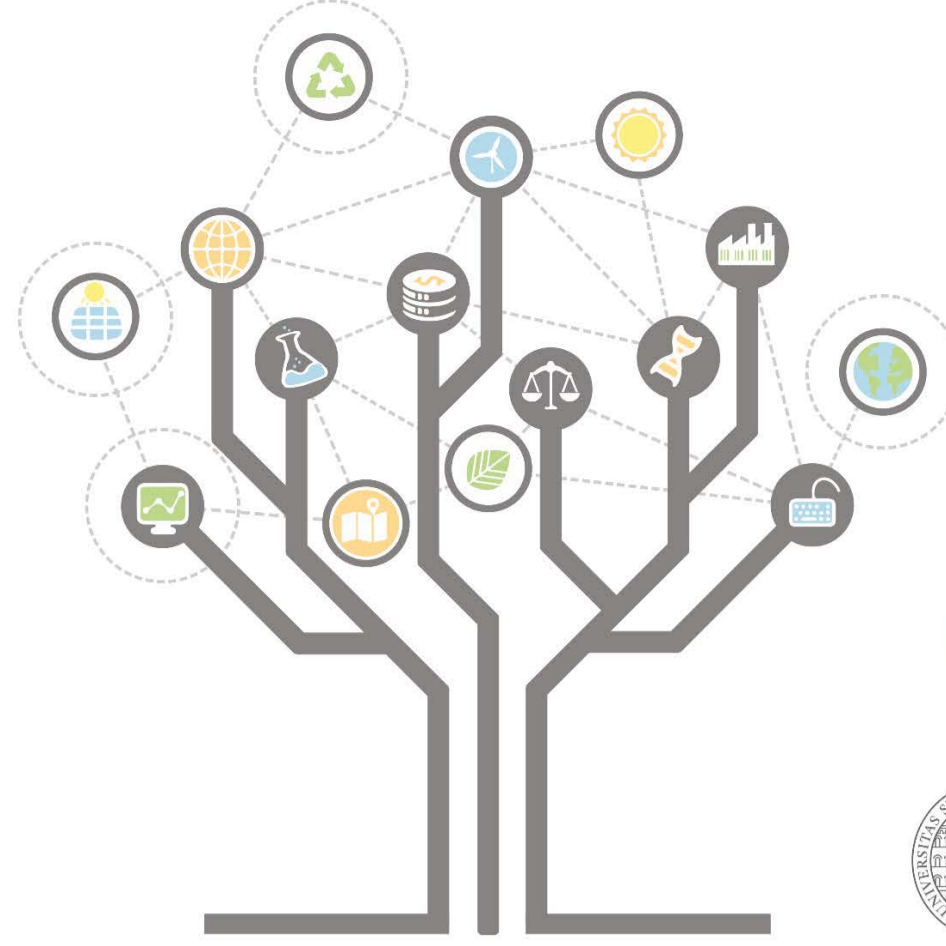


# 2. dan karijera u inženjerstvu okoliša

VARAŽDIN  
10.12.2020.



Završni rad

## REZIDUALNI ANTIBIOTICI U OTPADNIM VODAMA KAO SANITARNI PROBLEM OKOLIŠA

autorica: **Monika Zelenbrz**

mentorica: **doc.dr.sc. Jelena Loborec** ; komentorica: **dr.sc. Dragana Dogančić**

Varaždin, 2020/21



### SAŽETAK

U ovom radu obrađen je problem prisutnosti antibiotika u otpadnim vodama te njihov utjecaj na okoliš. Izvori antibiotika u okolišu su mnogobrojni, ali najveći udio je iz područja dvije medicine: ljudske i veterinarske. Prisutni su u svim vodnim medijima kao što su otpadne, površinske, podzemne vode ili pak morski okoliš. Iako se pročišćavanje otpadnih voda odvija po točno određenim metodama i uputama, nažalost, dio antibiotika i dalje je prisutan u pročišćenoj vodi koja se upotrebljava u poljoprivredi ili za uzgoj životinja te dopire u okoliš i djeluje na živi svijet.

### UVOD

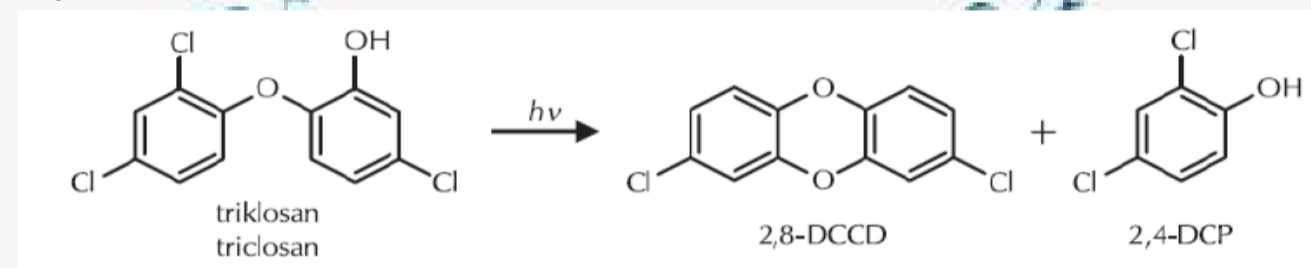
Uznapredovali razvoj određenih industrija kao što su npr. poljoprivredna ili kemijska odgovorni su za onečišćenje površinskih i podzemnih voda. Kao veliki problem na globalnoj razini u današnje vrijeme ističe se sve veća prisutnost lijekova u okolišu, odnosno antibiotika u otpadnim vodama. Antibiotici su lijekovi koji se koriste za liječenje zaraznih bolesti uzrokovanih bakterijama te spadaju u opasni otpad i moraju biti posebno skladišteni i obrađeni, u protivnom predstavljaju ekološku opasnost.

### FARMACEUTICI

Farmaceutici su grupa lijekova koji obuhvaćaju terapijske lijekove koje koriste ljudi prilikom liječenja, zatim veterinarski lijekovi i razni dodatci prehrani. Ovisno o strukturi, utjecaj farmaceutika na okoliš je raznolik. Oni pripadaju skupini novijih tvari koje onečišćavaju okoliš i negativno utječu na ekosustav. Najzastupljeniji farmaceutici koji se pojavljuju u okolišu su antibiotici, steroidi i hormoni, kemoterapeutici, diuretici, antiepileptici, anestetici, betablokatori i regulatori masnoća.

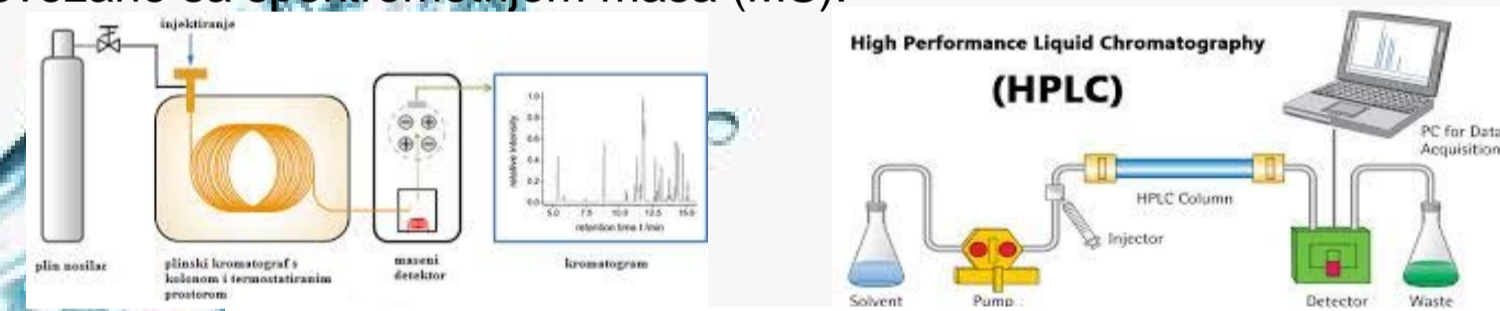
### ANTIBIOTICI

Antibiotici su kemijsko terapijska sredstva koja imaju vrlo raznoliku primjenu u liječenju ljudi i životinja, a služe za inhibiranje rasta i razvoja mikroorganizama tj. bakterija. Od mogućih farmaceutika, za okoliš su vrlo zabrinjavajući antibiotici koji pokazuju ogromnu otpornost na procese razgradnje koji se odvijaju u prijamnicima i objektima za obradu otpadnih voda. Dakle, u vodnom sustavu dolazi do povećanja rezistentnosti obzirom da su bakterije u vodama stalno izložene antibioticima. Tijekom određenih kemijskih reakcija u kojima sudjeluju antibiotici nastaju spojevi toksičniji od početne molekule.



Slika 2. Fotokemijska reakcija molekule triklosana

Obzirom da su vrlo često detektirani u pogonima koji se koriste za pročišćavanje otpadnih voda upitno je i koliko se oni zaista mogu procesima pročišćavanja izdvojiti iz otpadnih voda. Njihovo prisustvo uzrokuje razne poremećaje fizioloških procesa te reproduktivnih funkcija organizama u okolišu. Uzrokuju nastanak rezistentnih bakterija, a negativno utječu i na vodene organizme. Ističe se da je vrlo učinkovito, ali i ekološko prihvatljivo, zbrinjavanje farmaceutika koji nisu iskorišteni metodom spaljivanja. Odlaganjem na mjesta predviđena za otpad stvara se opasnost da farmaceutski spojevi tijekom godina dospiju u procjedne vode odlagališta. U Republici Hrvatskoj postoji mogućnost vraćanja neiskorištenih farmaceutika ljekarnama koji se zbrinjava sukladno Pravilniku o gospodarenju medicinskim otpadom. Za otkrivanje farmaceutika, odnosno antibiotika, primjenjuju se plinska kromatografija (GC) i tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti (HPLC) povezane sa spektrometrijom masa (MS).

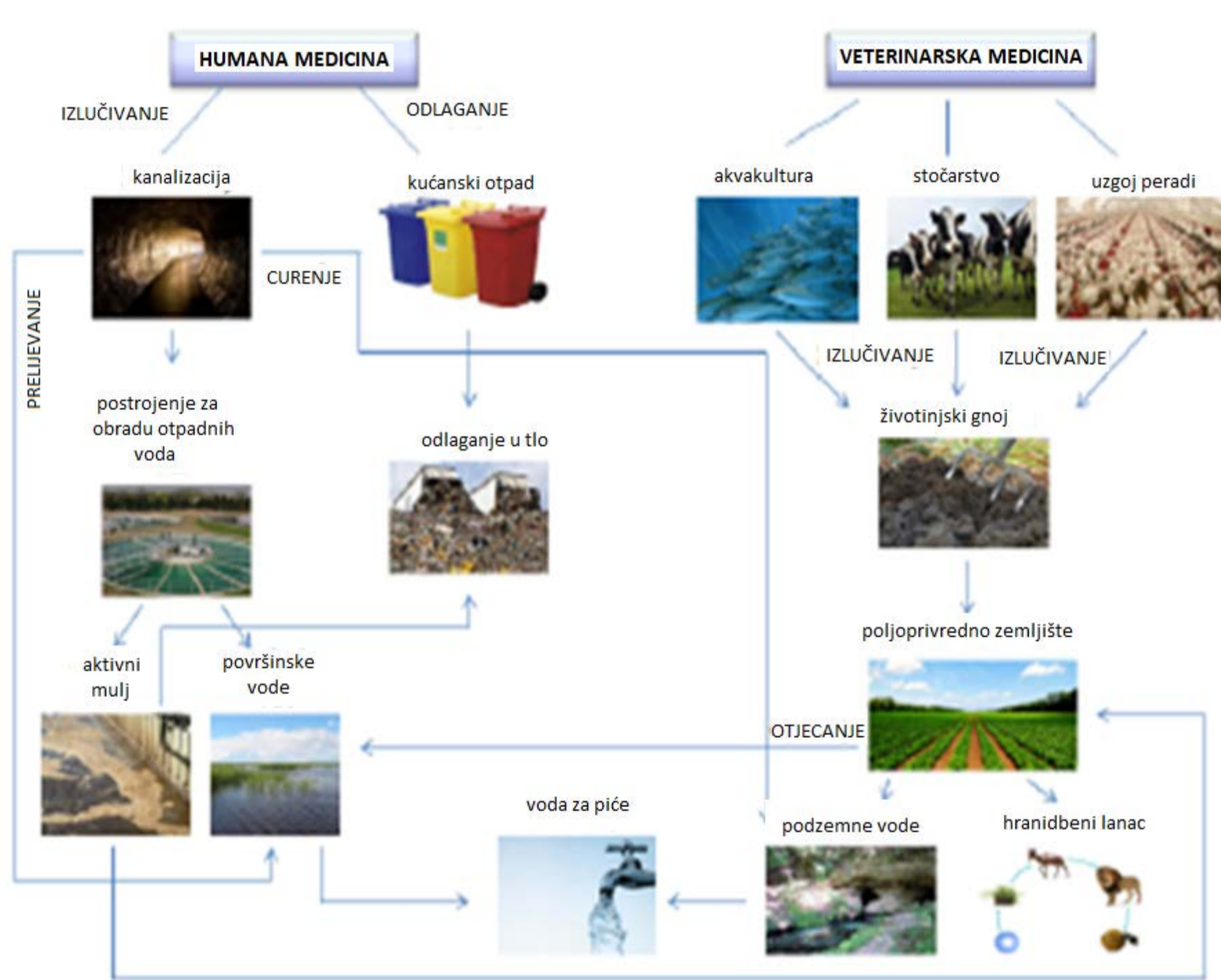


Slika 3. Metode detektiranja antibiotika u vodama

### PRIMJERI ONEČIŠĆENJA OKOLIŠA ANTIBIOTICIMA

**Rijeka Sava** - većim dijelom otpadne vode hrvatskih farmaceutskih industrija dopire u Savu, detektirane su visoke koncentracije antibiotika među kojima se ističu makrolidni antibiotici, osobito azitromicin. Tijekom uzimanja uzoraka u proljeće i u zimu koncentracija azitromicina dosegla je razinu od 4 mg/L što je otprilike dvaput više u odnosu na razdoblje kada se antibiotik unosi u organizam.

**Svjetske rijeke** - u određenim rijekama koncentracija prešla dozvoljenu razinu i to čak i do 300 puta (npr. koncentracija antibiotika metronidazol koji se koristi u terapiji anaerobnih bakterijskih infekcija kože, usta ili crijeva u rijekama Bangladeša). Kao najonečišćenije područje Europe istaknuto je jedno mjesto na području Austrije.



Slika 1. Načini dospjeća farmaceutika u okoliš

### ZAKLJUČAK

Onečišćenje okoliša antibioticima jest problem globalne razine koji je rasprostranjen u površinskim, podzemnim, ali i pitkim vodama. Pročišćavanje otpadnih voda i uklanjanje antibiotika iz okoliša može se učiniti na nekoliko načina, a uspješnost ovisi o uvjetima u kojima se antibiotici nalaze te o njihovoj kemijskoj strukturi. Kao problem kojem bi se u budućnosti trebalo posvetiti jest reguliranje zakonodavstva kojim bi se točno limitiralo ispuštanje antibiotika, koje bi odredilo koncentracije koje smiju biti prisutne u svim vrstama voda.



STJECANJE KLJUČNIH PRAKTIČNIH VJEŠTINA U PODRUČJU INŽENJERSTVA OKOLIŠA



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.