



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för energi och teknik



Stiftelsen  
**OLLE  
ENGVIST**  
Byggmästare

# Rening av svårnedbrytbara läkemedelsrester och högfluorerade ämnen (PFAS) i små avlopp

## Populärvetenskaplig sammanfattning

**Sahar S. Dalahmeh**

## **Rening av svårnedbrytbara läkemedelsrester och högfluorerade ämnen (PFAS) i små avlopp (Projekt 2015/20 och 2016/54)**

Sahar Dalahmeh, Institutionen för energi och teknik – Sveriges lantbruksuniversitet

Avloppssystemen är en viktig spridningsväg från samhället till miljön för såväl läkemedel som högfluorerade ämnen. Läkemedel som passerar kroppen eller överblivna mediciner som felaktigt slängs i vattenklosetter, liksom en rad högfluorerade föroreningar (PFAS) som förekommer i hushållet (t.ex. från hushållsprodukter, möbler, kläder, hemelektronik, infrastruktur för vatten och avlopp) når avloppsreningsverken.

I glesbefolkade områden där husen inte är anslutna till kommunala reningsverk är reningen i enskilda och småskaliga avloppsreningsystem (upp till 50 personer) ofta undermålig. De flesta reningsystem består i huvudsak av slamavskiljare och markbädd. Ett stort antal av systemen har dålig funktion p.g.a. ålder och/eller otillräcklig skötsel, och rening av svårnedbrytbara organiska föroreningar saknas i de flesta anläggningar. Två svenska studier under 2016 och 2017 visade att markbäddar och andra småskaliga avloppsanläggningar på ett flertal platser i Sverige släpper ut höga halter av läkemedelsrester, PFAS och andra svårnedbrytbara ämnen. Det finns därför ett stort behov av material som är effektivare än de befintliga markbäddarna för att avlägsna läkemedelsrester och högfluorerade ämnen (PFAS) i småskaliga avloppsvattenanläggningar för att Sverige ska kunna ha friskt vatten, rena sjöar och uppnå miljömålet om giftfri miljö.

Under 2015 och 2016 fick forskare Sahar Dalahmeh vid Institutionen för energi och teknik på Sveriges lantbruksuniversitet medel från Stiftelsen Olle Engkvist Byggmästare för att utveckla en teknik som minskar utsläppen av läkemedelsrester och högfluorerade ämnen (PFAS) till miljön från små och enskilda avloppsanläggningar. Syftet med projektet var att undersöka biokolets förmåga att rena bort svårnedbrytbara läkemedelsrester och högfluorerade ämnen ur avloppsvatten i små och enskilda avloppsreningsystem.

Biokol är en pyrolyserad (upphettnings utan syre) organisk produkt som produceras billigt och lokalt. Grillkol är en typ av biokol! Biokol kännetecknas av hög porositet och stor specifik yta med många olika ytaktiva bindningsplatser. Dessa egenskaper gör biokol lämpligt som material för rening av avloppsvatten, speciellt som det också finns tillgängligt till överkomligt pris.

I detta projekt har vi använt oss av en laborativ storlek på biokolbädd där avloppsvatten renades under sex månader. I studien har vi använt oss av olika behandlingar av biokolfiltret, biokol med och utan biofilm (kluster av bakterier, som gemensamt bildar en slem där bakterierna lever och bryter ner de organiska ämnena) och jämförde deras beteende med rening av läkemedel och PFAS i sandfilter under belastning av 50 L/m<sup>2</sup>dygn. Vi jämförde biokolets reningskapacitet med sand eftersom sandfilter är den vanligaste tekniken för små och enskilda avlopp i Sverige samt i andra länder.

Studien visade att biokolet med och utan biofilm tog bort i genomsnitt 95-99 % av läkemedelsresterna, bland annat karbamazepin (läkemedel mot epilepsi), diklofenak (inflammationshämmare), metoprolol (läkemedel mot högt blodtryck), ranitidin (läkemedel mot saltsyra i magsäcken) och koffein (uppgiggande). Detta var betydligt mer än anläggningar

med markbädd som tog bort 0-69 % av samma läkemedelsrester. Studien visade att biokol band upp karbamazepin och metoprolol på ytan samt att biofilmen renade ytan på biokolet från avloppsvattnets lätt nedbrytbara organiska material. Detta gjorde det möjligt att behålla långvarig rening av läkemedelsrester i biokolfilter med biofilm. Dessutom, biokolet renade ranitidin och koffein effektivt genom antingen adsorption eller biologisk nedbrytning.

Vad gäller högfluorerade ämnen (PFAS), visade biokolet hög reningsgrad (89 och 99 procent) för såväl substanserna PFHpA, PFOA, PFNA, PFHxA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA som FOSA och PFHxS. Biokolet kunde minska halterna av dessa substanser från 1000-3000 ng/L till <10-70ng/L. Rening av PFAS i biokolet skedde mest via adsorption vilken innebär att de PFAS-ämnen som var lösta i avloppsvattnet fastnade på ytan av biokolet. Ovanstående substanser innehåller många fluorerade kolgrupper (kallas också lång fluorerad kolkedja) som lätt fastnar i organiska ytor och därför fastnade de i biokolfiltret. Biokolet som designades för adsorption adsorberade olika mängd av olika substanser beroende på kolkedjelängd och funktionella grupper (t.ex. karboxylat och sulfonat). Till exempel, på ett gram biokol fastnade 168 nanogram av PFOA (8 kolkedjor och funktionell grupp karboxylat) medan på ett gram biokol fastnade 119 nanogram av PFOS (8 kolkedjor och funktionell grupp sulfonat). De PFAS-substanser som har 4-6 fluorerade kolkedjor (som PFBA, PFPeA, PFHxA) är mer lösta i vatten så biokolet kunde inte separera dem helt från avloppsvattnet. Därför nådde biokolet en reningsgrad på 28-45 procent för PFBA, PFPeA, PFHxA. Biokolfilter med biofilm visade låg reningsgrad (15-50 procent) för de flesta PFAS-ämnen som studerades i studien p.g.a att högfluorerade ämnen är persistenta och mikroorganismer kan inte bryta ner dessa.

Sammanfattningsvis är biokol ett lovande filtermedium för små och enskilda avloppsanläggningar, speciellt för persistenta läkemedelsrester som karbamazepin och metoprolol och de högfluorerade ämnena PFHpA, PFOA, PFNA, PFHxA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, FOSA och PFHxS. Det finns ett stort behov av att undersöka långsiktig reningskapacitet av biokolfilter samt att undersöka reningskapacitet i pilotanläggningar för avloppsvattenrening i full skala.

Resultaten av dessa projekt har redan publicerats i en vetenskaplig artikel, konferensartikel och manuskript.

- 1- Dalahmeh, S., Ahrens, L., Gros, M., Wiberg, K., Pell, M. 2017. Potential of biochar filters for onsite sewage treatment: Adsorption and biological degradation of pharmaceuticals in laboratory filters with active, inactive and no biofilm. *Sci Total Environ*, 612, 192-201.
- 2- Dalahmeh, S., Ziq, S., Ahrens, L. (Manuscript). Behavior of biochar filters in adsorption and degradation of PFAS in active, inactive and no biofilm filters.
- 3- Dalahmeh S. Biochar efficiently removes recalcitrant pharmaceuticals from wastewater. 2017. International IWA conference on sustainable solutions for small water and wastewater treatment systems. 22-26 October 2017, Nantes - France. Book of proceeding. pp.476-481.