



Januari 2026

# Läkemedelsrester i avloppsvatten från sjukhus

En kartläggning av Västra Götalandsregionens sjukhus  
med fokus mot antibiotika och antibiotikaresistens

Datum: 2026-01-30

Dokumentnamn: Läkemedelsrester i avloppsvatten från sjukhus - En kartläggning av Västra Götalandsregionens sjukhus med fokus mot antibiotika och antibiotikaresistens

Diarienummer: RS 2024-01848

Denna rapport är del av Västra Götalandsregionens arbete att minska miljöpåverkan från läkemedel.

Övriga rapporter:

- IVL Svenska Miljöinstitutet, 2021: Kartläggning av läkemedelsföreningar i Västra Götaland.
- BioCell Analytica, 2025: Effektbaserad analys av sjukhusavlopp i Västra Götalandsregionen
- VGR, 2026: Läkemedelsrester i Västra Götalands sjöar och vattendrag

## Sammanfattning

En kartläggning av läkemedelsutsläpp från Västra Götalandsregionens sjukhus har genomförts. Det övergripande syftet med projektet har varit att öka kunskapen om hur och i vilken grad läkemedel i sjukhusavlopp kan vara orsak till olika hälso- och miljörisker, i synnerhet till utvecklingen av antibiotikaresistens. Kunskapen som genereras kommer kunna användas för att prioritera och genomföra lämpliga åtgärder för att minska problemen med läkemedelsutsläpp vid sjukhus.

Dygnsprover togs vid flera tillfällen på avloppsvatten i utgående avloppsrör vid sju av regionens större sjukhus. I tillägg placerades provytor (plastskivor) ut i avloppsrören för att undersöka hur den biofilm som bildas på avloppsrörens insida, kan inverka på selektionen av bakterier. Prover inhämtades också från kommunala reningsverken nedströms sjukhusen, som referensmaterial och för jämförelser. Halten av olika antibiotika analyserades i proverna och i omfattande laboratoriestudier kartlades i vilken utsträckning avloppsvatten selekterar för antibiotikaresistens och vad som driver detta. Slutligen lämnades förslag till åtgärder för att minska risker med läkemedelsutsläpp från sjukhusen.

Studien visar att som förväntat att sjukhusavlopp innehåller högre halt av antibiotika än vid såväl inkommande som utgående vatten vid kommunala reningsverk. Det visade sig också att resistenta bakterier var vanligare i avloppsvatten från alla sjukhusen, jämfört med prover tagna vid kommunala reningsverk.

Det konstaterades en utbredd, tydlig resistensselektion i avloppssystemen vid samtliga sjukhus, det vill säga att avloppsvatten från sjukhusen gynnar tillväxt av resistenta bakteriestammar.

Motsvarande effekt sågs inte vid något av de kommunala reningsverken. Det kan förklaras av att utspädningen är så pass stor vid reningsverken att mätbara effekter av antibiotikan inte kan detekteras där, åtminstone inte med de metoder som använts i denna studie.

Studien ger vägledning till fortsatta åtgärder. En tolkning av resultaten är att riskminimerande åtgärder (mot uppkomst av resistenta bakterier i miljön) rimligen bör fokusera på processer uppströms de kommunala reningsverken, vid sjukhusen.

Det finns gott hopp om att insamlingen av prover inom detta projekt och efterföljande analyser skall kunna bidra till att identifiera vilka antibiotika som primärt selekterar för resistens i sjukhusens avloppssystem. Att veta exakt vilka antibiotika som driver selektionen är en avgörande kunskap för att kunna utveckla, utvärdera och genomföra riktade, kostnadseffektiva åtgärder att begränsa risken. Sådana riskbegränsande åtgärder kan ske såväl uppströms (användning/val av antibiotika) som nedströms (rening av avloppsvatten vid sjukhusen).

I ett sidoprojekt analyserades avloppsprover från fyra av sjukhusen med så kallade effektbaserade analysmetoder. Dessa tester utfördes på levande cellkulturer och mäter i vilken utsträckning avloppsvattnet ger hormonella effekter på cellerna. Även här gjordes jämförelser mot prover tagna vid ett reningsverk. Sjukhusavloppen gav i många fall tydliga östrogena, androgena, anti-androgena effekter i celltesterna. Det är i sig förväntat med tanke på de föroreningar som förekommer och ger ingen information om *vilka* ämnen som orsakar de uppmätta effekterna. Testerna är därmed svårtolkade, men ger ändå en fingervisning om var effekterna är som störst. Det finns anledning att gå vidare med att söka ursprunget till uppmätta hormonstörande effekter av sjukhusavlopp.

# Inledning

Sjukhus står för en begränsad del av de totala läkemedelsutsläppen i samhället, omkring 10 procent, men är en potentiell källa till olika hälso- och miljörelaterade problem. Inte minst de höga halter av antibiotika som uppstår i toalettavlopp från sjukhusverksamhet misstänks kunna bidra till ökad antibiotikaresistens i samhället, av WHO definierat som ett av de största hälsohoten globalt. Kunskapen om sjukhusavloppens roll är dock bristfällig och därför av stor vikt att kartlägga.

En tidigare studie av avloppsvatten från Sahlgrenska sjukhuset visade att avloppet var kraftigt och snabbt selekterande för multiresistenta bakterier (Kraupner et al, 2021). Studien var bland de första i sitt slag och det är inte känt i vilken utsträckning motsvarande process sker i avloppsledningar vid andra sjukhus, i Sverige eller andra länder.

Syftet med det här rapporterade projektet har varit att öka kunskapen om hur och i vilken grad läkemedel i sjukhusavlopp kan vara orsak till olika hälso- och miljörisker, i synnerhet till utvecklingen av antibiotikaresistens. Den kunskap som genereras kommer kunna användas för att prioritera och på sikt genomföra lämpliga åtgärder för att minska problemen med läkemedelsföroreningar

## ***Studiens genomförande***

Samverkan mellan VGR och Göteborgs Universitet inom ramen för det aktuella projektet har möjliggjort en bred provtagningskampanj vid regionens sju största sjukhus. Medverkande sjukhus har varit Sahlgrenska Universitetssjukhuset (Sahlgrenska, Östra och Mölndals sjukhus), Södra Älvsborgs Sjukhus (Borås), NU-sjukvården (Trollhättan), Skaraborgs sjukhus (Skövde) samt Sjukhusen i Väster (Kungälv). Prover inhämtades också från kommunala reningsverken nedströms sjukhusen, som referensmaterial och för jämförelser.

VGR:s hållbarhetsavdelning har varit projektledare i samarbete med Strama Västra Götaland och med forskare vid Institutionen för Biomedicin, Sahlgrenska akademien vid Göteborgs Universitet, som också är värdinstitution för Centrum för antibiotikaresistensforskning (CARE) i Göteborg.

Provtagningen vid sjukhusen utfördes av personal inom VGR. Prov från kommunala reningsverk inhämtades med benäget bistånd av personal vid reningsverken. Den kvantitativa bestämningen av antibiotika utfördes vid Institutionen för kemi vid Umeå Universitet. Selektionstesterna utfördes av forskare vid CARE som även har stått för tolkning av resultat och slutsatser i projektet.

Studien av antibiotika och antibiotikaresistens kommer att publiceras i vetenskaplig tidskrift under 2026 och detaljerade data och analysresultat kommer då finnas tillgängliga. I denna rapport redovisas i väntan på detta de huvudsakliga slutsatserna av studien. Resultaten tillhör forskarna vid Göteborgs universitet men all data från studien kommer att bli publik i samband med vetenskaplig publicering. Fram till oberoende, vetenskaplig expertgranskning genomförts bör alla data ses som preliminära.

---

I samband med provtagning har prover även uttagits och skickats till företaget BioCell Analytica i Uppsala för effektbaserade analyser. Resultatet av dessa analyser presenteras i en separat rapport.

Kostnader för provtagning vid sjukhusen har täckts av Regionstyrelsen via dess hållbarhetsutskott, medan övrig efterföljande analys ombesörjs av GU och bekostas av andra externa anslag till forskare vid CARE.

Deltagare i projektet från VGR sida har främst varit Ida Person, Per Rosander och David Ekelund från Hållbarhetsavdelningen, Johanna Buck från förvaltningen Fastighet, Stöd och Service, samt Christina Åhrén, Strama. Forskare som medverkat i projektet har varit Declan A. Gray<sup>1,2</sup>, Nguyen Thi Nhung<sup>1,2</sup>, Roelof Dirk Coertze<sup>1,2</sup>, Jerker Fick<sup>3</sup>, Mutshiene Deogratias Ekwanzala<sup>1,2</sup>, Noel Waters<sup>1,2</sup>, Carl-Fredrik Flach<sup>1,2</sup> och Joakim Larsson<sup>1,2</sup>.

Joakim Larsson har varit huvudansvarig för forskningsarbetet och är medförfattare till denna rapport.

Elin Lavonen, BioCell Analytica, har ansvarat för de effektbaserade analyser som har utförts.

---

<sup>1</sup>Centrum för antibiotikaresistens-forskning, -Göteborgs Universitet

<sup>2</sup>Avdelningen för infektionssjukdomar, Institutionen för biomedicin, Sahlgrenska-akademien, Göteborgs Universitet

<sup>3</sup>Institutionen för kemi, Umeå Universitet

# Metod

## *Provtagning*

Provtagning genomfördes under september-november 2024. Vid vart och ett av sjukhusen kartlades inledningsvis lämpliga provtagningspunkter av avloppsvatten med målet att täcka in så många patienter som möjligt. Vid Kungälvss sjukhus samt Södra Älvsborgs sjukhus valdes två provtagningspunkter, medan en bedömdes vara tillräcklig vid övriga sjukhus.

Vid varje sjukhus togs 24 timmars komposit-prover av orenat sjukhusavlopp. Proceduren upprepades vid fem olika tillfällen, vanligen med ca en veckas mellanrum. Motsvarande prover togs även vid mottagande kommunala reningsverk på både orenat och renat avloppsvatten, i samverkan med de kommunala bolagen. Vid de kommunala reningsverken och vid Sahlgrenska sjukhuset användes befintliga automatiserade provtagare, i övriga fall användes inhyrda, mobila provtagare med kylfunktion för att hålla proven vid låg temperatur. Proven transporterades kylda och frystes in vid ankomst till laboratorium i Göteborg.

Förutom provtagning av avloppsvatten placerades plastskivor ut i avloppsrören. Plastskivorna fick ligga kvar under flera veckor innan de togs upp och transporterades till laboratorium för undersökning. Dessa prov är särskilt intressanta då bakterier i biofilmer i sjukhusen avloppsledningar blir utsatta för förhöjda halter av antibiotika under mycket längre tid än bakterier som flyter fritt i vattnet.

## *Antibiotikaförbrukning*

En kartläggning gjordes kring vilka enheter vid varje sjukhus som har sitt avloppsvatten kopplat till respektive provtagningspunkt. För dessa enheter sammanställdes all förbrukning av antibiotika för de tre dagarna i omedelbar anslutning till varje provtagning. Data från neonatalenheter exkluderades (primärt blöjor) liksom IVA-avdelningar (går ej på toalett). Kartläggningen visade att en rad olika betalaktam-antibiotika (pencillinliknande antibiotika) dominerade användningen vid alla sjukhusen följt av fluorokinoloner, folatsyrasyntes-inhibitorer, tetracykliner, vankomycin, metronidazol, linkosamider och några övriga antibiotika.

### *Haltbestämning av antibiotika*

Antibiotika analyserades med hjälp av vätskekromatografi/tandem-massspektrometri (LC-MSMS): Analyserna utfördes vid Institutionen för kemi, Umeå universitet.

### *Resistensstudier*

Den relativa förekomsten av resistens i avloppsvatten och biofilmer studerades dels genom odling av *E.coli* på agar med/utan olika antibiotika, dels genom djupsekvensering av DNA-extrakt från hela samhällena (avloppsvatten respektive biofilmer), följt av bioinformatisk analys av resistensgener. Analyser av resistensgener kan sägas reflektera resistensnivån i många bakteriearter samtidigt, medan odlingen av resistent/icke resistent *E.coli* ger konklusiva resultat för vår viktigaste sjukdomsframkallande bakterie.

Avloppsvattens förmåga att selektera för resistent bakterier studerades genom att först tina och sterilfiltrera avloppsvatten (för att avlägsna alla befintliga bakterier). Därefter exponerades standardiserade naturliga avloppsvattensamhällen på laboratoriet för de olika sterilfiltrerade avloppsvattenproverna (som bl a innehåller en mix av utsöndrad antibiotika från patienter), varefter man undersökte hur det påverkade den relativa förekomsten av resistent *E. coli*.

## **Resultat**

Studien visade att koncentrationerna av alla uppmätta antibiotika genomgående var högre, och ofta betydligt högre, i sjukhusavlopp jämfört med kommunalt avlopp (såväl orenat som renat). Resultatet stämmer väl överens med den observerade selektionen av resistens i sjukhusavloppsmiljön men inte vid de kommunala reningsverken. Fortsatta studier pågår med individuella antibiotika och bakterier för att kunna tolka i vilken utsträckning olika koncentrationer av individuella antibiotika är kopplade till risk för selektion.

Resultaten från odlingen av fältprover visade konsekvent på en betydligt högre relativ förekomst av resistent *E. coli* vid alla studerade regionala sjukhus jämfört med motsvarande kommunala avlopp.

På motsvarande sätt var resistent *E. coli* mycket vanligare i biofilmer insamlade vid sjukhusen jämfört med prover insamlade vid de kommunala reningsverken. Det är känt från flera olika rapporter att sjukhusavlopp

tenderar att innehålla högre andel resistenta bakterier än kommunala avlopp. Dock har ingen tidigare studie jämfört ett så stort antal sjukhus och kommunala reningsverk parallellt och med helt jämförbar metodik. Inte heller har biofilmer studerats ingående parallellt med avloppsvatten.

Resultaten från DNA-sekvenseringen speglade i stort sett odlingen av *E. coli*, i att det var betydligt mer resistensgener i sjukhusavloppsmiljön än i prover från de kommunala reningsverken.

En högre andel resistens i sjukhusens avlopp skulle helt enkelt kunna vara en konsekvens av att resistenta bakterier är vanligare i fekalier från patienter jämfört med befolkningen i stort (på grund av hög antibiotikaanvändning bland patienterna). Den högre andelen resistens i sjukhusens avloppssystem behöver i sig därför inte betyda att det även finns ett selektionstryck i vattnet. Denna studie ger dock starkt stöd för att det finns ett sådan selektionstryck i rörsystemen; Försöken i laboratorieskala med sterilfiltrerat avloppsvatten visade att avloppsvatten från alla undersökta sjukhus kraftigt gynnade resistenta *E. coli* över känsliga, medan de kommunala avloppsvattnen inte visade på någon liknande effekt. Det var tidigare känt att avloppsvatten från Sahlgrenska sjukhusets centralkomplex kunde selektera fram resistenta *E. coli* (Kraupner et al, 2021) men motsvarande studier hade tidigare inte utförts vid något annat sjukhus i världen. Även jämförelser av resistensnivåer i biofilmer gentemot avloppsvatten gav starkt stöd till denna tolkning.

Slutsatsen är därmed att det finns en betydande risk för resistensutveckling i rörsystemen under alla regionens stora sjukhus och att resistensutvecklingen drivs av den höga antibiotikaanvändningen.

## Diskussion

Mer än var tredje ineliggande svensk patient står på antibiotika vid varje givet tillfälle, vilket skall jämföras med ca en på 300 i befolkningen i stort. Det förklarar varför halterna av antibiotika är tillräckligt höga för att gynna resistenta bakterier i sjukhusens avloppssystem.

Att det konstaterades en utbredd och tydlig resistensselektion i avloppssystemen vid alla sjukhus men inte vid något av de kommunala reningsverken kan tolkas som att riskminimerande åtgärder (mot uppkomst av resistenta bakterier i miljön) rimligen bör fokusera på processer uppströms de kommunala reningsverken, vid sjukhusen. Detta då utspädningen redan är så stor vid de kommunala reningsverken att mätbara effekter av antibiotikan ändå inte längre kan detekteras där,

åtminstone inte med de metoder som använts i denna studie. Ytterligare rening av antibiotika vid de kommunala reningsverken bedöms således ha mycket begränsad eller ingen effekt.

Det finns gott hopp om att insamlingen av prover inom detta projekt och efterföljande analyser skall kunna bidra till att identifiera vilka antibiotika som primärt selekterar för resistens i sjukhusens avloppssystem. Att veta exakt vilka antibiotika som driver selektionen är en avgörande kunskap för att kunna utveckla, utvärdera och genomföra riktade, kostnadseffektiva åtgärder att begränsa risken. Sådana riskbegränsande åtgärder kan ske såväl uppströms (användning/val av antibiotika) som nedströms (rening av avloppsvatten vid sjukhusen).

## Förslag till fortsatt arbete

Resultaten pekar mot att sjukhusavlopp kan bidra till ökad resistensutveckling i samhället. Samtidigt kvarstår många okända faktorer. Föroreningsnivån beror inte enbart på vilken användning sjukhuset har av olika antibiotika, utan också av nyttjad vattenmängd (spädning), uppehållstider i rörsystemen före det att avloppet ansluter till kommunalt avlopp, där halter av antibiotika är mycket lägre, temperaturförhållanden, flödes hastighet och förekomst av biofilm i avloppssystemet som kan öka exponeringstider.

Resultaten visar tydligt på behovet att gå vidare och fördjupa kunskapen om vilka antibiotika som är störst anledning till selektionen av resistent bakterier, men också vad som påverkar förloppen. Förslagsvis kan man även genom ytterligare förfinade provtagning och analysmetoder se tydligare vad som driver resistensutvecklingen.

Men även den kunskap som nu kommit fram motiverar att med olika medel försöka förebygga utsläpp av antibiotika från sjukhusens vårdavdelningar. Tester för detta planeras att genomföras under 2026. Detta beskrivs närmare i den *åtgärdsplan för hållbar kemikalie- och läkemedelsanvändning* som tagits fram i uppföljningen av studien.

## Referens

Kraupner, N. *et al.* Evidence for selection of multi-resistant E. coli by hospital effluent. *Environment international* **150**, 106436 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106436>

