk är redan igång med kartering eller åtgärdsplanering för att minska utsläpp av läkemedel. VGR:s främsta uppgift kan vara att hjälpa till med samverkan mellan olika aktörer i Västra Götaland och för att sprida framgångsrika koncept och undvika felsatsningar samt att fel upprepas. En kartering över hela länet gällande förekomst och risker av läkemedels-utsläpp skulle också kunna hjälpa till i prioriteringen av tekniska åtgärder så att sådana görs till största möjliga miljönytta. Detta skulle vara viktigt både med hänsyn till samhällskostnader, resursförbrukning och miljöpåverkan då implementering av en extra rening vid fel anläggning i det större perspektivet kan leda till en ökad miljöbelastning. Den övergripande acceptansen i

samhället för en extra rening och de kostnader som detta medför skulle troligtvis vara större om endast resurseffektiva åtgärder implementeras.

En koordinerad och specifik rådgivning för att hjälpa kommunerna att hitta bra lösningar skulle kunna undvika att inte enskilda teknikleverantörer/entreprenörer kan rekommendera lösningar som inte är resurseffektiva utifrån de förutsättningar som finns.

Enskilda avlopp

En viktig sak som regionen kan göra är att stötta projekt t.ex. inom ramen för Miljösamverkan Västra Götaland. Här kan både stöd i rådgivning, kunskapsutbyte och rekommendationer hjälpa till i kommunernas arbete med fastighetsägarna. Kommuner och fastighetsägare skulle nog i många fall ha nytta av en koordinerad och mer specifik rådgivning för att få hjälp i att hitta bra lösningar.

I dagsläget finns det i stället en risk att enskilda teknikleverantörer/entreprenörer rekommenderar lösningar som inte är resurseffektiva utifrån de förutsättningar som finns. Här skulle en extern aktör kunna gå in och erbjuda opartisk rådgivning till fastighetsägare för att få till en långsiktigt hållbar lösning som passar den enskilde fastighetsägaren.

Referenser

AstraZeneca 2014. Miljö – en naturlig del av vårt arbete.

<https://www.astrazeneca.se/content/dam/az-se/dokument/miljorapporter/Miljoulredovisning-2014-Sverige.pdf>

Baresel, C., Magnér, J., Magnusson, K., Olshammar, M. 2017. Tekniska lösningar för avancerad rening av avloppsvatten. IVL Svenska Miljöinstitutet, Rapport C235.

Baresel, C. 2017. Källor till läkemedelsrester vid Gässlösa avloppsreningsverk, Borås Energi och Miljö AB. IVL Svenska Miljöinstitutet AB.

Baresel, C. 2020a. Rening av läkemedelsrester i avloppsvatten från vårdmiljöer. IVL Svenska Miljöinstitutet AB, rapport U6228.

Baresel, C. 2020b. Riskbedömning av Ryaverkets recipient med avseende för läkemedelsemissioner - En bedömning baserat på tidigare studier och tillgänglig kunskap. IVL Svenska Miljöinstitutet AB, rapport U6293.

Baresel, C. 2021. Utredning av läkemedelsrester på Stadskvarns avloppsreningsverk. IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport U6478.

Baresel, C., Malovanyy, A., Tuveesson, M., Schröder, J., Roos, M., Holmlund, P. 2021. Förstudie läkemedelsrening Sundsvall - Recipientpåverkan, behov av avancerad rening och integrering i Sundsvalls framtida avloppsvattenhantering. IVL Svenska Miljöinstitutet, i samarbete med MittSverige Vatten & Avfall och WSP. Rapport C565.

Blum, K.M., Andersson, P.L., Renman, G., Ahrens, L., Gros, M., Wiberg, K., Haglund, P. 2017. Non-target screening and prioritization of potentially persistent, bioaccumulating and toxic domestic wastewater contaminants and their removal in on-site and large-scale sewage treatment plants. 2017. Science of the Total Environment, 575, 265–275.

BONUS Optitreat final report.

https://optitreat.ivl.se/download/18.1369484715f59ce4bab1cf8/1511945211838/BONUS_OPTITREAT_final_report_v4

Deloitte Sustainability, Mileu Ltd, Ineris, Kummerer, K., 2017 Background document for public consultation on pharmaceuticals in the environment

Ejhed, H., Magnér, J., Olshammar, M., Remberger, M., Norström, K., Lilja, K., Bibi, M., Reimer, K.A. 2012. Enskilda avlopp som källa till läkemedelsrester och andra kemikalier. IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport B2070.

Ekblad, M., Cimbritz, M., Nilsson, F., Ernst, G., El-taliawy, H., Tumlin, S., Bester, K., Hagman, M., Mattsson, A., Blom, L., Stålhandske, L., Jansen, J. la C. 2015. Ozonering för nedbrytning av organiska mikroföreningar - Pilottester i Södra Sverige (RESVAV delprojekt 1 No. Rapport Nr 04-2015), VA-teknik Södra.

Englund, M., Ljung, E., Pizzul, L. 2019. Läkemedel i källsorterade avloppsfraktioner – en kunskapssammanställning. RISE Rapport 2019:22.

Ernst, G., Tumlin, T., Neth, M. 2020. D1909 Läkemedelsrening - Förstudie av alternativ för läkemedelsrening på Ryaverket. Gryaab AB, Göteborg.

Escher, B.I., Baumgartner, R., Koller, M., Treyer, K., Lienert, J., McArdeell, C.S. 2011. Environmental toxicology and risk assessment of pharmaceuticals from hospital wastewater. *Water Research* 45, 75–92. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.08.019>

EudraGMDP 2021. <http://eudragmdp.ema.europa.eu/>, besökt juli 2021.

Fick, J.; Lindberg, R., Kaj, L., Brorström-Lundén, E. 2011. Results from the Swedish National Screening Programme 2010: subreport 3. Pharmaceuticals. Rapport B2014, IVL Svenska Miljöinstitutet.

Gago-Ferrero, P., Gros, M., Ahrens, L., Wiberg, K. 2017. Impact of on-site, small and large scale wastewater treatment facilities on levels and fate of pharmaceuticals, personal care products, artificial sweeteners, pesticides, and perfluoroalkyl substances in recipient waters. *Science of the Total Environment* 601–602, 1289–1297.

Gros, M., Blum, KM, Jernstedt, H., Renman, G., Rodríguez-Mozazd, S., Haglund, P., Andersson, PL., Wiberg, K., Ahrens, L. 2017. Screening and prioritization of micropollutants in wastewaters from on-site sewage treatment facilities. *Journal of Hazardous Materials* 328, 37–45.

Göteborg Stad, 2012. Ozonbehandling av östra sjukhusets avloppsvatten - Förutsättningar att inrätta en ozonbehandlingsanläggning för oskadliggörande av läkemedelsrester och multiresistenta organismer. Dnr 0543/12, Rapport 2012-02.

Göteborg Stad, 2019. Åtgärdsplan Avlopp – Bräddning Redovisning av förslag för att minska mängden bräddning mellan 2020 - 2029. Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten.

Gullberg, E., Cao, S., Berg, O.G., Ilbäck, C., Sandegren, L., Hughes, D., Andersson, D.I. 2011. Selection of resistant bacteria at very low antibiotic concentrations. *PLOS Pathogens*. 7, 1-9.

Haglund, P. 2011. Miljöövervakning av utgående vatten & slam från Svenska avloppsreningsverk. Resultat från år 2011 och en sammanfattning av slamresultaten för åren 2004-2011. Naturvårdsverket. Kontrakt 219 1013.

Haglund, P. 2014a. Miljöövervakning av utgående vatten & slam från Svenska avloppsreningsverk. Resultat från år 2012 och 2013 och en sammanfattning av slamresultaten för åren 2004-2013. Naturvårdsverket. Kontrakt 219-13-004.

Haglund, P. 2014b. Miljöövervakning av utgående vatten & slam från Svenska avloppsreningsverk. Resultat från år 2014 och en sammanfattning av slamresultaten för åren 2004-2014. Naturvårdsverket. Kontrakt 219-13-004.

Haglund, P. 2015. Miljöövervakning av utgående vatten & slam från Svenska avloppsreningsverk. Resultat från år 2015 och en sammanfattning av slamresultaten för åren 2004-2015. Naturvårdsverket. Kontrakt 219-13-004.

Haglund, P. 2017. Miljöövervakning av utgående vatten & slam från Svenska avloppsreningsverk. Resultat från år 2016-2017 och en sammanfattning av slamresultaten för åren 2004-2017. Naturvårdsverket. Kontrakt 219-13-004.

Helwig, K., Hunter, C., MacLachlan, J., McNaughtan, M., Roberts, J., Cornelissen, A., Dagot, C., Evenblij, H., Klepiszewski, K., Lyko, S., Nafu, I., McArdell, CS., Venditti, S., Pahl, O. 2013. Micropollutant Point Sources in the Built Environment: Identification and Monitoring of Priority Pharmaceutical Substances in Hospital Effluents. *J Environ Anal Toxicol* 03(4).

<https://doi.org/10.4172/2161-0525.1000177>

Herrmann, M., Olsson, O., Fiehn, R., Herrel, M., Kümmerer, K., 2015. The significance of different health institutions and their respective contributions of active pharmaceutical ingredients to wastewater. *Environ. Int.* 85, 61–76. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.07.020>.

Hutinel, M., Fick, J., Larsson, D.G.J., Flach, C.F. 2021. Investigating the effects of municipal and hospital wastewaters on horizontal gene transfer. *Environmental pollution*. Vol 276:116733

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116733>

Hörsing, M., Wahlberg, C., Falås, P., Hey, G., Ledin, A., Jansen, J. la C. 2014. Reduktion av läkemedel i svenska avloppsreningsverk – Kunskapssammanställning. *Svenskt Vatten Utveckling*, rapport No. 2014-16.

Jordbruksverket 2021. Försäljning av djurläkemedel 2020. Djuravdelningen - Internationella frågor och djurhälsopersonalenheten. Dnr 5.6.17–6820/2021

Kraupner, N., Hutinel, M., Schumacher, K., Gray, D.A., Genheden, M., Fick, J., Flach, C.-F., Larsson, D.G.J. 2021. Evidence for selection of multi-resistant *E. coli* by hospital effluent. *Environment International* 150, 106436. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106436>

Larsson, D.G.J., Greko, C. 2014. Bra läkemedel på fel plats kan påverka naturen och ge resistens. *Läkartidningen*. 2014;111:CPP3, 1-3.

Lind, P., Held, H. 2020. Reningsverket på Sobacken - Förstudie läkemedelsrening på Sobacken. Veolia Water Technologies AB.

Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2018. Mätkampanj 2017 - Miljögifter i ytvattenförekomster. Rapport 2018:44.

Magnér, J., Rosenqvist, L., Rahmberg, M., Graae, L., Eliaeson, K., Örtlund, L., Fång, J., Brorström-Lundén, E. 2016. Fate of pharmaceutical residues - in sewage treatment and on farmland fertilized with sludge. IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport B2264

Malnes, D., Golovko, O., Köhler, S., Ahrens, L. 2021. Förekomst av organiska miljöföreningar i svenska ytvatten - Kartläggning av Sveriges tre största sjöar, tillrinnande vattendrag och utlopp. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala 2020.

Naturvårdsverket 2008. Avloppsreningsverkens förmåga att ta hand om läkemedelsrester och andra farliga ämnen. Rapport 5794.

Naturvårdsverket 2017. Avancerad rening av avloppsvatten för avskiljning av läkemedelsrester och andra oönskade ämnen - Behov, teknik och konsekvenser. Rapport 6766.

No Pills in Water 2015. noPILLS report, a Interreg IV B NWE project partnership 2012 - 2015.

Närhi, K., Westling, K., Andersson, S., Baresel, C., Wahlberg, C. 2021. Mikroföreningar i avloppsreningsverk med membranteknik - Jämförelse med konventionellt reningsverk och bedömning av recipientpåverkan. Svenskt vatten Utveckling, Rapport 2021-2.

Pirzadeh, P., Svahn, O., Milenkovski, S. 2021. 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. Länsstyrelsen Skåne, Rapportnummer: 2021:13.

Region Stockholm 2020. Möjliga förändringar av sjukdomspanorama orsakade av framtida klimatförändringar – utifrån identifierade förändringar i sjukdomsförekomst identifiera läkemedelsbehov. Avdelningen för Kunskapsutveckling, Läkemedelsenheten.

Rutgersson, C., Ebmeyer, S., Lassen, S.B., Karkman, A., Fick, J., Kristiansson, E., Brandt, K.K., Flach, C.-F., Larsson, D.G.J. 2020. Long-term application of Swedish sewage sludge on farmland does not cause clear changes in the soil bacterial resistome. Environment International 137, 105339. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105339>

SCB 2018. Utsläpp till vatten och slamproduktion 2018. Kommunala avloppsreningsverk, massa- och pappersindustri samt viss övrig industri. Statistiska MI 22 SM 2001.

SCB 2021. Befolkningen efter region, avloppsanslutning och vart 5:e år. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_MI_MI0902_MI0902C/MI0902T01/table/tableViewLayout1/, besökt juli 2021.

Sehlén, R., Malmborg, J., Baresel, C., Ek, M., Magnér, J., Allard, A.-S., Yang, J. 2015. Pilotanläggning för ozonoxidation av läkemedelsrester i avloppsvatten vid tekniska verken i Linköping AB. IVL Rapport B 2218.

SMHI 2017. Framtidens klimat. <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/framtidens-klimat-sa-paverkas-vi/antal-dygn-per-ar-da-det-ar-lag-vattenforing-i-vattendragen-1.22650>, besökt juli 2021.

SMP 2020. Svenska miljörapporteringsportalen. Besökt juli 2021.

Svenskt Vatten. 2020. ReningsVÄRK-Läkemedelsrester i vår gemensamma vattenmiljö. Svenskt vatten, rapport M149.

Swedres-Svarm 2019. Sales of antibiotics and occurrence of resistance in Sweden. Solna/Uppsala ISSN1650-6332

Thomas, K.V., Dye, C., Schlabach, M., Langford, K.H. 2007. Source to sink tracking of selected human pharmaceuticals from two Oslo city hospitals and a wastewater treatment works. J. Environ. Monit. 9, 1410. <https://doi.org/10.1039/b709745j>

Thorsén, G., Baresel, C., Graae, L., Hansson, K. 2018. Förstudie samarbeten för läkemedel och miljö. IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport U5943.

UN Environment 2019. Global Chemicals Outlook II: From legacies to innovative solutions, United Nations Environment Programme, https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27651/GCOII_synth.pdf.

UNESCO/HELCOM 2017. Pharmaceuticals in the aquatic environment of the Baltic Sea region: a status report. UNESCO Emerging Pollutants in Water Series – No. 1, UNESCO Publishing, Paris.

Veolia 2020. Reningsverket på Sobacken – Förstudie läkemedelsrening på Sobacken.

VGR 2020. Underlag till Miljömål 2030 - För Västra Götalandsregionens egna verksamheter. Västra Götalandsregionen.

VGR 2021. Miljömål 2030 - För Västra Götalandsregionens egna verksamheter. Västra Götalandsregionen. Diarienummer RS 2019-02964.

Verlicchi, P., Al Aukidy, M., Jelic, A., Petrović, M., Barceló, D., 2014. Comparison of measured and predicted concentrations of selected pharmaceuticals in wastewater and surface water: a case study of a catchment area in the Po Valley (Italy). *Sci. Total Environ.* 470–471, 844–854.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.10.026>

Vesterberg, I. 2018. Enskilda avlopp – Problematik ur miljösynpunkt samt kommunens roll och utmaningar. Examensarbete SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet.

VISS 2021. VattenInformationssystem Sverige, <https://viss.lansstyrelsen.se/>

Vårdguiden1177 2021. <https://www.1177.se/> besökt september 2021

Ågerstrand, M. 2019. Derivation of PNECs for 39 pharmaceutical substances. ACES report nr 36.

Bilaga: Uppströmsåtgärder för att minska läkemedel i miljön

- Ge ytterligare EU-finansiering och uppmuntra medlemsstaterna och industrin att finansiera forskning om läkemedelsresters fördelning och effekter på miljön.
- Ge EU-finansiering och uppmuntra medlemsstaterna och industrin att finansiera forskning om de antibiotika/antimikrobiellt resistenta mikroorganismernas roll i miljön när det gäller uppkomsten och spridningen av antimikrobiell resistens (AMR) och dess samband med människors och djurs hälsa.
- Utveckla informationsresurser och EU-medfinansieringsinitiativ för att främja utformningen av aktiva farmaceutiska ingredienser (API) som medför lägre risker för miljön.
- Stärka miljöexpertisen hos Europeiska läkemedelsmyndigheten (EMA, dess vetenskapliga utskott) och de nationella behöriga myndigheterna.
- Säkerställa att alla miljömässigt relevanta toxikologiska tröskelvärden för läkemedel som släpps ut på marknaden systematiskt görs tillgängliga för allmänheten i ett standardiserat format.
- Utveckla ett system för att dela miljökonsekvensbedömningar (ERA) baserade på den aktiva substansen på EU-nivå.
- Se till att ERA-resultaten behandlas systematiskt i den övergripande risk/nyttoanalysen för godkännande av humanläkemedel.
- Se till att ERA på lämpligt sätt överväger persistenta, bioackumulerande och toxiska ämnen (PBT) och endokrina egenskaper för de aktiva substanserna samt toxiciteten och andra egenskaper hos viktiga metaboliter, nedbrytningsprodukter och hjälpämnen: a) för humanläkemedel, b) för veterinärmedicinska läkemedel.
- Inrätta ett miljöriskbedömningsförfarande för läkemedel inte har ERA (kom ut på marknaden innan 2006) eller som har en ofullständig ERA.
- Krav på innehavaren av marknadsgodkännandet att ERA skall uppdateras eller revideras baserat på övervakningsdata eller ny publicerad information efter påbörjad försäljning.
- Knytta behovet av recept för humanläkemedel till resultaten av ERA, och ge riktlinjer för verkställighet av befintliga liknande bestämmelser för veterinärmedicinska läkemedel (VMP).
- Kräva att medlemsstaterna utser de myndigheter/myndigheter som är ansvariga på nationell nivå för uppföljnings- och rapporteringsskyldigheten i samband med genomförandet av riskreducerande åtgärder.
- Upprätta rutindialog och informationsutbyte mellan relevanta medlemsstaters myndigheter för att säkerställa att API-nivåer i miljön är säkra för miljön och människors och djurs hälsa.
- Säkerställa att miljöfrågor är a) införda i farmakovigilanssystemet för humanläkemedel (HMP) och b) stärkt för veterinärmedicinska läkemedel (VMP), särskilt i förhållande till antibiotika eller antimikrobiell resistens.
- Inkludera relevanta läkemedel i listorna för övervakning av yt- och grundvatten enligt ramdirektivet om vatten a) tillsammans med antibiotikaresistenta gener i relevanta mikroorganismer när antibiotika eller antimikrobiella ämnen ingår b) utan att behöva övervaka eventuell antibiotikaresistens eller antimikrobiell resistens.

- Uppmuntra medlemsstaterna att lära ut miljöaspekterna under medicinsk/veterinär utbildning och vid vidareutbildning av personal som arbetar med hälso- och sjukvård.
- Säkerställa att allmänheten får information som uppmuntrar till hållbar användning av läkemedel, särskilt antimikrobiella medel.
- Utveckla rekommendationer eller krav angående storlek och form av förpackningar för läkemedel för att underlätta effektiv användning.
- Främja bättre tillämpning av EU-lagstiftningen när det gäller implementeringen av system för insamling av avfall för humanläkemedel och veterinärmedicinska läkemedel, bland annat genom ett utvidgat producentansvar.
- Se till att CLP-förordningen (som styr klassificering, märkning och förpackning av kemiska ämnen) inte utesluter läkemedel och att dess bestämmelser är förenliga med avfallshanteringsramen.
- Fastställa EU-riktlinjer för lämplig avloppshantering på sjukhus och vårdcentraler.
- Införa övervakning av antibakteriella medel och antibiotikaresistenta mikroorganismer i avloppsvatten och organiskt avfall från potentiella "hotspots" som stora avloppsreningsverk, sjukhus, läkemedelsfabriker och större djurhållningsanläggningar.
- Utveckla EU-finansieringsmöjligheter för forskning, utveckling och genomförande av avancerad vattenreningsteknik för att säkerställa att läkemedelsnivåer, inklusive antibiotika och antibiotikaresistenta mikroorganismer, minskas.
- Uppmuntra medlemsstaterna att skapa innovativa lösningar för investeringar i avancerad (avfalls- och dricksvatten) vattenrening.
- Implementera kvalitetsnormer eller riskbedömningskrav för att säkerställa att koncentrationerna av relevanta läkemedel och antibiotikaresistenta mikroorganismer i gödsel, avloppsslam och bevattningsvatten är så låga att dessa kan anses vara säkra att spridas på jordbruksmark.
- Uppmuntra medlemsstaterna att revidera sina koder för god jordbrukspraxis och revidera relevanta bästa tillgängliga tekniker inom IED på EU-nivå för att inkludera bestämmelser för hantering av gödsel som innehåller läkemedel/AMR-mikroorganismer.
- Förbered vägledning enligt den gemensamma genomförandestrategin för vattenramdirektivet (WFD) för att stödja bättre medlemsstaternas åtgärder mot läkemedel i vattenmiljön.





IVL Svenska Miljöinstitutet AB // Box 210 60 // 100 31 Stockholm
Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se