

Monitorering av läkemedel i Helge å

av

Ola Svahn – Doktorand i Miljövetenskap
Erland Björklund - Senior Forskare i Miljökemi
Lennart Mårtensson – Professor i Miljöteknik



Högskolan Kristianstad



Forskningsmiljön Man and Biosphere Health



Forskningsprojektet CLEAR, KK-stiftelsen

1. Introduktion

Läkemedelsrester kan komma ut i vår gemensamma yttre miljö på olika sätt, där den absolut viktigaste källan är reningsverken. Efter det att ett läkemedel har administrerats till människa eller djur kommer det att metaboliseras i cellerna. Metabolismen är ofta ofullständig och en stor mängd av läkemedlet passerar genom kroppen och hamnar i urin och avföring för att slutligen nå reningsverken. Det är viktigt att komma ihåg att våra reningsverk inte är konstruerade för att ta hand om dessa, så kallade mikroföroreningar. Dessutom är många av våra läkemedel designade för att tåla biologisk och kemisk nedbrytning. Väl framme i reningsverken går ämnena olika öden till mötes: de kan brytas ner, omvandlas till andra kemiska föreningar eller adsorberas till slammet. Men det finns också en möjlighet att de passerar oförändrade genom reningsverken ut i den akvatiska miljön. I en första kartläggning av läkemedelsrester i Helge å valdes Osby och Kristianstad reningsverk ut som potentiella punktkällor. De båda reningsverken skiljer sig åt i storlek, belastning och konstruktion, t.ex. så ansluter avloppsvattnet från Centralsjukhuset i Kristianstads obehandlat till reningsverket i Kristianstad.

2. Provtagningslokaler och analys

När Helge å rinner ner mot Kristianstad Vattenrike förändras vattnets kemiska karaktär, från humusrikt vatten med låg konduktivitet och lågt pH (Brunkelstorp och Osbysjön, pH 6,3) till högre konduktivitet och högre pH (Hammarsjön, pH 7,8). Våra provplatser valdes ut med denna förändring i åtanke. Brunkelstorp, beläget i trakterna av en mosse strax norr om Osby,

utgjorde den första provplatsen, sedan vidare till Osbysjön där Osby reningsverk (STP) har sitt utlopp, följt av Kristianstad reningsverk, som släpper ut det renade avloppsvattnet till Hammarsjön. Reningsverket ansluter till Hammarsjön via en kanal varifrån vattnet pumpas upp till Hammarsjön, en nödvändig åtgärd eftersom Kristianstad reningsverk ligger under havsnivån! Vid varje provpunkt samlades både vatten- och sedimentprover in, vilka karaktäriserades kemiskt. I reningsverken togs prover på inkommande provvatten momentant (*grab sampling*). I det utgående vattnet togs både 24 h och momentana prover. Provkampanjen pågick under ett par sammanhängande dagar i September 2011. Analysen utfördes med vätskekromatografi kopplad till tandem-masspektrometri.

3. Analyserade läkemedel

Den eller de verksamma substanser som ingår i ett läkemedel utgörs av små till medelstora organiska molekyler med varierande grad av hydrofoba egenskaper, men de kan också vara neutrala eller laddade. För att spegla något av dessa variationer valdes sex vanliga läkemedelsmolekyler ut enligt nedan. Förutom skillnader i kemiska egenskaper baserades valet av molekyler också på farmaceutisk statistik i Skåne, **Tabell 1**.

Atenolol används för att behandla patienter med högt blodtryck. Det ges också i syfte att förebygga behandling av kärlkramp efter hjärtinfarkt som skydd mot en upprepad infarkt. Den kan också användas i vissa typer av arytm. Läkemedlet tillhör gruppen betablockerare.

Bendroflumethiazide har en blodtryckssänkande effekt vilket sannolikt beror på att en del små blodkärl vidgas. Den diuretiska (vätskedrivande) effekten beror på att njurens funktion påverkas, vilket leder till att vätska lämnar kroppen. Bendroflumethiazide förhindrar i vissa fall bildandet av njursten genom att minska kalkhalten i urinen.

Carbamazepine är ett läkemedel mot epilepsi och har kemiskt släktskap med tricykliska antidepressiva medel. Verkningsmekanismen av carbamazepine är inte helt klarlagd.

Diklofenac dämpar inflammation, lindrar smärta och sänker feber. Voltaren, där substansen ingår, tillhör en grupp läkemedel som kallas NSAID (icke-steroida antiinflammatoriska antireumatiska läkemedel).

Furosemide är ett potent diuretikum-läkemedel använt vid ödem, dvs, vätskeansamling i kroppen, som uppkommer vid hjärtsvikt. Läkemedlet kan också användas mot högt blodtryck. I den höga dosen, 500 milligram, kan läkemedlet också användas mot njursvikt.

Oxazepam används mot ångest och sömnlöshet.

4. Mängd såld aktiv substans i Skåne 2011

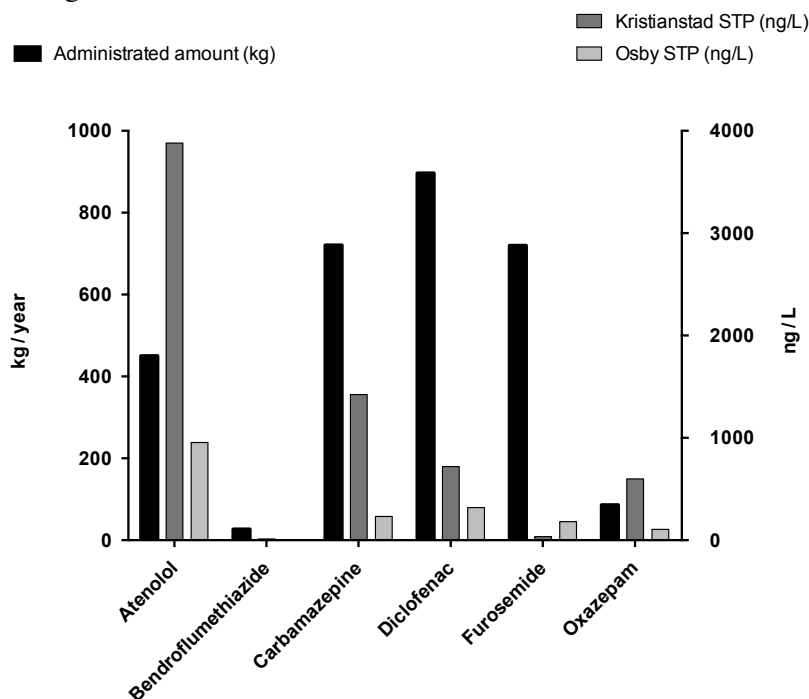
För att kunna jämföra uppmätta halter av läkemedelsrester i det inkommande vattnet i reningsverken med konsumtionen av läkemedel i Skåne togs data fram från Socialstyrelsen och WHO Collaborating Centre for Drug Statistics, **Tabell 1**. Socialstyrelsens statistik beskriver läkemedelskonsumtionen på årsbasis, och har Skåne som minsta enhet. Man kan således inte få fram läkemedels-data på kommunnivå med detta verktyg, vilket hade varit önskvärt. Läkemedel administreras i olika stora doser. Antalet recept är därför inget tillräckligt bra mått när olika läkemedels förbrukning ska beskrivas. Genom att definiera en dygnsdos, DDD, kan man få fram ett mått som bättre beskriver *mängden* förbrukad substans. Baserat på detta kan man beräkna total administrerad mängd läkemedel, **Tabell 1**.

Tabell 1. Konsumtionen av de sex undersökta läkemedlen i Skåne 2011 baserad på statistik från Socialstyrelsen och data från WHO Collaborating Centre for Drug Statistics.

ATC-code	Substance	Number of recepies	Number of DDD	1 DDD (mg)	Consumption (kg/year)
C07AB03	Atenolol	110 985	6 003 685	75	450,3
C03AA01	Bendroflumethiazide	94 470	10 858 173	2,5	27,1
N03AF01	Carbamazepine	39 383	720 960	1000	721,0
M01AB05	Diclofenac	85 089	8 967 462	100	896,7
C03CA01	Furosemide	286 301	17 994 005	40	719,8
N05BA04	Oxazepam	189 850	1 730 691	50	86,5

5. Läkemedelskonsumtion i relation till halten läkemedel i inkommande processvatten

Samtliga undersökta läkemedel kunde detekteras i både Osby och Kristianstad reningsverks inkommande vatten, **Figur 1**. Halterna i Kristianstad reningsverks inkommande vatten var genomgående högre jämfört med Osby reningsverk. En möjlig förklaring till detta skulle kunna vara bidraget av läkemedelsrester från sjukhusets avloppsvatten. Enligt data konsumeras bendroflumethiazide i lägst mängd av samtliga undersökta läkemedel, **Tabell 1**. Det var därmed rimligt att förvänta att bendroflumethiazide skulle återfinnas i lägst halter i det inkommande vattnet, ett antagande som visade sig stämma, **Figur 1**. Men hög konsumtion betydde inte nödvändigtvis att halterna i det inkommande vattnet var höga. Furosemide visade förhållandevis hög konsumtion men åtföljdes av en ganska blygsam koncentration i processvattnet, om man jämför med t.ex diclofenac och carbamazepine. Detta gällde både i Osby och Kristianstad. En tänkbar förklaring är att furosemide metaboliseras i kroppen, eller att substansen bryts ner i större utsträckning än andra substanser på sin väg från källa till reningsverk.



Figur 1. Läkemedelskonsumtion i Skåne 2011 avbildad tillsammans med halten läkemedel i inkommande processvatten från reningsverken i Kristianstad och Osby. Vänster y-axel visar förbrukningen av de sex olika substanserna i Skåne under 2011 angett i kg / år. Höger y-axel visar inkommande vattens halter av läkemedel i Osby respektive Kristianstad reningsverk.

6. Läkemedelsrester återfunna på de undersökta provplatserna

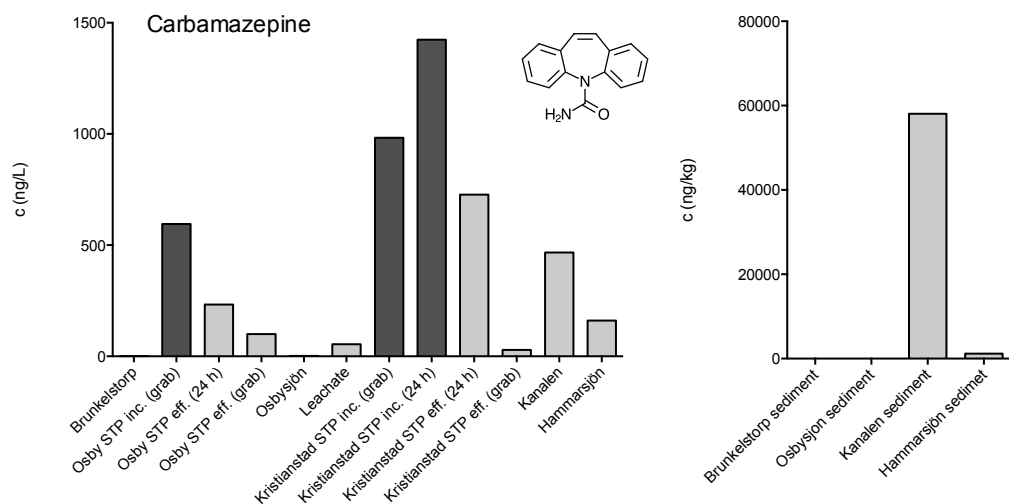
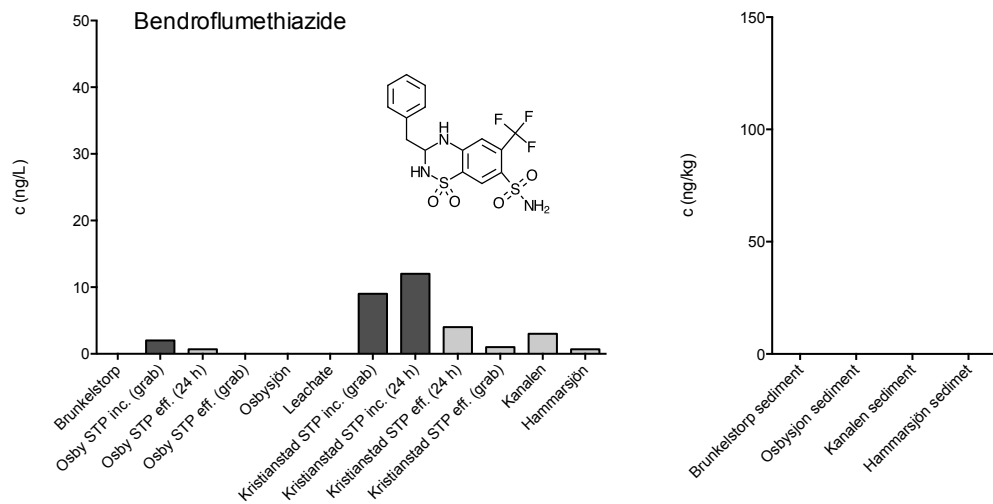
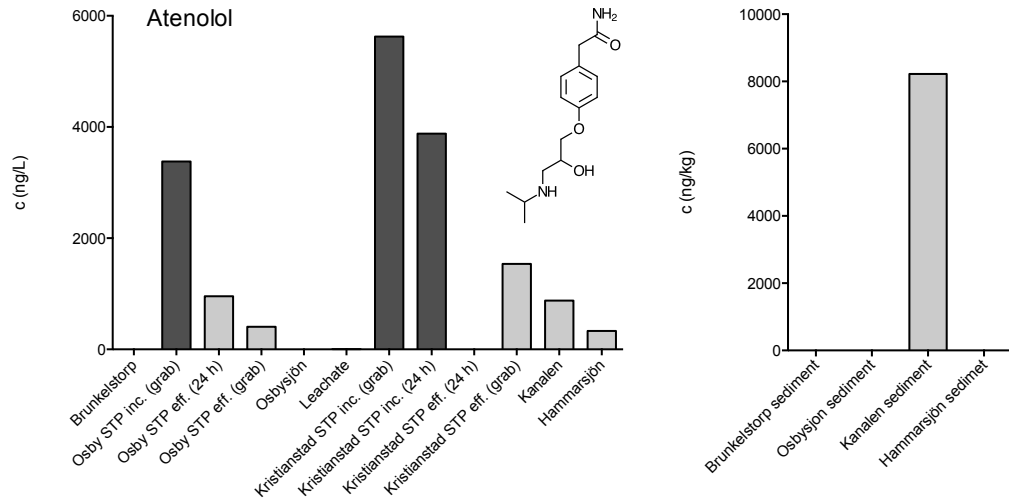
Halterna av samtliga ämnen reducerades i större eller mindre utsträckning efter passage genom reningsverken i både Osby och Kristianstad, **Figur 2** och **Figur 3**. Detta kan bero på såväl nedbrytning som inbindning till slammet under reningsprocessen. I Osbysjöns ytvattenprov kunde inte något av ämnena detekteras, medan det i Hammarsjöns motsvarande prov gick att återfinna samtliga substanser, liksom i den kanal som ansluter reningsverket i Kristianstad till Hammarsjön. Analyserna av sedimentproverna från kanalen visade dessutom höga halter av samtliga läkemedel förutom bendroflumethiazide. En förklaring till att läkemedel återfinns i Hammarsjöns vatten kan vara de höga halterna av läkemedel i den 1500 meter långa kanalens sediment, vilka successivt utsöndras från sedimenten vidare ut till Hammarsjön. Sedimentproverna i kanalen indikerar också att läkemedelssubstanserna kan anrikas, åtminstone under kortare tidsrymder, ute i miljön. Förutsättningarna för nedbrytning av organiska ämnen gynnas generellt sett av god syretillgång och en rik flora av mikroorganismer. I kanalens sediment var den organiska halten hög och de uppmätta syrehalterna mycket låga, vilket indikerar en långsam nedbrytningsprocess. På övriga platser där sedimentprover analyserades hittades sparsamt med läkemedelssubstanser, förutom i Brunkelstorps sedimentprov där furosemide återfanns. I Hammarsjöns sediment återfanns carbamazepine, diklofenac och furosemide, men inte i nivåer som tillnärmelsevis liknade kanalens sedimenthalter.

7. Lakvatten

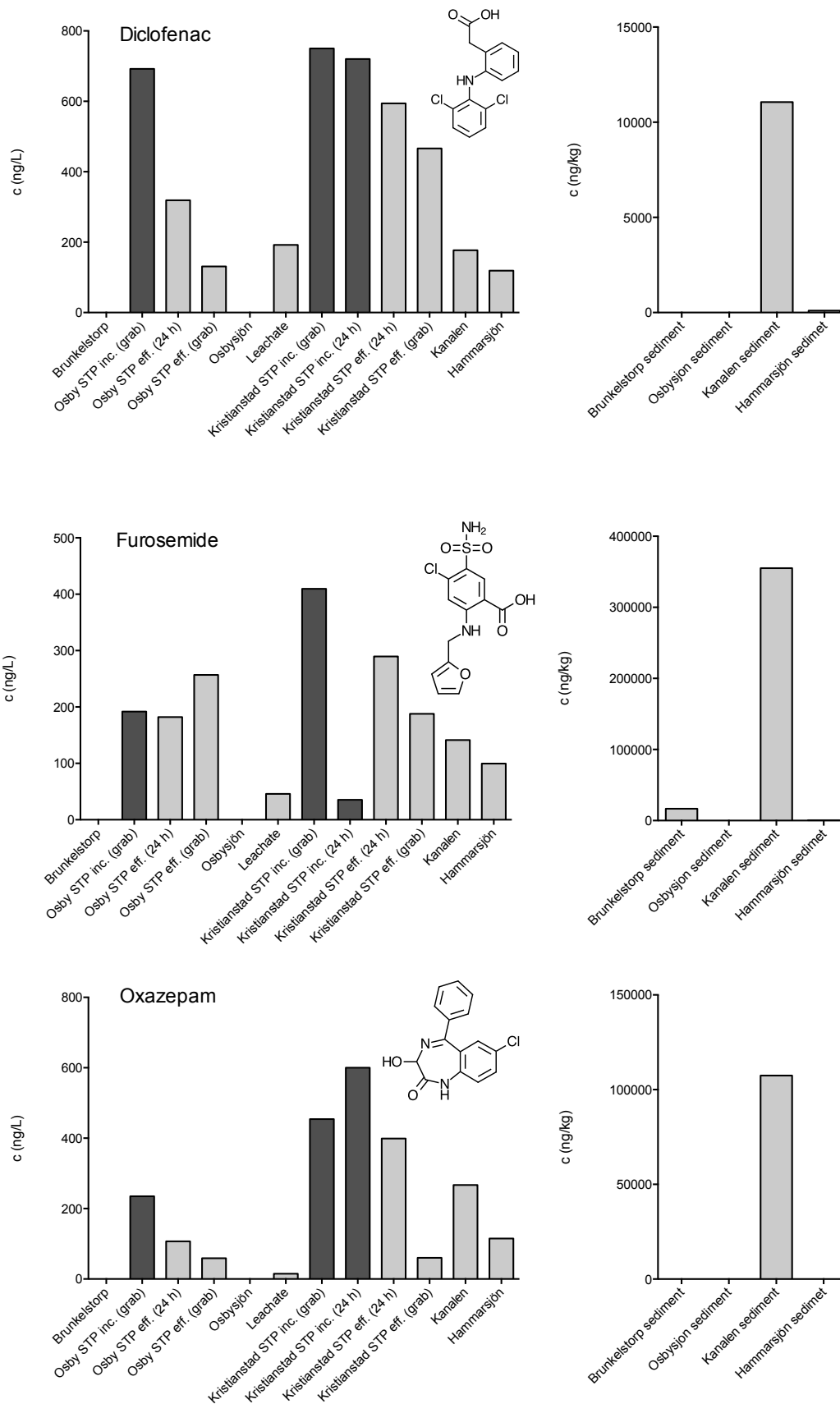
I stapeldiagrammen i **Figur 2** och **Figur 3** återfinns en särskild stapel benämnd *leachate*. Den innehåller information om halter av läkemedelsrester i lakvattnet från Kristianstads nerlagda soptipp, Härlövstippen. Idag pågår det avslutande arbetet med att täcka tippen i syfte att minska infiltrationen av vatten, och därigenom reducera mängden föroreningar som lakas ut till Helge å. I de ursprungliga täckningsplanerna ville Kristianstad kommuns renhållningsbolag (KRAB) täcka tippen med en blandning av slam från reningsverket, aska och grus i en tjocklek av 0,7 till 1,5 meter. Skyddsskiktet skulle bestå av 50 procent slam, 25 procent bioaska och 25 procent gjutgrus. Länsstyrelsen avlog ansökan. Men från sommaren 2000 och framåt hade KRAB i ett försök täckt fem hektar av Härlövstippen med blandningen, vilket lågt räknat skulle innebära att minst 17 500 m³ slam lagts på deponin. I lakvattnet återfann vi fyra av sex analyserade substanser: carbamazepine, furosemide, diklofenac och oxazepam. Noterbart är att halten diclofenac var lika hög i lakvattnet som i kanalvattnet. De uppmätta halterna av läkemedelsrester kan härröra både från äldre deponerat avfall samt från försöket med det nyligen deponerade slammet.

8. Slutsats

Reningsverk är en otvivelaktig källa till de läkemedelsrester som återfinns i vattenmiljöerna i Helge å. Beträffande Hanöbukten så kan det inte uteslutas att Helge å nedströms Hammarsjön innehåller en rad olika läkemedelsrester. I vår mätning återfanns samtliga 6 undersökta substanser i Hammarsjön. Vi föreslår därför att man utvidgar monitoreringen söderut till att även innefatta såväl pelagiala som bentiska prover i Hanöbukten, och att mätningar utförs vid åtminstone två tillfällen under året. Om förhållandena på Hanöbuktens botten liknar de som råder i kanalen, d.v.s. har hög organisk halt med låg syretillgång så kan det inte uteslutas att läkemedelsrester har lagrats in i sedimenten över tid. Till listan av substanser att undersöka skulle vi också vilja addera några olika naturliga hormoner, hormonstörande ämnen, fler läkemedel samt vissa antibiotika för att skapa en så klar bild av situationen som möjligt. Man bör också genomföra en mer nyanserad provtagning i Helge å samt en detaljerad analys av Härlövstippens bidrag till läkemedel i Helge å.



Figur 2. Uppmäta halter av Atenolol, Bendroflumethiazide och Carbamazepine i vattenfas och sediment (torrvikt) på de olika provplatserna.



Figur 3. Uppmätta halter av Bendroflumethiazide, Diklofenac och Oxazepam i vattenfas och sediment (torrvikt) på de olika provplatserna.