


# **ЗАГАЂУЈУЋЕ МАТЕРИЈЕ У ГРАДСКИМ ОТПАДНИМ ВОДАМА: Фармацеутски производи**

др Анита Леовац Маћерак, др Весна Пешић



**ВРСТЕ И ПРИСУСТВО У  
ГРАДСКИМ ОТПАДНИМ  
ВОДАМА**

**ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА**

**АНТИМИКРОБНА РЕЗИСТЕНЦИЈА**

**РЕКУПЕРАЦИЈА (РЕЦИКЛАЖА)  
ФАРМАЦЕУТСКИ АКТИВНИХ  
САСТОЈАКА**

**УНАПРЕЂЕНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ  
УКЛАЊАЊА**

**АНАЛИЗА И ДЕТЕКЦИЈА**



# 1. УВОД

- Лечење
- Дијагностика
- Превенција болести
- Повећане концентрације у површинским, подземним водама, приобаљу, па и води за пиће.
- Главни начини доспевања: комуналне отпадне воде и неадекватно складиштење и уништавање лекова.



**4000 biološki  
aktivnih  
jedinjenja u  
farmaceutskim  
preparatima**

**biološka aktivnost**

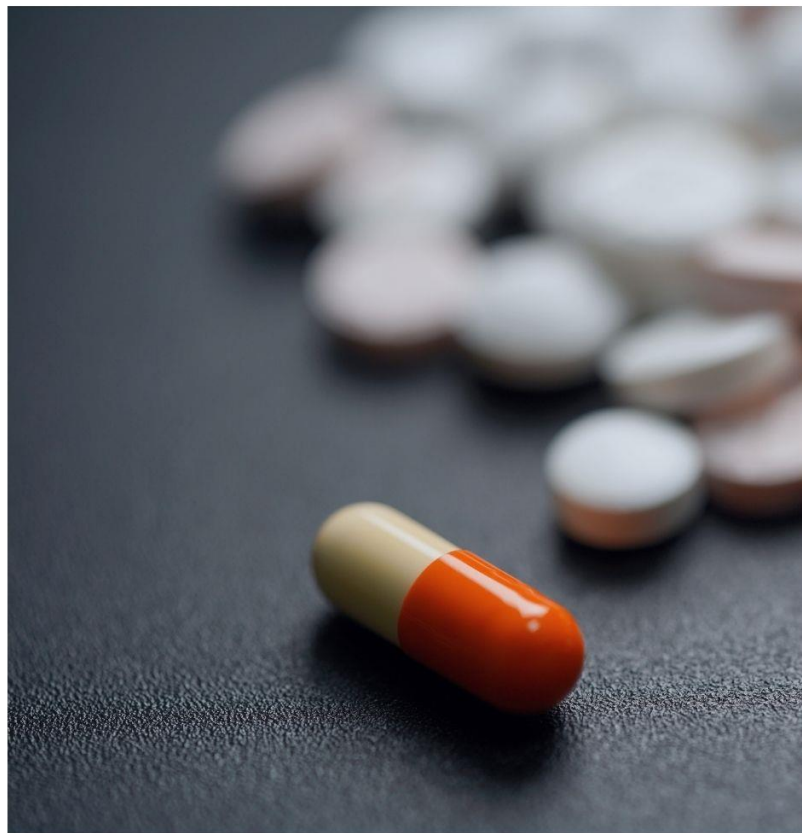
**rastvorljivost u vodi**

**nebiodegradabilnost**

Регулисање садржаја активних супстанци садржаних у фармацеутским производима:

1. ограничавање њиховог садржаја у отпадним токовима (узимају се у обзир фазе животног циклуса фармацеутских производа од сакупљања и одлагања до третмана отпадних вода и њихове поновне употребе) и

2. стандарда квалитета животне.



Традиционална решења “на крају цеви” замењена децентрализованијим приступом третирања одабраних токова отпадних вода на ефикаснији и економски исплативији начин.

Холистички приступ управљању водом и отпадним водама, подразумева и смањење укупних емисија отпадних вода поновним коришћењем пречишћене отпадне воде окренутих ка стратегијама “нула испуштања” (**енг. zero-discharge**) или **смањења производње отпада** и трошкова његовог **одлагања**.



## **2. ВРСТЕ И ПРИСУСТВО ФАРМАЦЕУТСКИХ ЈЕДИЊЕЊА У ГРАДСКИМ ОТПАДНИМ ВОДАМА**

**Хемијски и/или метаболички стабилни фармацеутици су они производи код којих се до 90% активног састојка излучује или “испере” у оригиналном облику.**

**Према НОРМАН - емергентни полутанти који нису обухваћени рутинским мониторинг програмима на европском нивоу, али су потенцијални кандидати за будуће регулативе у области вода.**

# ПРИСУСТВО У ОТПАДНИМ ВОДАМА

## Цитостатици (антинеопластици)

намењени да убијају ћелије које се прекомерно умножавају, као што су ћелије канцера; поседују генотоксична, мутагена, канцерогена, тератогена, фетотоксична својства, а у урину може да се нађе од 14-53% примењеног лека.

## Опијатни и опијатопанси

кофеин и опијатски лекови (морфијум, кодеин и трамадол) често су детектовани у инфлуентима и ефлуентима ППОВ

## Антивирусни и сродни лекови

лекови који се најчешће користе у лечењу COVID -19 су фавипиравир, лопинавир, рибавирин, ремдесивир (антивирусни лекови), хидроксицхлорокин, цхлорокин (антипротозоални лекови), ивермектин (антипаразитни лекови), азитромицин (антибиотик) и дексаметазон (глюкокортикоиди).

## Нестероидни-антиинфламаторни лекови (НСАИЛ)

аналгетици (лекови против болова) и антипиретици (лекови против повишене температуре); пет најчешће коришћених НСАИЛ су ацетаминофен, кетопрофен, напроксен, ибупрофен и диклофенак.

квалитетних података мониторинга.

## Антибиотици

природни или синтетички, који поседују селективна токсична својства према бактеријама или другим једноћелијским микроорганизмима; укључују једињења из групе пеницилина, тетрациклина, макролида, хинолона и сулфонамида.

## β-блокатори

лечење хипертензије (повишеног крвног притиска), срчане дисфункције, ангине пекторис, мигрене и аритимије; пронађена у воденој средини због мале способности сорпције и повишене биоразградивости; Атенолол, метопролол, пропранолол су детектовани у отпадним водама, у концентрацији до 1 mg/l.

припада групи ендокрино-дисруптивних једињења; Најпознатији природни естрогени код жена су присутни као коњуговани естрогени у урину и фецесу, укључујући Е1, Е2 и естриол (Е3), као и синтетички етинилестрадиол (ЕЕ2).



## Естрогени

## Антиконвулзиви

познати и као антиепилептички лекови, су група лекова који се користе за лечење епилепсије, неуралгије и других менталних поремећаја; карбамазепин, габапентин и прегабалин

## Регулатори липида

супстанце које се користе за смањење нивоа триглицерида и липопротеина мале густине (ЛДЛ) и повећање нивоа липопротеина велике густине (ХДЛ) у крви. Постоје три групе регулатора липида: деривати фибричне киселине (или фибрати), статини и ниацин.

## Антидијабетици

метформин (Н,Н-диметилглибванид) у лечењу дијабетеса типа II

## Антидепресиви

лечење депресије и анксиозности; сертралин, карбамазепин, флуоксетин, циталопрам су детектовани до 7000 ng/l у инфлуентима, односно до 5000 ng/l у ефлуентима





# ПРИСУСТВО У МУЉЕВИМА

У 2022. години, око 11 милиона тона суве материје муља настало је у ЕУ.

➢40% муља ће се корисити у пољопривредне сврхе.

➢Директива ЕУ 86/278/ЕЕС о заштити животне средине

➢Дејство ниских концентрација лекова на усеве и присуство мултирезистентних патогена

## Нетретирани муљ: примарни и секундарни

антимикробни лекови >антибиотици > НСАИЛ > антидепресиви > антидијабетици (1000 -21000 ng/g)

Триклокарбан, ципрофлоксацин, диклофенак, ибупрофен и ацетилсалицилна Киселина, карбамазепин

## Стабилисани муљ – анаеробни или аеробни

У дигестираном муљу присуство лекова који се налазе у примарном/секундарном муљу (антибиотици, НСАИЛ, антиепилептици и антидепресиви)

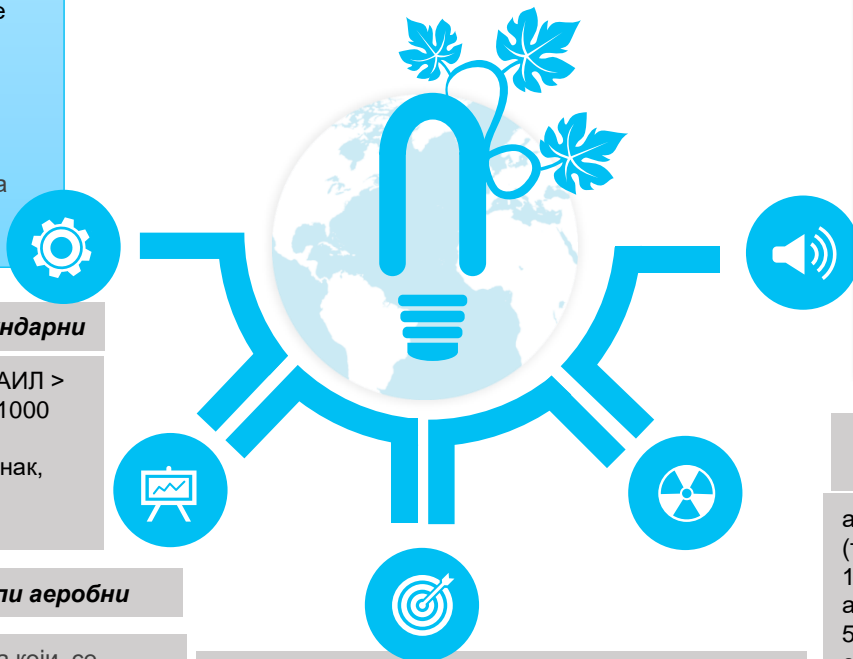
## Финални производ: суви или компостирани муљ.

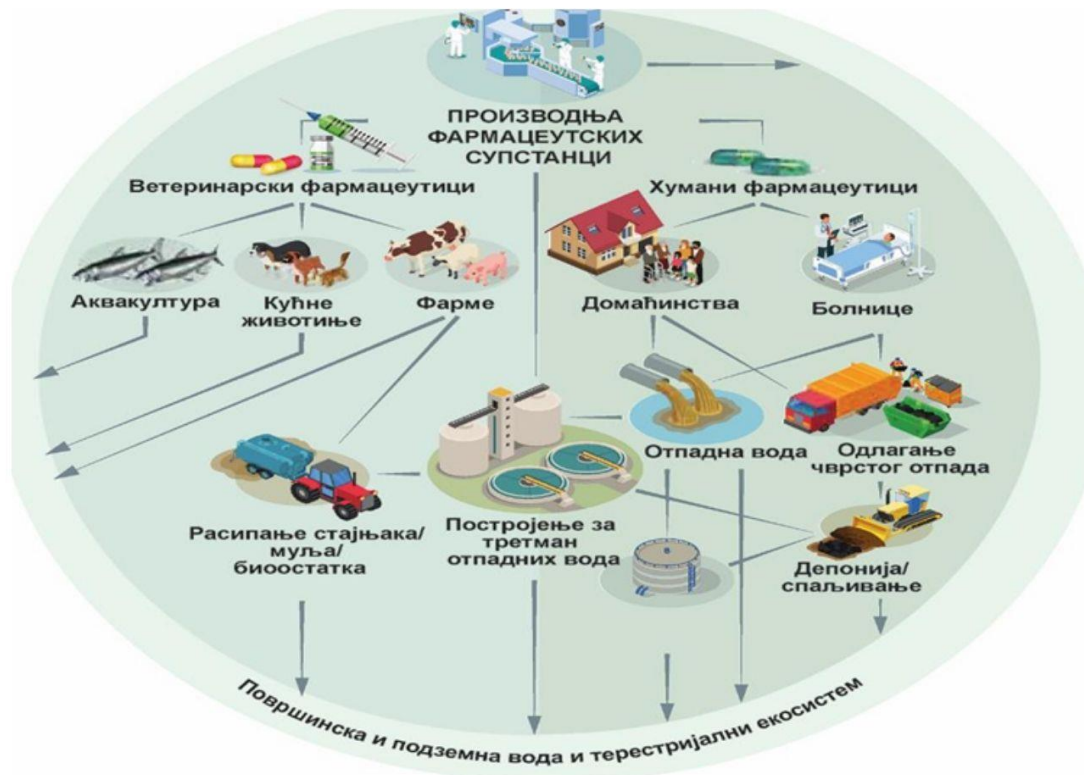
Смањење концентрација лекова услед сушења, сазревања, компостирања услед фотодеградације, минерализације, мешања са другоим производима.

У муљевима након пандемије COVID-19, идентификоване укупне концентрације фармацеутских једињења кретале су се од 280 до 4 898 mg/kg суве материје. Доминантна терапијска класа били су аналгетици и антиинфламатори (49%), а затим антибиотици (31%). Кларитромицин и азитромицин су били најзаступљенија једињења, са концентрацијом од 1 496 mg/kg суве материје. Идентификован је пораст садржаја опојних дрога и антидепресива у муљевима у току пандемије COVID-19.

## Појава фармацеутика у земљишту након nanoшења муља

антимикробна средства (триклосан и триклокарбан) у опсегу 1200-3 000 ng/g суве материје и антибиотици (флуорохинолони) у опсегу 50-550 ng/g суве материје; окситетрациклин (100,9 ng/g суве материје), тетрациклин (63,8 ng/g суве материје) и сулфаметоксазол (47,9 ng/g суве материје).





Слика 1. Могући извори и путеви емисије фармацеутика у животну средину (OECD 2019)

## 3. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА О ФАРМАЦЕУТСКИМ ЈЕДИЊЕЊИМА У ВОДЕНОЈ СРЕДИНИ

Дозвољене концентрације за испуштање фармацеутика у акватичне системе нису још увек законски регулисане (ефикасност постројења за пречишћавање отпадних вода процењена као проценат уклањања полутаната на улазу и излазу постројења).

Тренутно, Светска здравствена организација сматра да фармацеутици пронађени у ниским концентрацијама не представљају опасност по људско здравље (подаци о дугорочном излагању фармацеутским полутантима).

Симултани утицај више фармацеутских једињења на акватичне организме још није у потпуности истражен.

- Директива 2000/60/ЕС Европског парламента и Савета од 23. октобра 2000. год. о успостављању оквира за деловање Заједнице у области политике вода: АНЕКС VIII: Индикативна листа главних микрополутаната
- ДИРЕКТИВА 2013/39/ЕУ ЕВРОПСКОГ ПАРЛАМЕНТА И САВЕТА од 12. августа 2013. године о изменама и допунама Директива 2000/60/ЕС и 2008/105/ЕС у погледу приоритетних супстанци у области водне политике:
  - Члан 8б: "Листа за праћење"
  - Прва листа за праћење усвојена 2015. године у Одлуци 2015/495 укључивала је следеће хемикалије:
    1. природни хормон естрон (Е1);
    2. три (макролидна) антибиотика;
    3. неколико пестицида;
    4. УВ филтер (хемикалија која спречава продор УВ светлости, као што се користи у кремама за сунчање);
    5. антиоксиданс који се користи као додатак храни.
- Листа за праћење је иновирана 2018. па потом 2020. и 2022.

Watch list of substances for Union-wide monitoring as set out in Article 8b of Directive 2008/105/EC

Name of substance/group of substances	CAS number <sup>(1)</sup>	EU number <sup>(2)</sup>	Indicative analytical method <sup>(3)</sup> · <sup>(4)</sup>	Maximum acceptable method detection or quantification limit (ng/l)
Sulfamethoxazole <sup>(5)</sup>	723-46-6	211-963-3	SPE-LC-MS-MS	100 <sup>(11)</sup>
Trimethoprim <sup>(5)</sup>	738-70-5	212-006-2	SPE-LC-MS-MS	100 <sup>(11)</sup>
Venlafaxine and O-desmethylvenlafaxine <sup>(5)</sup>	93413-69-5 93413-62-8	618-944-2 700-516-2	SPE-LC-MS-MS	6 <sup>(11)</sup>
<i>Azole compounds</i> <sup>(5)</sup>			SPE-LC-MS-MS	
Clotrimazole	23593-75-1	245-764-8		20 <sup>(11)</sup>
Fluconazole	86386-73-4	627-806-0		250 <sup>(11)</sup>
Imazalil	35554-44-0	252-615-0		800 <sup>(11)</sup>
Ipriconazole	125225-28-7	603-038-1		44 <sup>(11)</sup>
Metconazole	125116-23-6	603-031-3		29 <sup>(11)</sup>
Miconazole	22916-47-8	245-324-5		200 <sup>(11)</sup>
Penconazole	66246-88-6	266-275-6		1 700 <sup>(11)</sup>
Prochloraz	67747-09-5	266-994-5		161 <sup>(11)</sup>
Tebuconazole	107534-96-3	403-640-2		240 <sup>(11)</sup>
Tetraconazole	112281-77-3	407-760-6		1 900 <sup>(11)</sup>
Dimoxystrobin	149961-52-4	604-712-8	SPE-LC-MS-MS	32 <sup>(11)</sup>
Azoxystrobin <sup>(5)</sup>	131860-33-8	603-524-3		200 <sup>(12)</sup>
Famoxadone	131807-57-3	603-520-1	SPE-LC-MS-MS	8,5 <sup>(11)</sup>
Diflufenican	83164-33-4	617-446-2	SPE-LC-MS-MS	10 <sup>(12)</sup>
Fipronil	120068-37-3	424-610-5	SPE-HPLC-MS-MS	0,77 <sup>(12)</sup>
Clindamycin	18323-44-9	242-209-1	SPE-LC-MS-MS	44 <sup>(12)</sup>
Ofloxacin	82419-36-1	680-263-1	SPE-UPLC-MS-MS	26 <sup>(12)</sup>
Metformin and Guanyldurea <sup>(5)</sup>	657-24-9 141-83-3	211-517-8 205-504-6	SPE-LC-MS-MS	156 000 <sup>(12)</sup> 100 000 <sup>(12)</sup>
<i>Sunscreen agents</i> <sup>(13)</sup>				
Butyl methoxydibenzoyl-methane	70356-09-1	274-581-6	SPE-LC-MS-MS/ESI	3 000 <sup>(12)</sup>
Octocrylene	6197-30-4	228-250-8		266 <sup>(12)</sup>
Benzophenone-3	131-57-7	205-031-5		670 <sup>(12)</sup>

# Регулациона тела

01

Европски  
стратешки  
приступ о  
фармацеутским  
производима у  
животној  
средини

02

OSPAR  
конвенција

03

Глобална  
коалиција  
за воде

04

USEPA

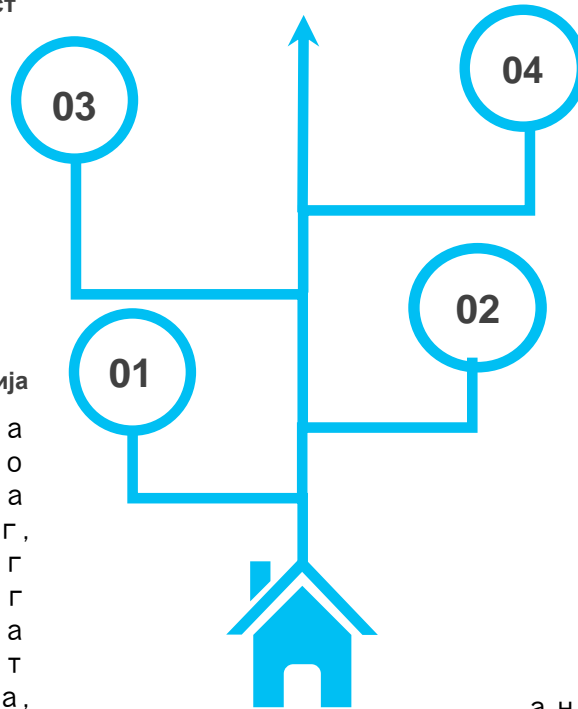
# Антимикробна резистенција

## Изложеност

Људи су бактеријама из животне средине и генима отпорним на антибиотике изложени кроз воду за пиће, потрошњу хране или кроз директан контакт са околином.

## Дефиниција

Антимикробна супстанца је било која супстанца природног, полусинтетичког или синтетичког порекла која убија или инхибира раст микроорганизама, као што су бактерије, вируси, протозое и гљивице



## Концентрације

концентрације антибиотика у већини ефлуената, површинској води и околином земљишту могу бити 1000 пута ниже од доза које се користе у клиници или концентрација детектованих у индустријском ефлуенту. Та контаминација ниском



## Врсте

концентрацијом је од антимикробне значајности се користе у облику фармацијских лекова као што су антибиотици, антивалидсони деривати и андифунгици или хемикластици који





Бактерије резистентне и  
нерезистентне на лекове  
налазе се у телу

 бактерије резистентне на лекове  
 нерезистентне бактерије

Антибиотици убијају  
нерезистентне бактерије у  
телу, стварајући идеалну  
околину за доминацију  
преосталих резистентних  
бактерија

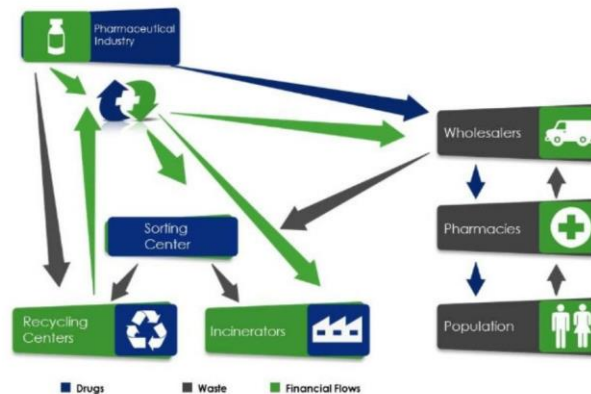
Током репликације и  
преноса гена,  
резистентне бактерије  
могу доминирати и  
изазвати нову  
инфекцију.



## 5. РЕЦИКЛАЖА (РЕКУПЕРАЦИЈА) ФАРМАЦЕУТСКИ АКТИВНИХ САСТОЈАКА



Компанија VALORMED (Португал) се бави управљањем фармацеутског отпада. Фармацеутски отпад се шаље у центре за сортирање, где се усмерава у центре за рециклажу или поврат енергије.



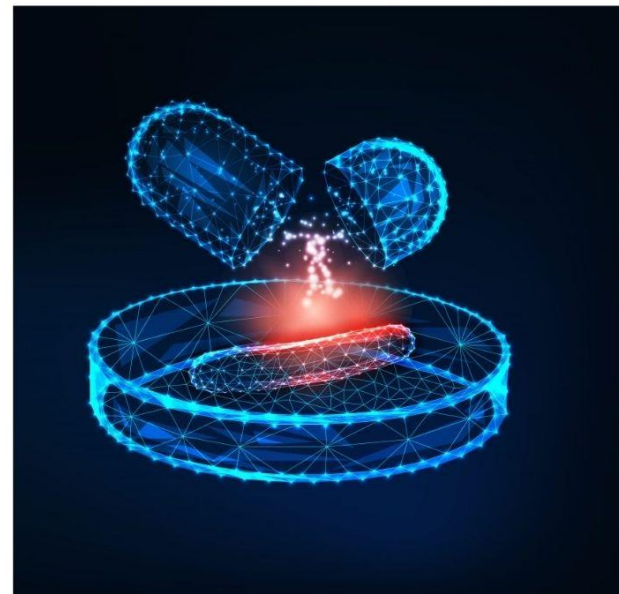
<https://www.valormed.pt/paginas/16/about-us>

## 5. РЕЦИКЛАЖА (РЕКУПЕРАЦИЈА) ФАРМАЦЕУТСКИ АКТИВНИХ САСТОЈАКА

Концепти **одрживости** и **зелене хемије** наглашавају важност разматрања сваке фазе која обухвата животни циклус једињења да би се идентификовале могућности за управљање и смањење потенцијала ризика.

Јодирани контрастни медији (ICM) се не метаболишу, доспевају директно у земљиште и могу да се везују применом неког порозног филтерског материјала

У фокусу најновијих истраживања је испитивање концепта рециклаже лека обнављањем активних фармацеутских састојака из неискоришћених таблета и капсула.



## 6. УНАПРЕЂЕНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ УКЛАЊАЊА ФАРМАЦЕУТСКИХ ЈЕДИЊЕЊА

Технологије које су технички изводљиве на индустријској скали:



Лако оперативне, високе ефикасности уклањања > 80%

потреба за пост-третманом, накнадно пречишћавање; адсорпција је корисна јер не ствара нуспроизводе.

Степен пречишћавања зависи од концентрације полутанта као и врсте примењене технологије.

Микрополутанти високе поларности, као што је велики део фармацеутских производа, могу се уклонити биолошком деградацијом и минерализацијом коју постижу специфични микроорганизми.

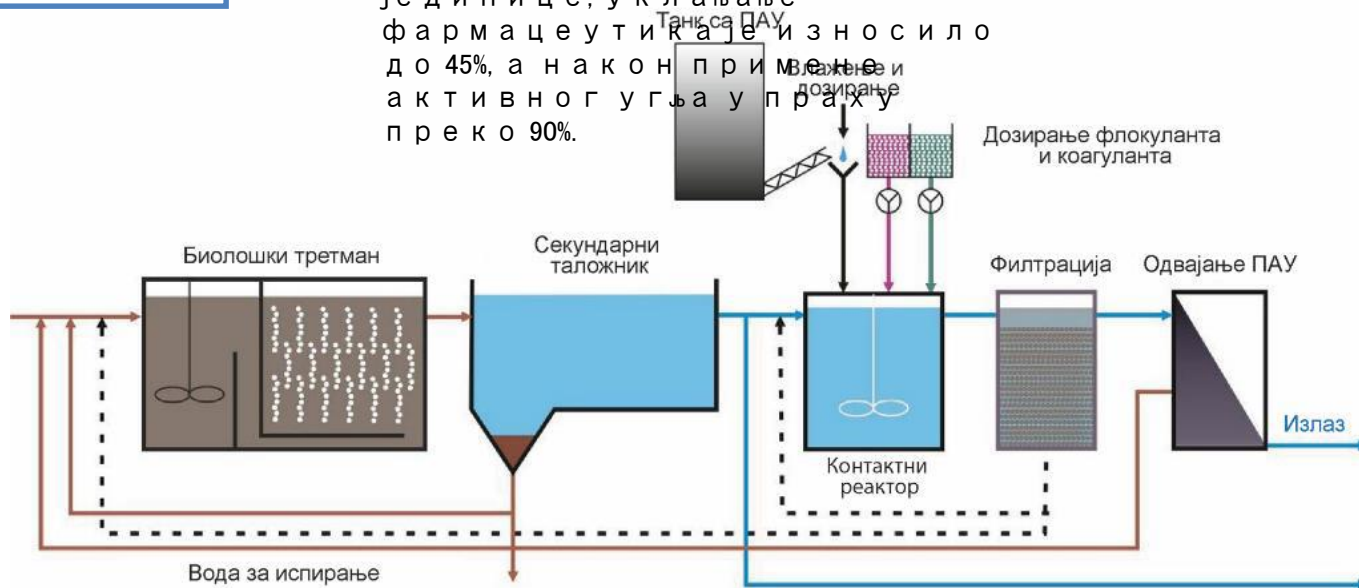
## ПАУ третман

- једноstepени, конвенционални механичко-биолошки пречистач
- има уграђену ПАУ јединицу након секундарног таложника
- пре инсталирања ПАУ јединице, уклањање фармацевтике је износило до 45%, а након примена ПАУ јединице и дозирања преко 90%.

**55 000 EC**

проток 450-720 l/s

3 милиона m<sup>3</sup>/год



Шема ППОВ у Липевербанду, Немачка

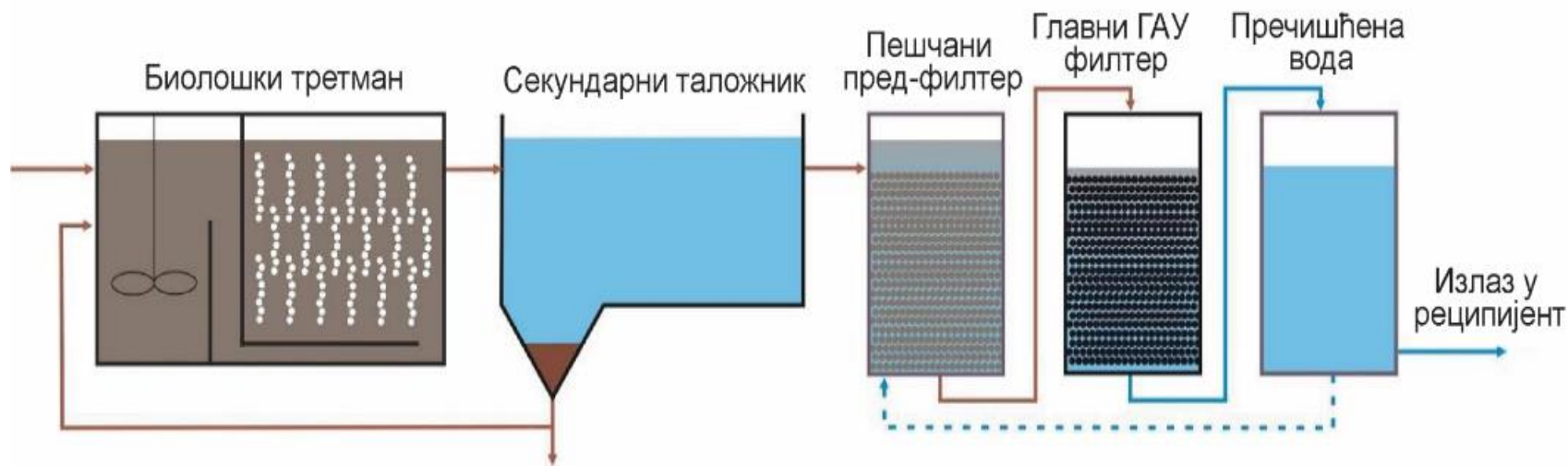
# ГАУ третман

постројење које примењује ГАУ као финални, терцијарни третман отпадне воде; након пешчане филтрације, следи ГАУ филтрација која уклања фармацеутске резидуе и друге микрополутанте; прање пешчаног филтера се одвија 3-4 пута недељно, док је ГАУ филтер у

**118 000 ЕС**

проток 750-1604 l/s

8,4 милиона  $m^3_{\text{год}}$

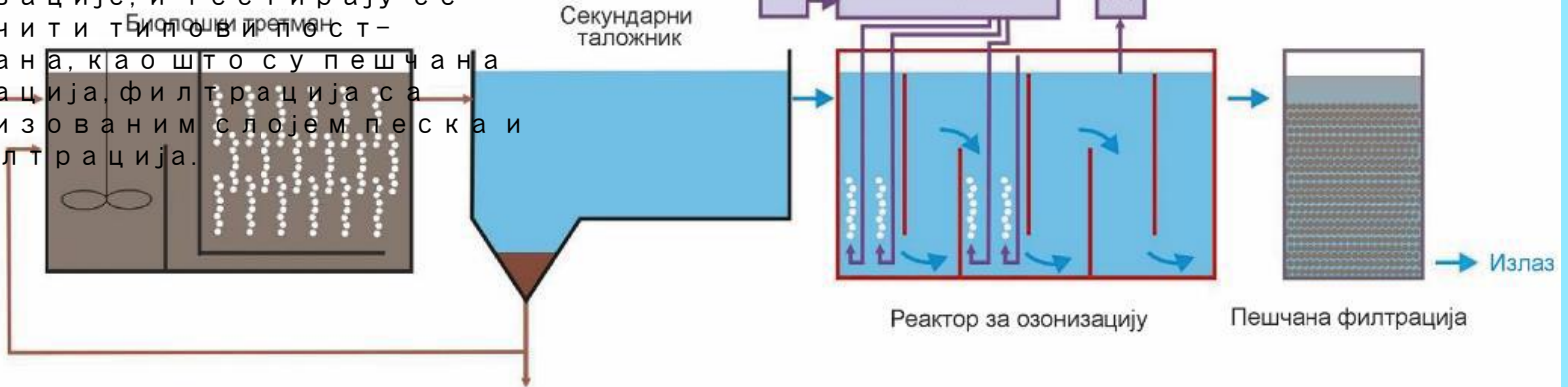


Шема ППОВ у Сканеу, Шведска

# Озонизација

Постигнуто је уклањање 12 индикаторских супстанци, од тога 9 припадају групи фармацеутских једињења (карбамазепин, диклофенак, метопролол, ирбесартан, хидрохлоротиазид, амисулприд, циталопрам, венлафаксин, кларитромицин) од преко 80%

Спроводи се екотоксиколошка мерења на ефлуентима након озонизације, и тестирају се различити типови третман-третмана, као што су пешчана филтрација, филтрација са флуидизованим слојем песка и ГАУ филтрација.



155 000 ЕС

проток 13000-57000 m<sup>3</sup>/d

8,4 милиона m<sup>3</sup>/год

Примењене дозе озона се налазе у опсегу од 0,33-0,50 g O<sub>3</sub>/g DOC и 1,6 -2,7 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>

Шема ППОВ у Дубендорфу, Швајцарска

# Озони ација

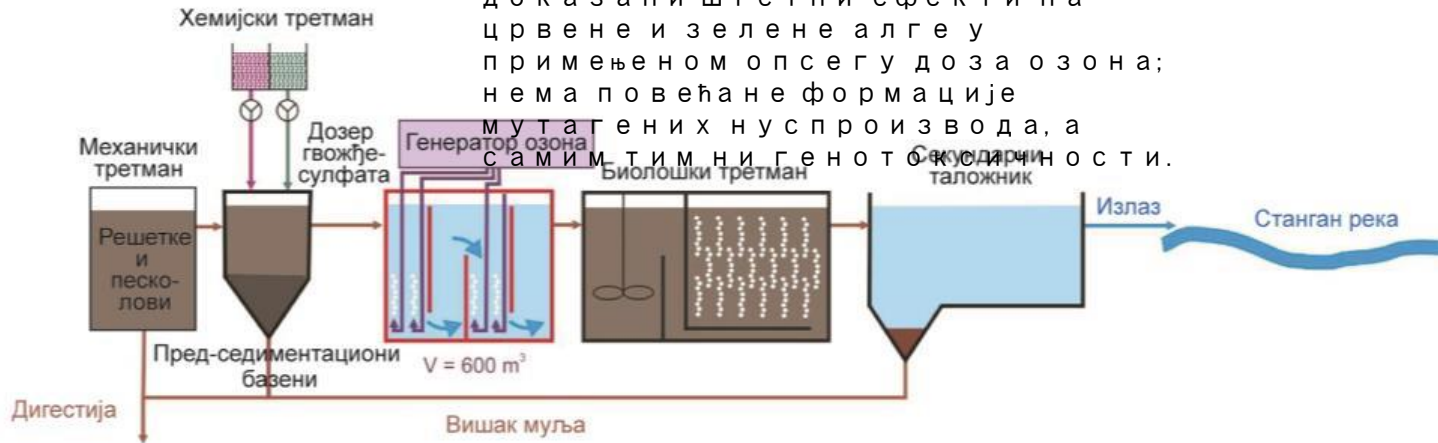
примена оптималних доза озона (0,5–0,8 mg O<sub>3</sub>/mg DOC) пре денитрификације ефикасна у уклањању фармацеутских резидуа из отпадне воде (укупан проток фармацеутских остатака је смањен у просеку за нешто више од 90%); укупни масени проток недовољно прецизан инструмент у процени ефекта пречишћавања (зависи од једињења); нису доказани штетни ефекти на црвене и зелене алге у примењеном опсегу доза озона; нема повећане формације мутагених нуспроизвода, а самим тим ни генотоксичности.

235 000 ЕС

проток 13000-57000 m<sup>3</sup>/d

8,4 милиона m<sup>3</sup>/год

0,5-0,8 mg O<sub>3</sub>/mg DOC



Шема ППОВ у Линкопингу, Шведска

# Биолошки процеси

## MBR

не може сам у потпуности да уклони микрополутанте;  
комбинује се са озонизацијом, активним угљем, итд.  
интегрише биолошке и физичке процесе: третман активног муља и мембранску филтрацију, што може да обезбеди добру ефикасност уклањања;  
вжна предност -MBR може да ради са релативно ниским трошковима, док недостатак представља прљање мембране.

## AnMBR

нове и иновативне технологије за третман ефлуента са флукутирајућим концентрацијама микрополутаната;  
технологија анаеробне дигестије (стабилност и обиље микроба, са добром токсичном отпорношћу, висока ефикасност биоразградње;  
може да генерише биогаз (као обновљиви биоресурс) у знатно већим количинама од конвенционалног система анаеробне биоразградње;  
прљање мембране представља недостатак –високи капитални трошкови;  
ефикасност уклањања лекова – 31,5-98%

## Мокра поља

вештачки изграђени биосистеми (мокра поља) имају све карактеристике природних биосистема;

велики број студија се развија у лабораторијским и пилот скалама, док је мало информација доступно о примени мокрих поља у великим размерама (фактори: конфигурација мокрих поља -подземни, површински, вертикални или хоризонтални токови), годишње доба - ефикасност током летњег рада је већа од оне у зимском периоду, састав/квалитет воде, доступност кисеоника)



**Табела 1. Ефикасност уклањања фармацеутика у мокрим пољима**

Фармацеутик	Тип мокрог поља	% уклањања
Ибупрофен	HSSF-CW	74-99
	SF-CW	45-95
	FW-SW	27-74 (зими) 6-96 (лети)
	SSF-CW	71
	VSSF-CW	55-99
	SSF-CW	71-80
	SF-CW	50-100
Напроксен	FW-SSF	58-81
	FW-SF	37-66 (зими) 27-83 (лети)
	SF-CW	75-76
	HSSF-CW	76-97
	VSSF-CW	69-96
	SSF-CW	85
	SF-CW	52-92
Карбамазепин	FW-SSF	35-71
	SSF-CW	16
	SF-CW	32,37
	SSF-CW	27-28
Диклофенак	SF-CW	20-50
	HSSF-CW	24-93
	VSSF-CW	53-73
	SF-CW	85
Парацетамол	HSSF-CW	95-100

SF-CW: мокра поља са површинским током; FW-SSF: слободни подземни ток воде; FW-SF: слободни површински ток воде; HSSF-CW: мокра поља хоризонталног подземног тока; VSSF-CW: мокра поља вертикалног подземног тока

# Хибридни процеси

Елиминисање већег броја микрополутаната – максимална ефикасност постигнута у првом кораку биолошким процесима, а затим физичко-хемијским процесима, на крају третмана.



- Комбинација третмана активним угљем, ултрафилтрација и коагулација за уклањање микрополутаната из воде (учинак комбинованих технологија третмана у уклањању појединачних фармацеутика био је од 84% до 88%)
- У поређењу са биолошким процесима, унапређени оксидациони процеси су веома ефикасни у потпуној минерализацији фармацеутика, али су скупи када се примењују сами због потребе за енергетским и хемијским реагенсима (процеси типа Фентон или фото-Фентон као предtretман за трансформацију перзистентних микрополутаната у биоразградиве међу производе – обећавајући приступ са знатно нижим трошковима).

Табела 2. Ефикасност уклањања фармацеутика хибридним системима

Микрополутант	Фентон-процес	Први степен уклањања	Други степен уклањања	% уклањања
Диклофенак	корак после коагулације	MBR	Реверзна осмоза	95
Ибупрофен	ефикасно уклањање	MBR	Електрохемијски процеси	75
Бисфенол А	органичке фосфате, мултициклическе	Биолошки процес	Ултратрафикација	45
		Флуконазол + активни муљ	Ултрафилтрација	92,6
		MBR	Реверзна осмоза	99,9
		озонизација	Ултразвук	100
Кларитромицин		активни муљ	Ултрафилтрација + Реверзна осмоза	95,9

# АНАЛИЗА И ДЕТЕКЦИЈА ФАРМАЦЕУТСКИХ ЈЕДИЊЕЊА

Гасна  
хроматогра  
фија са  
напредном  
масеном  
спектроме  
тријом

Течна  
хроматогр  
афија са  
напредном  
масеном  
спектроме  
тријом

Електрохе  
мијски  
биосензор  
и (мале  
запремине  
узорка,  
минијатури  
зација и  
праћење у  
реалном  
времену)

## Закључна разматрања

- Контролисање извора загађења је кључно за постизање циркуларне економије у третману отпадних вода.
- Ефикасније мере за контролисање губитака из различитих процеса, како штетне хемикалије не би више биле присутне у градским отпадним водама.
- Промене у активностима које претходе испуштању.
- Дугорочни фокус на успешну имплементацију Европског зеленог договора и његову стратегију за одрживост хемијских супстанци.
- Концепти које доносе области одрживости и зелене хемије наглашавају важност разматрања сваке фазе која обухвата животни циклус једињења да би се идентификовале могућности за управљање и смањење потенцијала ризика.
- Интерес развоја нових стратегија које комбинују екстракцију и пречишћавање лекова из фармацеутског отпада и неискоришћених таблета и капсула.



## Закључна разматрања

- Како би се достигла циркуларна економија у третману отпадних вода важно је учешће свих заинтересованих страна, како у доприносу решењима тако и у прихватању промена у сопственом раду.
- У погледу инфраструктуре и градови и индустрије морају усвојити одрживији приступ коме ће требати времена како би постао распрострањенији.



*Ne ispuštajte neiskorišćene lekove u toalet.*



*Neke zajednice imaju programe povrata farmaceutskih proizvoda. Drugi imaju mesta za sakupljanje gde se lekovi mogu uništiti. Učinite ih bezbednim za odlaganje na deponiju tako što ćete ih staviti u nepropusni kontejner, a zatim ih baciti u smeće.*

*Често се осећамо беспомоћно да направимо разлику, али у овом случају, постоје ствари које свако од нас може да уради да помогне да наша вода буде безбедна и чиста за данас и за будућност.*





Website:  
[www.waterworkshop.pmf.uns.ac.rs](http://www.waterworkshop.pmf.uns.ac.rs)  
Email: [water.workshop@dh.uns.ac.rs](mailto:water.workshop@dh.uns.ac.rs)



*Хвала на пажњи!*



**WasteWaterForce**  
- PROMIS Project -

**Waste Water Treatment Reinforcement –  
Advanced processes using green and cost-  
effective materials**



WasteWater Force Project

[wastewater\\_force](https://www.instagram.com/wastewater_force)



[wastewaterforce.pmf.uns.ac.rs](http://wastewaterforce.pmf.uns.ac.rs)



WasteWater Force Project



WasteWater Force Project

