

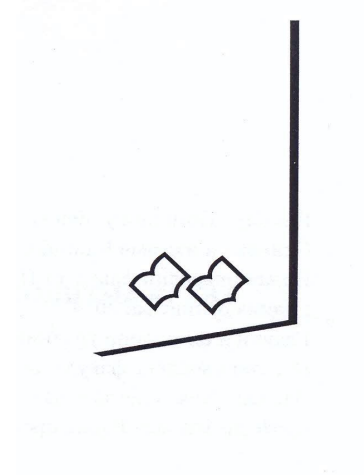


УНИВЕРЗИТЕТУ НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ



ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ ОД ПОСЛЕДИЦА ИНТЕНЗИВНЕ АНИМАЛНЕ ПРОИЗВОДЊЕ

Проф. др Николина Новаков
Др Бранкица Карталовић



ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ ОД ПОСЛЕДИЦА ИНТЕНЗИВНЕ АНИМАЛНЕ ПРОИЗВОДЊЕ

Проф. др Николина Новаков
др Бранкица Карталовић



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

НОВИ САД, 2023

ЕДИЦИЈА ОСНОВНИ УЏБЕНИК

Оснивач и издавач едиције

*Пољопривредни факултет, Нови Сад,
Трг Доситеја Обрадовића 8, 2100 Нови Сад*

Година оснивања
1954

Главни и одговорни уредник едиције

*Др Недељко Тица, редовни професор
Декан пољопривредног факултета*

Чланови комисије за издавачку делатност

*Др Бранислав Влаховић, редовни професор - председник
Др Ивана Давидов, ванредни професор - члан
Др Дејан Беуковић, доцент - члан
Др Ксенија Мачкић, доцент - члан*

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

502(075.8)

НОВАКОВ, Николина, 1982-

Заштита животне средине од последица интензивне анималне производње / Николина Новаков, Бранкица Карталовић. - Нови Сад : Пољопривредни факултет, 2023 (Нови Сад : Перинс инжењеринг). - 122 стр. : илустр. ; 30 см. - (Едиција Основни уџбеник / Пољопривредни факултет, Нови Сад)

Тираж 20. - Библиографија.

ISBN 978-86-7520-582-1

1. Карталовић, Бранкица, 1976-
а) Заштита животне средине

COBISS.SR-ID 115482633

Аутори:

Др Николина Новаков, ванредни професор
Пољопривредни факултет Нови Сад
Др Бракница Карталовић, научни сарадник
Научни институт за ветеринарство Нови Сад

**ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ ОД ПОСЛЕДИЦА ИНТЕНЗИВНЕ
АНИМАЛНЕ ПРОИЗВОДЊЕ**

Главни и одговорни уредник:

Проф. др Недељко Тица, Декан Пољопривредног факултета

Уредник:

Проф. др Николина Новаков

Технички уредник:

Проф. др Николина Новаков

Рецензенти:

Проф. др Нада Плавша, Болести животиња и хигијена анималних производа,
Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду
др Жељко Михаљев, виши научни сарадник, Прехрамбено инжењерство, Научни
институт за ветеринарство Нови Сад

Издавач:

Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад
Забрањено прештампавање и фотокопирање. Сва права задржава издавач.

Штампа:

Штампарија

Штампање одобрио:

Комисија за издавачку делатност, Пољопривредни факултет, Нови Сад.

Тираж:

20

***Одлуком наставно-научног већа Пољопривредног факултета у Новом Саду
рукопис је одобрен за издавање као основни уџбеник.***

ПРЕДГОВОР

Основни уџбеник „Заштита животне средине од последица интензивне анималне производње“ намењен је студентима Департмана за ветеринарску медицину, Пољопривредног факултета Универзитета у Новом Саду, ради потреба савладавања наставе у оквиру предмета Заштита животне средине од последица интензивне анималне производње. Планом и програмом предмета, као и садржајем овог уџбеника предвиђено је да студенти стекну знања из заштите животне средине, нарочито са аспекта загађења као последице интензивне анималне производње.

Уџбеник је написан уз коришћење искуства и великог броја резултата из сопственог рада и истраживања, а које су аутори стицали током дугогодишњег рада у овој области. Приликом писања коришћени су и доступни литературни подаци из наше земље и света.

Уџбеник је писан на једноставан, лак и разумљив начин са циљем да се ова проблематика приближи потребама студената како би што боље и успешније савладали испит и припремили се за стручни и практични рад.

Поред ове основне намене, аутори сматрају да ће уџбеник користити и студентима других академских усмерења на основним студијама, али и стручњацима из других области који се баве заштитом животне средине и њеним ефектима.

Овом приликом захваљујемо се свима онима који су својим саветима и сугестијама допринели квалитету уџбеника а посебно се захваљујемо рецензентима проф. др Нади Плавши и др Жељку Михаљевићу на несебичној и свесрдној помоћи.

Молимо све добронамерне кориснике ове књиге да својим примедбама и сугестијама допринесу да следећа издања буду још квалитетнија.

*У Новом Саду,
01.12. 2022. године*

Аутори

САДРЖАЈ

1.0. ЖИВОТНА СРЕДИНА	1
1.1. Циљеви заштите животне средине	1
1.2. Принципи заштите животне средине.....	2
2.0. ЗАГАЂИВАЧИ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ	4
2.1. Загађивачи земљишта	5
2.1.1. Сечење шума и ерозија	6
2.1.2. Хемикалије које се користе у пољопривреди.....	8
2.1.3. Индустријализација	9
2.1.4. Депоније и канализација	10
2.1.5. Перзистентни органски загађивачи (ПОПс) у земљишту	16
2.1.6. Микропластика у земљишту.....	17
2.1.7. Мере против загађења	18
2.1.8. Мониторинг загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту	19
2.2. Загађивачи воде	24
2.2.1. <i>Еутрофикација</i>	37
2.2.2. <i>Нитратна директива</i>	39
2.2.3. <i>Индикатори стања отпадних вода</i>	41
2.2.4. <i>Законска регулатива која дефинише управљање отпадним водама</i>	44
2.3. Загађивачи ваздуха	46
2.3.1. <i>Емисија гасова из пољопривреде и сточарства</i>	52
2.3.2. <i>Пречишћавање ваздуха</i>	57
3.0. ОТПАД АНИМАЛНОГ ПОРЕКЛА	58
3.1. <i>Класификација отпада анималног порекла</i>	60
3.2. <i>Прикупљање и уклањање отпада анималног порекла</i>	65
4.0. УТИЦАЈ ОТПАДА ИЗ АНИМАЛНЕ ПРОИЗВОДЊЕ НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ	69
4.1. <i>Утицај ђубрива из анималне производње на животну средину</i>	69
4.2. <i>Контрола отпадних вода са фарми</i>	75
4.2.1. <i>Физичко-хемијске и микробиолошке особине отпадних вода</i>	78

4.2.2. Мониторинг отпадних вода	82
4.2.3. Третман отпадних вода на фарми	89
5.0. УТИЦАЈ ОТПАДА ИЗ КЛАНИЧНЕ ИНДУСТРИЈЕ НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ	92
5.1. Утицај отпадне воде из кланице на животну средину и здравље	93
5.2. Пречишћавање отпадних вода	95
5.2.1. Предтретман отпадних вода у кланицама	95
5.2.2. Потпуни третман отпадних вода у кланицама	97
6.0. СИСТЕМИ ЗА СМАЊЕЊЕ ЗАГАЂЕЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ	103
6.1. Допринос објекта смањењу загађења животне средине	103
6.1.1. Објекти за лагровање течног стајњака	104
6.2. Компостирање стајњака	108
6.3. Производња биогаса	110
6.3.1. Постројења за производњу биогаса	112
6.3.2. Пречишћавање биогаса	114
6.4. Интегрисани системи производње	114
7.0 ЛИТЕРАТУРА	119
8.0. БИОГРАФИЈЕ АУТОРА	122

1.0. ЖИВОТНА СРЕДИНА

Животна средина је простор, односно природно окружење, ваздух, земљиште, вода и море, биљни и животињски свет, појаве и деловања: клима, јонизујућа и нејонизујућа зрачења, бука и вибрације, као и окружење које је створио човек: градови и друга насеља, културно-историјска баштина, инфраструктурни, индустријски и други објекти [1].

Интегралним системом заштите животне средине обезбеђује се целовито очување квалитета животне средине, очување биолошке разноврсности, рационално коришћење природних добара и енергије на најповољнији начин за животну средину, као основни услов одрживог развоја. Интегрални систем заштите животне средине чине мере, услови и инструменти за:

- ◇ одрживо управљање, очување природне равнотеже, целovitости, разноврсности и квалитета природних вредности и услова за опстанак свих живих бића; и
- ◇ спречавање, контролу, смањивање и санацију свих облика загађивања животне средине.

Интегрално управљање животном средином је скуп повезаних и усклађених одлука и мера којима се остварује јединствена заштита животне средине, избегавају и смањују ризици по животну средину, побољшава и остварује ефикасна заштита животне средине [1].

1.1. Циљеви заштите животне средине

Заштита животне средине спроводи се ради:

- ◇ заштите живота и здравља људи;
- ◇ заштите биљног и животињског света, биолошке разноврсности и очувања еколошке одрживости;
- ◇ заштите и побољшања квалитета појединих сегмената животне средине;
- ◇ заштите озонског омотача и ублажавања климатских промена;
- ◇ заштите и обнављања културних и естетских вредности пејзажа;
- ◇ спречавања и смањења загађења животне средине;
- ◇ одрживог коришћења природних ресурса;
- ◇ рационалног коришћења енергије и подстицања употребе обновљивих извора енергије;
- ◇ уклањања последица загађења животне средине;

- ◇ побољшања нарушене природне равнотеже и поновно успостављање њених регенеративних способности;
- ◇ остваривања одрживе производње и потрошње;
- ◇ смањења коришћења и супституције хемикалија које својим опасним и штетним карактеристикама могу угрозити животну средину и здравље људи;
- ◇ одрживог коришћења природних добара, без већег оштећења и угрожавања животне средине;
- ◇ унапређења стања животне средине и обезбеђивања здраве животне средине.

1.2. Принципи заштите животне средине

Принципи заштите животне средине су [1]:

- ◇ принцип одрживог развоја - у сврху остваривања одрживог развоја захтеви заштите животне средине успостављени овим законом и посебним прописима морају бити укључени у припреме и спровођење утврђених политика и активности на свим подручјима привредног и социјалног развоја;
- ◇ принцип интегралног приступа заштити животне средине - интегрисаним приступом заштите животне средине спечава се, односно смањује ризик за животну средину у целини на најмању могућу меру. Такође, захтеви за високим степеном заштите животне средине и побољшањем квалитета животне средине, морају бити саставни дио свих полазишта којима је циљ уравнотежени економски развој, а осигуравају се у складу са принципом одрживог развоја;
- ◇ принцип очувања природних ресурса - природни ресурси користе се под условима и на начин којима се обезбеђује очување вредности геодиверзитета, биодиверзитета, заштићених природних добара и предела. Обновљиви природни ресурси користе се под условима који обезбеђују њихову трајну и ефикасну обнову и стално унапређивање квалитета. Необновљиви природни ресурси користе се под условима који обезбеђују њихово дугорочно економично и разумно коришћење, укључујући ограничавање коришћења стратешких или ретких природних ресурса и супституцију другим расположивим ресурсима, композитним или вештачким материјалима;
- ◇ принцип сарадње - одрживи развој постиже се сарадњом и заједничким деловањем Скупштине, Владе и јединица локалне самоуправе, као и свих других учесника у циљу заштите животне средине. Држава обезбеђује сарадњу и солидарност у решавању глобалних и међудржавних питања заштите животне средине, посебно кроз међународне уговоре, сарадњом са другим државама и закључивањем одговарајућих споразума, као и обавештавањем других држава о прекограничним утицајима на животну

средину, о еколошким удесима и међународном разменом информација о животној средини. Влада и јединице локалне самоуправе, у оквиру свог делокруга, солидарно и заједнички, учествују у спровођењу заштите животне средине из своје надлежности, како би обезбедиле спровођење ефикасних мера заштите животне средине на свом подручју;

- ◇ принцип загађивач плаћа - правно и физичко лице које је причинило штету у животној средини или непосредну опасност од штете, дужно је да надокнади штету спровођењем превентивних мера и мера ремедијације о свом трошку;
- ◇ принцип корисник плаћа - свако ко користи природне ресурсе мора финансијски да надокнади њихово коришћење и рекултивацију простора у складу са законом.

Главни фокус заштите животне средине је на интеракцији људских бића са различитим аспектима животне средине па се самим тим ова бласт бави утицајима људских активности на животну средину и могућностима њеног очувања.

Садржи основне принципе различитих области истраживања. Такође, област заштите животне средине представља стицање интердисциплинарног знања, а примена хемије као науке омогућава процену утицаја коју људска популација има на животну средину, како долази до загађивања, какви су ефекти загађивања и на који начин се може извршити превенција истог.

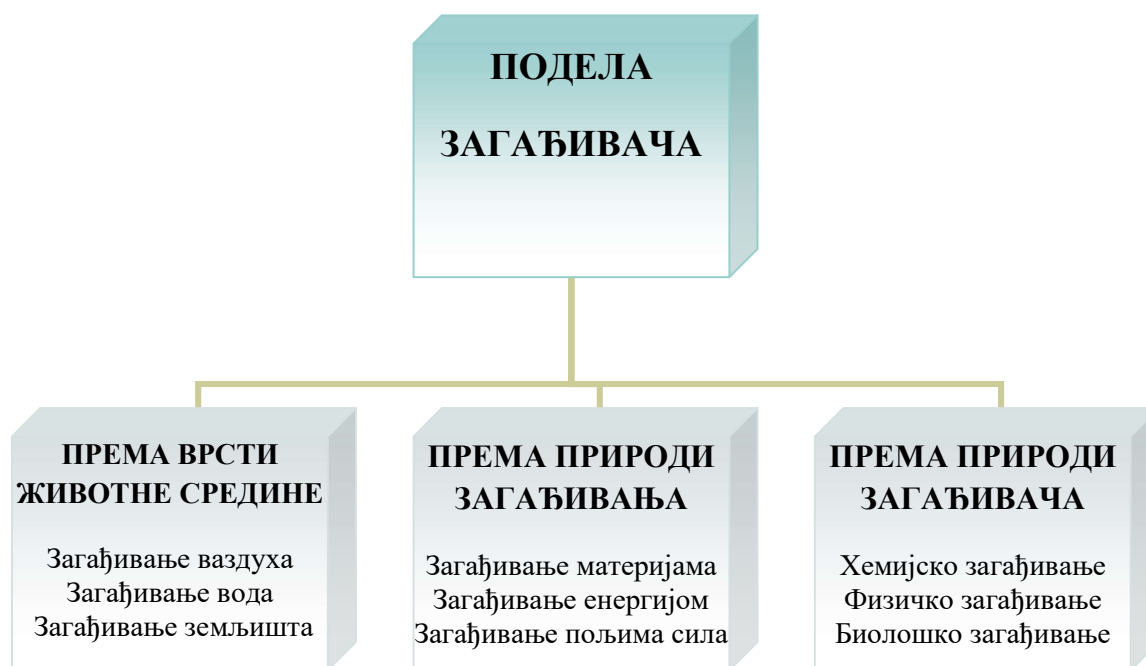
Пошто је заштита животне средине велика област и укључује контролу различитих врста загађивача и њихов утицај и даље интеракције у различитим медијима као што су земљиште, вода и ваздух, овде ће пажња бити усмерена првенствено на утицај анималне производње и кланичне и прерађивачке индустрије на саму животну средину.

2.0. ЗАГАЂИВАЧИ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Природни екосистеми делују на принципима технологије без отпада и имају затворен циклус размене материја. Међутим, производња и потрошња од стране човека праћене су све већом производњом отпадака које природа више не може да асимилује те се они нагомилавају и загађују животну средину.

Загађење је присуство загађивача у животној средини које изазива негативне промене и представља опасност по жива бића и природу.

Загађивачи (полутанти) представљају све врсте материје и енергије које су остаци онога што човек производи, користи и на крају одбацује. Када су природне компоненте средине оштећене или замењене опасним, штетним материјама или енергијом, то може да створи неравнотежу у екосистемима као и бројне опасности по живи свет. Загађиваче животне средине можемо поделити на више начина, према врсти животне средине, природи загађивача и природи загађивања (слика 1).



Слика 1. Шематски приказ основне подела загађивача животне средине (оригинал)

Порастом људске популације, анимална производња доживљава све већи раст услед све већих захтева за храном, што за последицу има и настанак значајних количина отпада, нуспроизвода ове производње.

Наиме, поред споредних продуката животних активности животиња, значајна количина анималног отпада настаје и приликом финализације сировина анималног порекла, укључујући отпадне воде и ваздух, без обзира да ли су последица хигијенских, технолошких или дијагностичко - терапијских мера спроведених на животињама или у објектима у којима су оне смештене, односно објектима у којима се врши финализација анималних производа.

Најзначајнији продукти активности животиња су:

- ◇ искоришћени ваздух са прашином и микроорганизмима,
- ◇ произведени влажни стајњак и мокраћа,
- ◇ искоришћена стеља и остаци сточне хране,
- ◇ отпадне воде из технолошких процеса хигијенизације,
- ◇ природно одбачени делови тела и
- ◇ лешеве уинулих животиња.

2.1. Загађивачи земљишта

Земљиште је један од најважнијих природних ресурса за човека, јер на њему производи храну и без њега не може опстати, зато је веома важно да не буде загађено. То је најповршнији слој Земљине коре у коме се непрекидно одвијају динамички процеси под утицајем климатских, биолошких, хемијских и механичких фактора, а пре свега људске активности.

Земљиште је састављено од слојева, профила, од којих сваки има своје специфичности. Земљиште представља веома комплексан еко систем у коме живе различити облици живог света (бактерије, гљивице и плесни, актиномицете, вируси, протозое, амебе, инфузорије, хематодје, глисте, чланкари, инсекти, кртице и глодари, алге и други биљни и животињски свет).

Међутим, раст индустријске производње, немилосрдно загађење земљишта пестицидима, сеча шума, али и лоше управљање отпадом довели су до тога да широм Србије постоје локације на којима је земљиште изузетно загађено. На земљиште се одлаже велики део отпадних материја који настаје у многобројним људским активностима [2].

Све ово утиче на нормално функционисање земљишта, те долази до његовог загађења и различитих облика оштећења. Загађивање земљишта представља промене његових физичких, хемијских и биолошких својстава које

доведе до смањења плодности и способности за нормално одвијање процеса разлагања чиме се ремети кружење материја у природи.

Свака промена у погледу својстава земљишта може имати знатне последице на укупан састав живог света и процесе који се одвијају у екосистему. Неке од тих промена неповратне су, док друге нису. Земљиште се, као и вода, загађује на разне начине - физички, хемијски, биолошки и радиоактивно. Главни загађивачи су: пољопривреда, депоније, индустрија, саобраћај, рудници, киселе кише.

Непосредни извори и узроци загађења земљишта су:

2.1.1. Сечење шума и ерозија

Уништавањем шума настају еколошке промене са великим последицама међу којима су првенствено промене тла и климе, као и нестанак многих биљних и животињских врста. Тло које након сече шуме остаје голо и без заштите дрвећа (слика 2), и њиховог корена поступно односе реке и ветрови, тако се стварају клизишта. Осим што је изложено ерозији, оно у великој мери губи способност апсорбовања влаге, те се расипа и постаје неплодно.

Неплодна тла су врло дефицитарна и не могу човечанству да пруже никакву другу корист осим изградње стамбених простора. Осим што својим интервенцијама у природи човек изазива њихово нестајање, он загађивањем своје околине посредно уништава и постојеће шумске екосистеме. Без заштите дрвећа, земљиште временом постаје неплодно и почиње да пропада, долази до ерозије плодног земљишта.

Под појмом ерозија у елементарном смислу подразумевају се промене на површинском слоју земљишног рељефа, које настају као последица деловања кише, снега, мраза, температурних разлика, ветра и вода, или услед дејстава антропогених фактора.

Појаву ерозије могу условити природни фактори као што су рељеф, подлога, особине земљишта, клима, стање вегетације а може бити изазвана и радом човека тј. обрађивањем земљишта на нагибима, деградацијом шуме, неправилним распоредом шуме итд.

Како се у пољопривреди користе хемијска ђубрива и пестициди, састав површинског слоја земљишта постаје измењен. Постаје осетљивији на штетне врсте гљивица, губи плодност и почиње да еродира.



Слика 2. Сечење шума (преузето са <https://www.pexels.com> уз право коришћења)

Ерозија земљишта представља испирање и одношење најситнијих и најплоднијих честица из растресите подлоге. Ерозија земљишта је природан процес који се може убрзати неконтролисаном сечом шума и погрешним коришћењем земљишта. Услед оваквих поступака долази до убрзане ерозије, која је веома озбиљан и неповраатан процес [2].

Пољопривредно земљиште је генерално подложније ерозији од земљишта под природном вегетацијом, што се може објаснити употребом пољопривредне механизације (орање, тањирање) која нарушава структурне везе у тлу и кида корење биљака које учвршћава тло.

Спирање земљишта смањује продуктивност пољопривредних површина и доприноси онечишћењу суседних водотокова, мочвара и језера. Када вода однесе пољопривредно земљиште (слика 3), она са собом носи и загађиваче попут ђубрива и пестицида, што може проузроковати загађење воде, која затим загађује питку воду и утиче на екосистеме језера и мочвара. То негативно утиче и на рибе и дивљач, којима је вода неопходна за исхрану и станиште.



Слика 3. Спирање пољопривредног земљишта (преузето са <https://www.forest.org.rs>)

2.1.2. Хемикалије које се користе у пољопривреди

Један од највећих извора загађивања земљишта је савремена пољопривреда. Пољопривредна земљишта загађују се непосредно хемијски – пестицидима и прекомерном употребом вештачких ђубрива.

Пестициди су отровна хемијска једињења која се употребљавају за сузбијање проузроковача болести на биљкама, биљних штеточина и корова у усевима. Они делимично улазе у животну средину, дуже или краће време остају у њој, као њен интегрални састојак. Контаминација земљишта пестицидима се односи претежно на његову биолошку компоненту. Савремени пестициди мање утичу на загађење земљишта у ужем смислу речи.

Међутим, њиховом применом живот у земљишту се успорава, зауставља, али се по престаснку деловања ипак опет обнавља. Како се употреба пестицида често понавља, нема сумње да се и ти негативни процеси у земљишту понављају. Све то слаби биолошку снагу земљишта и неминовно дугорочно води ка смањењу његове укупне плодности.

Отприлике 90% од укупне количине примењених пестицида користи се у пољопривреди, у биљној производњи. Због тога постоји велика опасност од њиховог уласка у ланац исхране. Главни путеви уласка пестицида у ланац исхране су преко биљака посредством коренског система и надземних делова биљака. Пестициди утичу и на микроорганизме у земљишту, а самим тим и на његову биогеност.

Обилним ђубрењем и третирањем усева инсектицидима, фунгицидима, хербицидима и другим биоцидима, односно супстанцама које убијају живе организме, пољопривреда уклања нежељене врсте корова, штеточина и уљеза, али и друге организме као што су корисни инсекти, птице, водоземци, гмизавци. и сисари који живе у близини усева. Лош пример су калифорнијски воћари који су у својим засадима потпуно истребили све инсекте, како оне штетне за воћке, тако и оне корисне опрашиваче без којих се воћке не могу оплођивати. Ову важну функцију сада човек вештачки обавља са специјалним пушкама за опрашивање.

2.1.3. Индустријализација

Индустријско загађење је врста загађења која се директно повезује са индустријом. Индустријска револуција је довела до значајних позитивних промена у привреди и друштву, али је истовремено довела и до значајног загађења земљишта. Кроз несигурне поступке збрињавања хемикалија које се користе у производњи, лошу регулацију и огроман број индустрија и фабрика које свакодневно загађују земљиште, индустријализација је постала један од главних фактора загађења.

Земљиште иако заједно са водом и ваздухом спада у обновљиве природне ресурсе има изузетно спор процес настајања и стога га ипак треба сматрати ограниченим, односно необновљивим природним богатством. Јер једино уколико се земљиште рационално искоришћава и уколико се подстиче његово природно обнављање оно може бити обновљиви ресурс.

Земљиште се састоји од оранске и неорганске материје које чине 50% и ваздуха и воде који испуњавају шупљине у земљишту чинећи осталих 50%. Главни разлог зашто земљиште постаје загађено је отпад који је произведен под утицајем човека. Неправилним одлагањем производа и отпада насталих услед индустријских активности, загађујемо земљиште.

Грађевински отпад, предходно контаминиран индустријским процесима, може додатно утицати на загађење животне средине. Подземни резервоари опасних материја као и акциденти услед просипања опасних материја такође могу изазвати загађење земљишта. Земљиште и воде могу бити загађене као резултат неправилног одлагања отпадних вода из индустрија које обично садрже штетне материје. У фабрикама се морају користити прописани филтери за прочишћавање.

Копање руда може довести до стварања великих отворених простора испод површине земље што угрожава интегритет земљишта. Ископавањем такође долази до ослобађања штетних хемикалија, као што је уранијум и др. у околину [2].

2.1.4. Депоније и канализација

Смеће на депонијама садржи токсине који на крају продиру у земљиште. Током кише, токсини се спирају у друга подручја и загађење се шири. Како људска популација расте, тако расте и количина отпада (слика 4).



Слика 4. Изглед депоније (преузето са <https://www.pexels.com/landfill> уз право коришћења)

Необрађен комунални отпад може произвести токсичне гасове који могу доспети у земљиште.

Поред тога, земљиште се непосредно загађује и бројним каменоломима, вештачким акумулационим језерима којима се потапа плодно земљиште, прекомерном и неадекватном урбанизацијом и сл.

Поред горе наведених разликујемо и следећа загађења земљишта:

- ◇ Загађење земљишта пореклом из отпадних вода из технолошких поступака у индустрији и привреди и загађених вода услед пољопривредних активности (вештачка ђубрива, пестициди и сл). Најчешћи извор загађења земљишта је пољопривреда и индустрија [2]. Пољопривредна земљишта се загађују директно хемиским третманима с циљем сузбијања штеточина као и прекомерним ђубрењем земљишта. Зависно од врсте индустрије разликујемо и загађујуће материје које се могу наћи у земљишту. Око цементара земљиште је загађено прашином, око топионица оловом, багром, арсеном, сумпором. Око индустрија ђубрива земљиште је загађено

фосфатима и нитратима [3]. Земљиште се може загадити и загађеном водом.

- ◇ Загађење земљишта пореклом из атмосфере услед емисија из индустријских технолошких процеса и услед сагоревања фосилних горива у индустрији, постројења за производњу енергије, индивидуалних ложишта и сл. Значајно је и загађење услед емисије пореклом од моторних возила која користе нафту и деривате као и емисија приликом сагоревања различитих органских материја, биомасе и сл.
- ◇ Загађење земљишта чврстим отпадним материјалом пореклом из привреде, домаћинства, пољопривреде и др. Директни извор загађења земљишта су сметлишта и депоније. Са њих се спирају отрови који се једним делом задржавају на земљишту а једним делом продиру у подземне воде. Осим тога на овим местима долази до интензивног распадања органских материја при чему се ослобађају материје које загађују земљиште. Приликом процеса распадања органске материје долази и до ослобађања гасова који загађују ваздух.
- ◇ Загађење нафтом и тешким металима

Вештачка ђубрива

Вештачка ђубрива имају широк спектар утицаја на животну средину. Позитивно и негативно утичу на својства земљишта, ваздуха и воде, као и на реакцију, структуру и биогеност земљишта и доприносе акумулацији штетних материја у земљишту и биљкама.

Они промовишу еутрофикацију површинских вода и загађују подземне воде. Минерална ђубрива утичу на састав ваздуха, доприносе повећању садржаја штетних материја у ваздуху и оштећењу озонског омотача, утичу на рН вредност земљишта, повећавају садржај електролита и растворљивих соли у земљишту.

Од свих хемијских средстава у пољопривреди, највише се користе минерална ђубрива, посебно азотна. На земљишту где се повртарске културе интензивно ђубре, годишње се употреби 100 до 300 kg азота по хектару. Акумулација нитрата у природи, осим што изазива еколошке проблеме, директно угрожава здравље људи и животиња. Токсичност нитрата је релативно ниска. Летална количина нитрата за одраслу особу од 60 kg креће се од 4,8 до 200 g, токсична од 2 до 5 g, а толеранта од 0,4 до 1 g [2].

Нитрати који доспевају у људски организам, највећим делом, око 70%, долазе из поврћа, а око 20% из воде за пиће, ако садржи до 10 mg NO₃ [2]. Нитрати не представљају већу опасност по здравље људи, већ је то нитрит који настаје његовом редукцијом.

Токсичност нитрита је много већа, леталне количине нитрита за одраслу особу од 60 kg крећу се од 2,7 до 15 g, токсичне од 0,06 до 1,3 g, а толерантне од 8 до 32 mg. Већа концентрација нитрита токсично делује и на биљке [2]. Они изазивају хлорозу биљака, могу смањити принос, а у екстремним случајевима могу довести до потпуног уништења усева. У анаеробним условима, када денитрификација производи азотне оксиде у присуству фенола, формирају се токсични нитрофеноли. До акумулације нитрита и нитрофенола у земљишту долази у пролеће, посебно на киселим земљиштима, након примене азотних ђубрива, нарочито ако је време влажно и хладно и ако вода лежи на земљишту.

Прекомерна примена фосфорних ђубрива такође утиче и на животну средину. Појава високог садржаја лако доступног фосфора у земљишту, као резултат употребе високих доза ђубрива током дужег временског периода или ђубрења у залихама при подизању вишегодишњих засада доводи до поремећаја у минералној исхрани биљака. Фосфорна ђубрива утичу на рН вредност земљишта, а то може имати и позитивне и негативне последице. Закисељавање доприноси мобилизацији неких неопходних елемената, посебно микроелемената, а повећањем рН вредности смањује се штетно дејство киселе средине на биљке.

Технолошки развој је довео до значајног повећања природне радиоактивности земљишта, пре свега услед примене савремених агротехничких мера, које се заснивају на коришћењу вештачких ђубрива фосфатног порекла, јер ова ђубрива садрже значајне количине природних радионуклида. Неконтролисана примена фосфатних ђубрива пружа широке могућности за нарушавање еколошке равнотеже јер представља далеко највећи антропогени извор повећања садржаја ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th и ^{40}K у земљишту, а самим тим и у биљкама и осталим карикама ланца исхране [4]. У суперфосфату је уран депонован у облику уранилсулфата, $\text{UO}_2(\text{SO}_4)$ и ураносулфата, $\text{U}(\text{SO}_4)$, при чему су оба веома растворљива у води. За разлику од осталих радиоизотопа, уран и торијум својим распадом формирају читаве серије нестабилних језгара при чему је један од најопаснијих чланова урановог низа ^{226}Ra , дугоживећи α -емитер који се уграђује у кости и гасовити ^{222}Rn који доприноси интерном озрачивању плућа. Процењује се да је до сада применом вештачког ђубрива око 150t урана расуто по обрадивом земљишту. Годишња примена фосфатних ђубрива доприноси повећању садржаја ^{238}U у тлу за око 1%. Овакви уноси радионуклида у животну средину могу представљати значајне локалне ризике излагања становништва јонизујућем зрачењу, али и довести до повећања нивоа основног зрачења у одређеним регионима [4].

Закисељавање тла

Закисељавање земљишта настаје као последица неправилног деловања у биљној производњи и као последица индустрије.

Узроци су:

- ◇ употреба физиолошки киселих ђубрива која имају све више активних материја, а све мање баласта, чиме је бар делимично надокнађен губитак калцијума из земљишта,
- ◇ примена великих доза гнојне каше,
- ◇ повећано изношење база у биолошкој маси са приносом,
- ◇ нестручне хидро и агро-мелиорације (на земљиштима са агро и хидромелиорацијама повећава се пропусност и испирање земљишта) и
- ◇ киселе кише (падавине које су загађене сумпордиоксидом или азотним оксидом, амонијаком или другим хемијским једињењима).

Закисељавање има вишеструке негативне ефекте на физичке, хемијске и биолошке карактеристике земљишта, које негативно утичу на плодност земљишта.

Загађења земљишта доводи до губитака агро-биодиверзитета, што је постало акутни проблеми с којим се суочава свет. Посредни извори загађивања земљишта представљају киселе кише као и загађена вода (плављење загађеном реком, заливање загађеном водом и сл. Такозване киселе кише које су значајно умањиле пољопривредне приносе, довеле су до сушења шума и озбиљне угрожености живог света у језерима. Осим киселих киша из ваздуха долазе и друге материје које на већим или мањим површинама загађују земљиште. То су честице прашине и чађи које се избацују из димњака фабрика, аутомобила и таложе се на околном земљишту загађујући га. Скоро све загађујуће материје спирањем са земљишта загађују површинске и подземне воде и долазе до светског мора, а преко ланаца исхране и до човека као храна.

Експлоатација земљишта као и промена намене земљишта довели су до деградације земљишта, што је резултирало смањењем приноса усева, смањењем продуктивности пашњака и др. Сваке године у свету се на разне начине, било ширењем градова, било изградњом саобраћајница, индустријских објеката, вештачких језера, изгуби на стотине и хиљаде хектара често и најплоднијег земљишта.

Последице загађивања земљишта су далекосежне и могу бити катастрофалне за животну средину и живи свет а као последица загађења земљишта може доћи до тровања подземних вода, загађивања вода, ерозије земљишта, губитка станишта као и повећаног ризика од пожара.

Као последица загађења земљишта долази до сушења шума и немогућности обнове биљног прекривача што неминовно доводи и до загађивања воде и хране. Од земљишта која су услед киселих киша, постала кисела, веома је тешко формирати пољопривредну површину и обновити је. Такође земљишта са натолезеним тешким металима, готово да немају услова за живот биљних ни животињских врста.

Штету од загађивања земљишта трпе биљке и животиње, као и човек. Јер све биљке које се узгајају на загађеном земљишту, апсорбују отрове из земљишта, и на крају кроз ланац исхране заврше на трпези.

Тровање подземном водом

До тровања подземних вода углавном долази услед неадекватног руковања хемикалијама. Неправилно одлагање и складиштење на тлу, без надзора може довести до изливања, расипања хемикалија које потом спирањем доспевају у подземне воде на фармама, индустријским локацијама и депонијама.

Испитивањем подземних вода пронађен је широк спектар физичких, неорганских хемијских, органских хемијских, бактериолошких и радиоактивних загађујућих параметара. Велики број загађујућих материја које имају значајну улогу у у загађењу површинских вода се могу наћи и у загађеним подземним водама, иако се њихов значај може разликовати. Од неорганских загађујућих материја свакако је најбитније споменути арсен и флуориде, који су према Светској здравственој организацији (СЗО) идентификовани као најозбиљније неорганске загађујуће материје у води за пиће на светском нивоу [5]. У земљи и води се најчешће налази неоргански арсен док се металоидни арсен може природно појавити у подземним водама.

У подземним и површинским водама као последица отпуштања индустријског отпада у природне воде, могу се наћи и веће количине флуора и његових једињења [5], док је флуор у води за пиће обично последица флуорисања воде. Флуор је хемијски елемент из групе халогених елемената и изузетно је отрован као и његови раствори.

Као последица загађења земљишта са фекалним патогенима, спирањем тла могу продрети у подземне воде, контаминирајући је. Најчешће, на овај начин, изазване болести су тифус, колера и дијареја. Од четири типа патогена који су присутни у измету (бактерије, вируси, протозое и хелминти или јаја хелминта), прва три се обично могу наћи у загађеној подземној води, док се релативно велика јаја хелминта обично издвоје на честицама земље [5,6].

Најчешћи хемијски загађивач у подземним водама су нитрати. Повишени нивои нитрата у подземним водама може бити узрокован одлагањем муља из канализације и другим пољопривредним активностима на тлу [6].

Опасне загађујуће материје подземних вода које у воду доспевају непажљивим индустријским активностима су и испарљива органска једињења, ароматични угљоводоници, као и хлорисани растварачи, укључујући тетрахлоретилен, трихлоретилен (хемијско чишћење, одмашћивање метала) и винил хлорид [6].

Још један значајан органски загађивач подземних вода су пестициди (инсектициди и хербициди) као и друга синтетичка органска једињења сложене молекуларне структуре. Значајан загађивач подземних вода су метали који се природно могу јавити у стенским формацијама. Међутим, индустријске

активности попут рударства, металургије, одлагања чврстог отпада, фарбања и емајлирања могу довести до повишених концентрација токсичних метала, укључујући олово, кадмијум и хром. Ови загађивачи имају потенцијал да се пробију у подземне воде.

У подземним водама се често срећу и трагови фармацеутских средстава из пречишћене отпадне воде која се инфилтрира у водоносни слој, па зато спадају међу новонастале загађиваче подземне воде. Антибиотици, антиинфламаторна средства, антидепресиви, деконгестиви и средства за смирење се обично налазе у пречишћеним отпадним водама. Ова отпадна вода се испушта из постројења за пречишћавање и често се пробија у водоносни слој или извор површинске воде која се користи за пијаћу воду. Радионуклиди попут уранијума или радона који су природно присутни у неким геолошким формацијама, такође се могу наћи у подземним водама услед спирања са површине земљишта.

Хемикалије, попут азота, пестицида и сл. које се често користе на фармама, спирају се са земљишта и доспевају у воде, загађују их. Неконтролисана употреба хемикалија у пољопривреди доводи до нарушавања биодиверзитета и загађења вода. Наиме, неконтролисаном употребом агротехничких мера, директно утичемо на загађење земљишта које се услед спирања наводњавањем или природним путем, доводи до загађења површинских вода. Као и код подземних вода, спирањем земљишта долази до контаминација не само органским већ и неорганским материјама. Контаминирањем површинских вода директно утичемо и на здравље људи и животиња.

Губитак станишта

Чињеница је да човек данас низом својих активности постаје главни узрочник нестанка и смањења броја многих биљних и животињских врста. Међу угрожавајућим факторима који нарушавају биодиверзитет могу се навести губитак станишта и лоше располагање земљиштем (уништавање природних станишта ширењем пољопривредних површина, интензивна испаша, паљење примарне вегетације, тоталне сече шума, пошумљавање, хидромелиорациони радови, урбанизација и изградња инфраструктуре), прекомерна експлоатација врста (брање, лов, риболов), илегална трговина, интродукција алохтоних врста, појава инванзивних врста и загађење воде, ваздуха, земљишта.

Све промене које доводе до смањења биолошке разноврсности, а које су до данас евидентиране у свету, изражене су, у већој или мањој мери, и у нашој земљи. Негативно деловање све се више појачава и убрзава, чак и у оквиру заштићених делова природе. Последица загађења земљишта је и губитак станишта. Како крчење шума и ерозија земљишта напредују, животиње су принуђене да се преселе како би пронашле уточиште и храну. За неке животиње промена је превише трауматична па то доводи до њиховог изумирања.

Повећани ризик од пожара

Под дејством различитих загађивача долази до исушивања земљишта што може довести до пожара који мога да захвате велика подручја.

2.1.5. Перзистентни органски загађивачи (ПОПс) у земљишту

Ова група органских једињења, природног или антропогеног порекла, поседује посебну комбинацију физичких и хемијских својстава тако да, када се испусте у животну средину, остају нетакнута изузетно дуго времена, јер су отпорна на фотолитичке и хемијске утицаје, а неке од њих на биолошку деградацију.

У ову групу спадају органохлорни пестициди (ОЦП), као и полихлоровани бифенили (ПЦБ) и неки полициклични ароматични угљоводоници (ПАХ). ОЦП су органски молекули са повезаним атомима хлора, високом липофилношћу и, обично, високом неуротоксичношћу. Примери ОЦП-а су хлоровани инсектициди, као што су дихлородифенилтриклоретан (ДДТ), алдрин, диелдрин, хептахлор и ендрин. ОЦП су типично комерцијална синтетичка органска једињења. Током 1940-их, многи хлорисани инсектициди су били широко примењени због њихове ефикасности у контроли маларије и тифуса, као и у пољопривреди и складиштењу. Међутим, у Европи и многим земљама широм света употреба и производња ОЦП су заправо забрањени због њиховог озбиљног утицаја на животну средину [2].

Доказано је да је, на пример, у пољопривреди ефикасност примењених пестицида веома ниска због њихове појаве у праху. У екстремним случајевима, само 3% је достигло своје циљеве, али је преостали део био раширен и могао се наћи на удаљености до 2000 m од третираног поља [2]. Штавише, ОЦП су пронађени у резервоарима подземне воде, морима и океанима. Показују високу стабилност и подложни су акумулацији у живим организмима и седименту.

Полихлоровани бифенили (ПЦБ) се широко користе као диелектричне и расхладне течности у електричним претварачима, папиру за копирање без угљеника и у течностима за пренос топлоте, пластификаторима у бојама, пластици и производима од гуме. ПЦБ слични ОЦП подлежу дугом ваздушном транспорту и пронађени су у областима далеко од извора њиховог ослобађања. Као последица тога, налазе се у одређеним количинама у различитим матрицама широм света. ПЦБ-и су и даље у употреби, иако је њихова производња драстично опала од 1960-их, када је идентификовано мноштво проблема. Неки ПЦБ-и показују токсичне ефекте на људе. Делују као ендокрини дисруптори (нарочито блокирају функционисање штитасте жлезде), неуротоксини и карциногени.

Полициклични ароматични угљоводоници (ПАХ) настају као ненамерне супстанце у свим процесима сагоревања и пиролизе органских материјала. ПАХ се ослобађају у животну средину из природних и антропогених извора. Људске активности (нпр. индустријска активност, емисије из индивидуалних система за грејање кућа, и друмски и ваздушни транспорт) су тренутно главни извори ПАХ, а

контаминација земљишта овим једињењима је посебно озбиљан проблем у индустријским подручјима високе густине. Стога, профил емисије ПАХ-а може представљати важан дијагностички алат за идентификацију њихових извора загађења. Агенција за заштиту животне средине (ЕПА) је навела 16 ПАХ као приоритетне загађиваче јер се сматрају могућим или вероватним канцерогенима за људе [2]. Стога, њиховим изворима емисије, дистрибуцији, садржају и могућој изложености људи треба посветити више пажње.

ПОП остаци који се јављају у земљишту могу негативно утицати на живе организме и биљке и са контаминираним прехранбеним производима улазе у ланац исхране људи. Судбину и понашање органских загађивача у земљишту контролишу многи различити фактори укључујући карактеристике земљишта (текстуру), хемијска својства, рН, органску материју и факторе животне средине као што су температура и влага. Степен до којег су ПОПс подложне у земљишту различитим процесима зависи од ефикасности биоразградње и капацитета сорпције који одређују њихову дисипацију, отпорност и покретљивост.

Садржај остатака органских загађивача у земљишту је нето ефекат биоразградње, испирања и/или испаравања, акумулације у биоти земљишта, као и задржавања и/или секвестрације минералима глине и органске материје у земљишту. Због негативног утицаја ПОПс на животну средину, спроведени су многи истраживачки пројекти или програми мониторинга на националном или регионалном нивоу како би се утврдио садржај њихових остатака у земљишту, посебно из руралних подручја.

2.1.6. Микропластика у земљишту

Микропластика (МП) је загађивач који се појављује у површинским слојевима земље, а појавили су се докази за значајне ефекте МП на биолошке и екосистемске функције земљишта. Главни извори МП укључују распрострањење канализационог муља и компоста из биоотпада, пластичну фолију за малчирање која се користи у хортикултурним пољима, наводњавање отпадним водама и процедурне воде са депонија, између осталог [7].

Програм УН за животну средину (УНЕП, 2014) наводи загађење услед микропластике (МП) као једно од десет највећих еколошких проблема због њиховог присуства и штетних утицаја на водене и копнене екосистеме (углавном земљишта) и деловање као транспортни вектор за друге потенцијалне загађиваче, укључујући људске патогене, органске загађиваче и тешке метале [7]. Забринутост због загађења МП је због њихове изузетно мале величине, споре стопе деградације у амбијенталним условима и недостатка ефикасних техника детекције у системима животне средине. Извори МП у копненим екосистемима генерално се деле на примарне и секундарне.

Примарни извори микропластике су углавном везани за примену органских ђубрива, компоста и канализационог муља, употребу пластичних малчева у пољопривреди, плављење и наводњавање отпадним водама контаминираним МП у пољопривредној пракси и атмосферско таложење. Секундарни извори углавном укључују деградацију макропластике у животној средини и процедурне воде са депонија. Земљиште може бити канал за улазак МП у ланац исхране кроз фауну и флору способану да апсорбује МП.

На миграцију, поделу и деградацију МП у околини земљишта утичу карактеристике МП честица (величина, облик, густина и тип полимера), клима (ветар, падавине и температура), физика и биохемија земљишта (нпр. биота земљишта) и други фактори животне средине (нпр. механички поремећаји). Штавише, површине МП могу бити позитивно или негативно наелектрисане услед временских утицаја трења са честицама тла и оксидације сунчеве светлости да би се произвео електрични набој, што ће утицати на својства и процесе миграције МП [7].

2.1.7. Мере против загађења

Основне мере заштите од загађења земљишта подразумевају смањење употребе загађујућих материја у пољопривреди и уопште смањење загађења како воде тако и ваздуха. Стога је неопходан мониторинг загађујућих материја у земљишту и елиминација узрока загађења с циљем редукције количине загађујућих материја.

Загађено земљиште се одређеним мерама може санирати. Један од начина заштите земљишта јесте пошумљавање, којим се спречава ерозија земљишта и смањује изложеност штетним материјама а самим тим повећава и плодност земљишта. У новије време, прекомерна употреба пестицида, довела је не само до загађења земљишта већ и воде и ваздуха, те је неопходно спроводити контролисану употребу хемијских средстава за заштиту, првенствено у пољопривреди с циљем спечавања загађења земљишта.

Депоније као места изражене контаминације земљишта, које поред тога што заузимају значајне површине представљају извориште штетних концентрованих материја које као процедурне воде доспевају преко земљишта и до подземних вода. С циљем заштите загађења земљишта треба настојати да се смањи количина чврстог отпада и унапређивати рециклажа где је могуће.

С циљем снижења концентрације загађујућих материја до нивоа који је законом предвиђен или који не представља опасност по животну средину и здравље људи, врши се ремедијација земљишта. У зависности од врсте и обима загађења, као и загађеног медија (подземне и површинске воде или земљиште) примењују се различите методе ремедијације као што су ремедијација третманом воде, биоремедијација апликацијом адекватних сојева бактерија, итд.

С обзиром да загађено земљиште директно утиче на здравље људи кроз директан контакт са земљом или непосредно удисањем загађивача који су испарили са површине земљишта и инфилтрацијом загађености земљишта у подземне воде које се користе за људску исхрану, неопходно је санирати загађење. Разликујемо три технике ремедијације земљишта:

- ◇ *In situ*: контаминирајуће супстанце се уклањају из тла на лицу места без ископавања земљишта.
- ◇ *On site*: контаминирано земљиште се ископава, на лицу места деконтаминира и враћа на првобитну локацију,
- ◇ *Ex situ*: контаминирано земљиште се ископава и транспортује ради третирања и обраде на неком другом месту.

2.1.8. Мониторинг загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту

На основу података Републичког завода за статистику, у Републици Србији 67,3% од укупне површине (88.361 km²) чини пољопривредно земљиште различитих бонитених класа. Преосталих 27,5% чине шуме и шумска земљишта, и 5,2% су непродуктивна земљишта. У структури пољопривредног земљишта, по категоријама коришћења, евидентно је високо учешће обрадивих површина (83%). 65,5% чине оранице, 4,8% воћњаци, 1,4% виногради, 12,0% ливаде и 16,3% пашњаци. Уситњеност парцела, екстензивност коришћења, недовољно уношење органске материје и деградациони процеси изазвани деловањем природе и човека су најчешћи проблеми код коришћења земљишта у РС. Ништа мањи проблем су и територије угрожене поплавама и другим неповољним утицајима вода, и то посебно у долинама већих водотока.

Основни стратешки циљеви одрживог коришћења земљишта које треба спровести требају бити усмерени ка:

- ◇ усклађивању законодавних аката везаних за коришћење и заштиту земљишта са законодавством ЕУ;
- ◇ спречавању даљег губитка земљишта и очувању и побољшању његовог квалитета, посебно у домену индустријских, рударских, енергетских, саобраћајних и осталих активности и
- ◇ заштити од деградације, промени намене и уређењу пољопривредног земљишта.

За остваривање ових циљева потребно је: ускладити постојеће прописе са законодавством ЕУ и УН о коришћењу земљишта и заштити животне средине; идентификовати и изабрати групе параметара квалитета земљишта који ће се примењивати при мониторингу и контроли плодности; изградити мреже контроле плодности земљишта, оснажити институције које ће се бавити заштитом,

уређењем и коришћењем пољопривредног земљишта, као и формирати лабораторију на националном нивоу која ће се бавити земљиштем и минералним ресурсима. Неопходно је формирати базу података о земљишту.

Обавеза успостављања систематског мониторинга земљишта на простору Републике Србије дефинисана је Законом о заштити животне средине (Службени гласник РС, бр.135/04, 36/2009, 36/2009 – др. закон, 72/2009 – др. закон и 43/2011 – одлука УС, 14/2016, 76/2018, 95/2018 – др. закон) [1] и утврђена стратешким документима у области заштите животне средине (Национални програм заштите животне средине, Национална стратегија одрживог развоја Републике Србије, Акциони план за спровођење Стратегије одрживог развоја и другим документима).

Усвајањем Закона о заштити земљишта (Службени гласник РС, бр 112/2015) [8], обезбеђена је основа за успостављање систематског праћења квалитета земљишта, доношење програма систематског праћења стања и квалитета земљишта и одржавање базе података о стању и квалитету земљишта, у државној и локалној мрежи мониторинга (члан 28).

Усвајањем Уредбе о граничним вредностима загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту (Службени гласник РС, број 30/2018 и 64/2019) [9], утврђене су граничне вредности чије прекорачење указује на ниво контаминације који нарушава еколошку равнотежу, намеће додатна испитивања тог земљишта као и ограничења у начину управљања.

Уредбом о систематском праћењу стања и квалитета земљишта (Службени гласник РС, 88/2020) [10], прописана је методологија за систематско праћење квалитета и стања земљишта, као и критеријуми за одређивање броја и распореда мерних места, у државној и локалној мрежи. У складу са чланом 7. исте Уредбе подаци добијени реализацијом програма систематског праћења квалитета земљишта, саставни су део информационог система заштите животне средине и достављају се Агенцији за заштиту животне средине.

Граничне вредности загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту чије прекорачење указује на ниво контаминације који нарушава еколошку равнотежу, намеће додатна испитивања тог земљишта као и ограничења у начину управљања. У случају прекорачења граничне максималне и ремедијационе вредности загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту (табела 1) и граничних концентрација загађујућих материја у подземним водама утврђених посебним прописом, врше се додатна истраживања на контаминираним локацијама ради утврђивања степена загађености земљишта и израде пројеката ремедијације и рекултивације.

Табела 1. Граничне максималне и ремедијационе вредности загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту у складу са Уредбом о граничним вредностима загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту (Службени гласник РС, број 30/2018 и 64/2019) [9].

	Земљиште (mg/kg апсолутно суве материје)	
	Гранична максимална вредност	Ремедијациона вредност
Метали		
Кадмијум (Cd)	0,8	12
Хром (Cr)	100	380
Бакар (Cu)	36	190
Никл (Ni)	35	210
Олово (Pb)	85	530
Цинк (Zn)	140	720
Жива (Hg)	0,3	10
Арсен (As)	29	55
Баријум (Ba)	160	625
Кобалт (Co)	9	240
Молибден (Mo)	3	200
Антимон (Sb)	3	15
Берилијум (Be)	1,1	30
Селен (Se)	0,7	100
Телур (Te)	-	600
Талијум (Th)	1	15
Калај (Sn)	-	900
Ванадијум (V)	42	250
Сребро (Ag)	-	15
Неорганска једињења		
Цијаниди - слободни	1	20
Цијаниди - комплекс (pH < 5) ^{1*}	5	650
Цијаниди - комплекс (pH ≥ 5)	5	50
Тиоцијанати (укупни)	1	20
Бромиди (mgBr/l)	20	-
Флуориди (mgF/l)	500*	-
Ароматична органска једињења		
Бензен	0,01	1
Етилбензен	0,03	50
Толуен	0,01	130
Ксилени	0,1	25
Стирен (винилбензен)	0,3	100
Фенол	0,05	40
Крезол (укупни)	0,05	5
Катехол (о-дихидроксибензен)	0,05	20

Резорцинол (m-диhidроксибензен)	0,05	10
Хидрохинон (p-диhidроксибензен)	0,05	10
Додецилбензен	-	1000
Ароматични растварачи	-	200
Полициклични ароматични угљоводоници (ПАХ)		
РАН (укупни) ^{2*}	1	40
Хлоровани угљоводоници		
Винилхлорид	0,01	0,1
Дихлорметан	0,4	10
1,1-дихлоретан	0,02	15
1,2-дихлоретан	0,02	4
1,1-дихлоретен	0,1	0,3
1,2-дихлоретен (цис, транс)	0,2	1
Дихлорпропан	0,002	2
Трихлорметан (Хлороформ)	0,02	10
1,1,1- трихлоретан	0,07	15
1,1,2-трихлоретан	0,4	10
Трихлоретен	0,1	60
Тетрахлорметан	0,4	1
Тетрахлоретен	0,002	4
Хлорбензени (укупни) ^{3*}	0,03	30
Хлорфеноли (укупни) ^{4*}	0,01	10
Хлоронафтален	-	10
Монохлоранилин	0,005	50
Полихлоровани бифенили (укупни) ^{5*}	0,02	1
Екстрактабилна халогенизована органска једињења (ЕОХ)	0,3	-
Дихлоранилин	0,005	50
Трихлоранилин	-	10
Тетрахлоранилин	-	30
Пентахлоранилин	-	10
4-хлорметилфенол	-	15
Диоксин	-	0,001
Пестициди		
DDT/ DDD/ DDE (укупни)	0,01	4
Дрини ^{6*}	0,005	4
Алдрин	0,00006	-
Диелдрин	0,0005	-
Ендрин	0,00004	-
НСН-једињења ^{7*}	0,01	2
α-НСН	0,003	-
β-НСН	0,009	-
γ-НСН	0,00005	-

Атразин	0,0002	6
Карбарил	0,00003	5
Карбофуран	0,00002	2
Хлордан	0,00003	4
Ендосулфан	0,00001	4
Хептахлор	0,0007	4
Хептахлорепоксид	0,0000002	4
Манеб	0,002	35
МСРА ^{8*}	0,00005	4
Органо калајна једињења (укупни)	0,001	2,5
Азинфосметил	0,000005	2
Остале загађујуће материје		
Циклохексанон	0,1	45
Фталати (укупни) ^{9*}	0,1	60
Укупни нафтни угљоводоници (фракције C ₆ -C ₄₀)	50	5000
Пиридини	0,1	0,5
Тетрахидрофуран	0,1	2
Тетрахидротиофен	0,1	90
Трибромометан	-	75
Акрилонитрил	0,000007	0,1
Бутанол	-	30
1,2 бутилацетат	-	200
Етилацетат	-	75
Диетиленгликол	-	270
Етиленгликол	-	100
Формалдехид	-	0,1
Изопропанол	-	220
Метанол	-	30
Метил-терцијарни-бутил-етар (МТВЕ)	-	100
Метилетилкетон (МЕК)	-	35

^{1*}-Вредност рН се одређује у 0.01 М СаСl₂.

^{2*}-Сума десет полицикличних ароматичних угљоводоника (antracen, benzo(a)antracen, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, kizren, fenantren, fluoranten, indeno(1,2,3-cd)piren, naftalen и benzo(ghi)perilen).

^{3*}-Збир свих хлорбензена (моно-,ди-, три-, тетра-,пента- и хексахлорбензена).

^{4*}-Збир свих хлорфенола (моно-, ди-, три-, тетра- и пентахлорфенола).

^{5*}-У случају ремедијационих вредности у обзир се узима сума конгенера полихлоровани бифенили: РСВ 28, 52, 101, 118, 138, 153 и 180; а у случају граничних максималних вредности узима се у обзир сума истих конгенера осим РСВ 118.

^{6*}-Под "дринима" подразумева се сума алдрина, диелдрина и ендрина.

^{7*}-Под НСН (хексахлорциклохексан) подразумева се сума α-НСН, β- НСН, γ- НСН и δ- НСН.

^{8*}-МСРА - 4-хлоро-о-толуоксиацетилна киселина (C₉H₉ClO₃).

^{9*}-Збир свих фталата.

* -диференцијација по садржају глине: (F) = 175 = 13·1 (l= % глине).

Мониторинг квалитета земљишта у АП Војводини који се финансира од стране Покрајинског секретаријата за урбанизам и заштиту животне средине [11], обухвата праћење хемијских, радиолошких и биолошких индикатора квалитета:

- ◇ пољопривредног земљишта (50 локалитета по критеријуму заступљености појединих геоморфолошких целина – алувијални наноси, лесни плато, лесна тераса, еолски пескови, Фрушка гора и Вршачке планине и типова земљишта, преко 1000 ha),
- ◇ непољопривредног земљишта у индустријским зонама већих градова, заштићеним природним добрима, у близини бензинских пумпи и на дечијим игралиштима и у околини основних школа (индустријске зоне Панчева, Беоцина, Сомбора, Новог Сада, Врбаса, Зрењанина, Суботице и Кикинде; преко 39 локалитета у најзначајнијим природним добрима; 9 мерних места око бензинске пумпе “Минут” на аутопуту Е75 Београд-Нови Сад; 30 објеката у оквиру ПУ “Радосно детињство” Нови Сад),
- ◇ квалитет земљишта на депонијама у АПВ. На свим комуналним депонијама на територији АП Војводине (45 локалних самоуправа) и
- ◇ квалитет земљишта на дивљим депонијама у АПВ. Локације обухваћене мониторингом су дивље депоније/сметлишта на територији АП Војводине, а одабране су на основу достављених података из Упитника о управљању отпадом у локалним самоуправама [11].

2.2. Загађивачи воде

Вода је најраспрострањенија материја у природи која је због својих јединствених особина неопходна за одржавање живота на Земљи. Вода је течност без мириса и укуса која је присутна скоро свуда: у океанима, морима, рекама, језерима, гасовита у облацима, замрзнута у глечерима или у великим подземним базенима испод кречњачких стена.

Карактерише је способност да прими и транспортује најразноврсније загађиваче, али и да их тешко отпусти. Због тога је глобални проблем рационалног коришћења и заштите вода у свету све израженији. Осим што је неопходна за живот, вода представља животну средину за многе организме, а здравље људи, али и њихова радна способност у многome зависе од квалитета пијаће воде. Вода је јединствена супстанца, јер може природно да се обнавља и чисти, дозвољавајући загађивачима да се таложе (процесом седиментације) или разграђују, или разблажујући загађиваче до тачке у којој нису у штетним концентрацијама.

Међутим, овај природни процес захтева време и тежак је када се у воду додају превелике количине штетних загађивача. А људи користе све више и више материјала који загађују изворе воде из којих пијемо.

Последњих година све чешће се појављују велики цветови плаво зелених алги. Они су узроковани вишком фосфора у води. Употреба ђубрива је данас 15 пута већа него 1945 [2]. Воду непрестано користи живи свет који без ње не може да живи. Људско тело чини 72% воде, при чему оно стално уноси и избацује нове количине. Вода је пресудна за метаболизам у организму, пошто омогућује варење и касније растварање хране у ћелијама, али и чишћење ћелија од отпада.

У зависности од температуре и притиска, растојања између молекула воде су мања или већа, а везе међу њима јача или слабија па се вода јавља у више стања: чврсто, течна и гасовита. Прелазак воде из једног агрегатног стања у друго постиже се повећањем или смањењем температуре. 71% Земљине површине чини вода али од тога свега 0,5 - 1% воде на Земљи је доступно за људску употребу и стога је загађење воде један од највећих проблема који може имати несагледиве последице по живи свет [2,12].

Поделу воде можемо направити према месту појаве у природи, степену чистоће и употреби.

Према месту појаве у природи разликујемо:

- ◇ Атмосферске воде (киша, снег, магла) које се појављују повремено за време падавина или при топљењу снега и најчешће нису значајније загађене, али ипак доприносе загађењу спирањем загађених површина у канализационе мреже а са друге стране могу представљати велико хидрауличко оптерећење за канализациону мрежу и постројења за обраду комуналних отпадних вода. Загађујуће материје атмосферских вода су углавном инертне и оне се најчешће могу без икакве претходне обраде испуштати у пријемне водотоке. Међутим атмосферске воде у индустријским предузећима могу бити значајније загађене и то углавном истим загађујућим материјама као и индустријске отпадне воде тих истих предузећа. Овакве атмосферске, кишне, воде морају да се подвргну одређеном степену обраде пре испуштања у водотокове.
- ◇ Подземне и изворске воде - карактерише то да су довољно чисте и сматрају се погодним за исхрану људи. Ове воде се добијају директно из подземних резервоара и
- ◇ Површинске воде (реке, језера, потоци, водоакumulације) - настају од атмосферских вода, сливањем.

Према степену чистоће разликујемо:

- ◇ Сирову пречишћену воду
- ◇ Чисту, механичку и пречишћену воду
- ◇ Омекшану, делимично или потпуно деминерализовану
- ◇ Отпадну, загађену вода

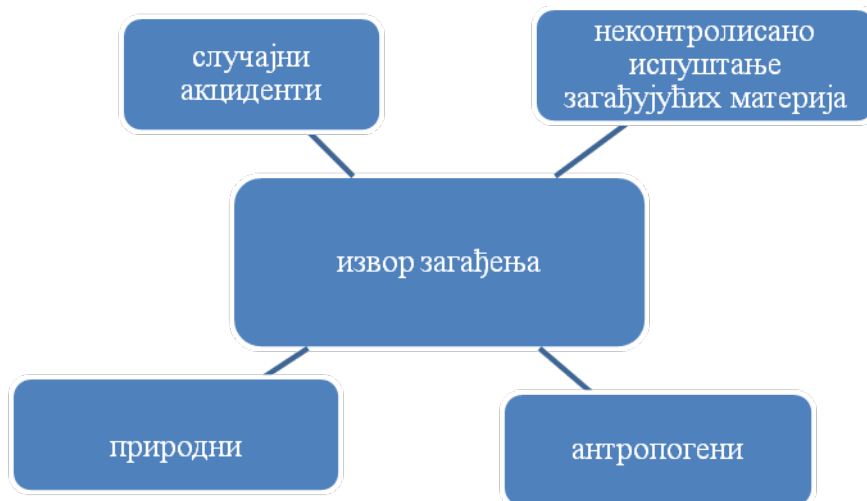
Према употреби разликујемо:

- ◇ Вода за пиће

- ◇ Вода за купање
- ◇ Вода за технолошку употребу
- ◇ Вода за наводњавање

Природно загађивање вода (слика 5), је процес на који не можемо утицати и настаје углавном када услед повећаних падавина дође до спирања и уношења штетних материја у воду које могу довести до промене физичко-хемијског састава воде, нарушавајући природни екосистем. Чињеница је да у природи ретко срећемо чисту воду, јер у њу процесом кружења материја доспевају разни гасови, минерали, радиоактивне материје, микроорганизми, микропластиака и др. Природне воде са изузетком, чистих изворских вода су често подложне цветању воде.

С друге стране имамо вештачко загађивање, изазвано делатношћу човека, било случајно било намерно. Услед људских активности, развојем индустрије, долази до стварања великих количина отпадних вода, чијим уносом у природне реципијенте долази до нарушавања екосистема. Завишно од врсте и количине унетих штетних материја, различити су и степени загађења. Различите категорије вода (атмосферске, површинске, подземне) су изложене процесима загађивања. Главни извори загађена вода су загађења изазвана индустријским отпадом, отпадним водама, пољопривредна производња, издувни гасови и др.



Слика 5. Шематско приказ извора загађења вода (оригинал)

Перзистентни органски загађивачи (ПОП) су органске хемикалије које могу да опстану у животној средини дужи период због своје биоразградљивости. Прожимајуће и биоакумулативно понашање ПОП-ова чини их веома токсичним за врсте животне средине, укључујући биљке, животиње и људе. Као примарни извор ових токсичних једињења издвајају се пољопривредне и индустријске активности,

које се испоручују у ваздух, земљиште и воду, утичући на друштвени и економски напредак друштва у светским размерама.

ПОПс су група супстанци које је направио човек, од којих већина дели карактеристике као што су ниска растворљивост у води (не растварају се лако у води), способност акумулације у масти (висока липофилност) и отпорност на биоразградњу (потребно им је веома дуго време да се покваре и престану да буду штетни). Назив ПОПс односи се на многе загађиваче као што су пестициди као што је ДДТ и загађивачи попут ПЦБ-а. Ове хемикалије потичу од пестицида, индустријских хемикалија и нежељени су нуспроизводи индустријских процеса или сагоревања [12,13].

„ДДТ“ је скраћеница за дихлородифенилтриклетан. То је забрањени пестицид који се, без обзира на то, и даље користи првенствено у тропским земљама за убијање комараца који шире болести. „ПЦБ“ означава полихлороване бифениле. То може бити једна или комбинација 209 хемикалија које су сличне по структури и које чине категорију загађивача званих ПЦБ. Тешко их је уништити, не кваре се лако сами и данас се користе у производњи иако уз веома строгу контролу и прописе за њихову употребу и одлагање. Ово су само два примера многих опасних хемијских загађивача које називамо ПОПс [13].

ПОПс су у стању да путују на велике удаљености због карактеристика које деле (ниска растворљивост, висока липофилност и отпорност на биоразградњу). ПОПс се такође биоакумулирају у ланцу исхране и стога представљају ризик по људско здравље. То што се могу транспортовати далеко од свог извора значи да ни једно географско подручје нити било која мрежа хране не могу избећи одређени ниво утицаја присуства ПОПс [13].

Постоје два главна извора загађења воде; тачкасти извори и нетачкасти извори. Тачкасти извори укључују фабрике, постројења за пречишћавање отпадних вода, септичке системе и друге изворе који јасно испуштају загађиваче у изворе воде. Нетачкасте изворе је теже идентификовати, јер се не могу пратити до одређене локације. Нетачкасти извори укључују отицање укључујући седимент, ђубриво, хемикалије и животињски отпад са фарми, поља, градилишта и рудника. Депоније такође могу бити нетачкасти извор загађења, ако се материје са депоније испуштају у водоснабдевање.

Загађиваче воде можемо сврстати у шест категорија:

1. Биоразградиви отпад састоји се углавном од људског и животињског отпада. Када биоразградиви отпад уђе у водоснабдевање, отпад обезбеђује извор енергије (органски угљеник) за бактерије. Органски угљеник се претвара у угљендиоксид и воду, што може изазвати загађење атмосфере и киселе кише; овај облик загађења је далеко распрострањенији и проблематичнији од других облика загађивача, као што је радиоактивни отпад. Ако у води постоји велика количина органске материје, бактерије које троше кисеоник (аеробне) се брзо размножавају, троше сав расположиви кисеоник и убијају све водене животиње.

2. Биљне хранљиве материје, као што су фосфати и нитрати, улазе у воду кроз канализацију, као и отицање осоке и ђубрива. Фосфати и нитрати се такође налазе у индустријском отпаду. Када има превише азота или фосфора у водоснабдевању, почињу да се развијају алге. Када алге цветају, вода може постати зелена, замућена и лоше мирисати. Коров почиње да расте и бактерије се шире. Биљке које се распадају троше кисеоник у води, ометајући живот у води, смањујући биодиверзитет, па чак и убијајући водени живот. Овај процес, назван еутрофикација, је природан процес, али се генерално дешава током хиљада година. Еутрофикација омогућава језеру да стари и постане богатије хранљивим материјама; без загађења нутријентима, ово може потрајати 10.000 година, али загађење може учинити да се процес одвија 100 до 1000 пута брже [12].

3. Топлота може бити извор загађења у води. Како температура воде расте, количина раствореног кисеоника се смањује. Термичко загађење може бити природно, у случају топлих извора и плитких бара у летњем периоду, или људско, кроз испуштање воде која је коришћена за хлађење електрана или друге индустријске опреме. Рибе и биљке захтевају одређене температуре и нивое кисеоника да би преживеле, тако да топлотно загађење често смањује разноврсност воденог живота у води.

4. Седимент је један од најчешћих извора загађења воде. Седимент се састоји од минералне или органске чврсте материје која се испере или издува са копна у изворе воде. Загађење седиментима је тешко идентификовати, јер долази из нетачкастих извора, као што су грађевинарство, пољопривреда и сточарство, сеча, поплаве и градско отицање. Седимент може изазвати велике проблеме, јер може зачепити комуналне водоводне системе, угушити водени живот и узроковати да вода постаје све мутнија. И замућена вода може изазвати топлотно загађење, јер замућена вода апсорбује више сунчевог зрачења.

5. Опасне и токсичне хемикалије су обично материјали које је направио човек који се не користе или не одлажу на одговарајући начин. Тачкасти извори хемијског загађења укључују индустријска испуштања и изливање нафте. Нетачкасти извори хемијског загађења укључују отицање са асфалтираних путева и отицање пестицида. Многи људи мисле да индустрије производе највећу количину хемијског загађења. Али домаћа и лична употреба хемикалија може значајно допринети хемијском загађењу. Средства за чишћење у домаћинству, боје, и растварачи су такође токсични и могу да се акумулирају када се сипају у канализацију или испирају у тоалет. У ствари, једна кап искоришћеног моторног уља може да загади 25 литара воде. И људи који користе пестициде у својим баштама и травњацима имају тенденцију да користе десет пута више пестицида по хектару него што би користио фармер.

6. Радиоактивни загађивачи обухватају испуштање отпадних вода из фабрика, болница и рудника уранијума. Ови загађивачи могу доћи и од природних изотопа, као што је радон. Радиоактивни загађивачи могу бити опасни и потребно је много година док се радиоактивне супстанце више не сматрају опасним.

Седму категорију загађења воде би могла бити фармацеутски производи и производи за личну негу (често скраћени РРСР), укључујући лекове, лосионе и сапун, налазе се у све већој концентрацији у језерима и рекама. Научници су открили да многи РРСР делују као ометачи хормона, што значи да синтетички хормони у производима ометају природне хормоне код животиња, посебно риба које живе у води. Није било довољно истраживања да би се утврдили ефекти које РРСР могу имати на људе, али постоје докази који указују на то да ове хемикалије могу бити делимично одговорне за повећање рака и урођених мана [12].

Разноврсни облици вештачког загађивања вода дати су на сликама 6, 7 и 8.



Слика 6. Индустијско загађивања вода (преузето са <https://www.dreamstime.com> уз право коришћења)

Категорије загађења вода у које се уклапа кућни отпад су биоразградиви отпад, опасни и токсични хемијски загађивачи и РРСР. Генерално, постројења за пречишћавање отпадних вода су опремљена за ефикасно уклањање штетних материја које настају из биоразградивог отпада. Опасне и токсичне хемикалије које појединци испуштају у животну средину су опасније (и лакше их је спречити). Хемикалије, као што су средства за чишћење, боје, пестициди и растварачи, које се изливају у канализацију, представљају значајан и опасан облик загађења. Постројења за пречишћавање отпадних вода генерално нису опремљена за уклањање РРСР из отпадних вода; загађење воде од РРСР-а је све већа забринутост.

Индустријско загађење долази у различитим облицима. Постоје многи прописи у вези са врстама и количинама загађивача који се могу емитовати из индустрије.

Топлотно загађење обично изазивају индустрије, али многи региони су усвојили законе који захтевају да електране и индустрије охладе воду пре него што је испусте. Радови на изградњи, рударству и сечи дрва могу проузроковати велике количине седимента који загађује језера и потоке.

Највећи допринос пољопривреде загађењу вода је загађење нутријентима и седиментима. Отпад од стоке и ђубрива садржи азот и фосфор, који, ако се преносе у језера и потоке кроз отицање, могу изазвати значајне проблеме који резултирају прекомерним растом алги.

Стока производи велику количину отпада, који многи фармери користе као ђубриво на својим њивама чијим спирањем се уноси органска материја из ђубрива право у водотокове. Стога би у праксу требало увести сакупљање животињског отпада у лагунама или прскање пестицида у малим количинама и са минималним временом отицања. У сточарској производњи, највећа количина отпада се генерализује у процесу финализације производа, где настају највеће количине чврстог отпада и отпадних вода. У кланичној индустрији, на пр. 60% отпада, чини отпадна вода. Услед строгих хигијенских мера и захтева долази до велике потрошње чисте воде приликом финализације производа како у кланичној тако и прехранбеној индустрији, а слично је и у свим другим гранама индустрије.



Слика 7. Загађење воде изазвано испуштањем уља и нафте (преузето са <https://www.bionet-skola.com>)

Заједничко за све отпадне воде, које потичу првенствено из кланичне и прехранбене индустрије, јесте присуство углавном органских материја које се релативно лако разграђују. Када се ове отпадне воде, непречишћене, помешају са природним реципијентима или ослободе у земљиште, узрокују вишеструку штету.

Количина штете које овако унете отпадне воде могу проузроковати је заправо пропорционална количини суспендованих материја а зависи свакако, и од реципијента и углавном проузрокују нагли утросак кисеоника и промену хемиског састава воде на дужи или краћи период. Врло често, ове отпадне воде су богате и масним материјама које погодују развоју микроорганизама, који врло често, у оваквим водама задржавају инфективност и потенцијално могу угрозити здравље људи или животиња.

Данас је глобално загађење животне средине једно од најактуелнијих питања са којима се свакодневно суочавамо. Због развоја садашњег друштва, укључујући индустријске и пољопривредне области, загађење и отпад су драматично порасли последњих година. Међу свим загађивачима који се шире широм света, повећана употреба пластике је вероватно најочитија. Ипак, пластични предмети који се испуштају у делове животне средине прерађују се у мање јединице пластичног отпада, дефинисане, на основу својих димензија, као микро- пластика (МП) и нано- пластика (НП). Ове честице су класификоване као неки од најопаснијих тренутних микро-загађивача [7].



Слика 8. Загађење воде изазвано пластичном амбалажом (оригинал)

Пољопривредне праксе су водећи узрок загађења седиментима, јер су голе земље подложне великим количинама ерозије. Ерозија узрокује проблеме и извору воде и пољопривредном земљишту, које сваке године губи значајне количине горњег слоја тла. Загађење воде може бити природно и вештачко.

Физичко загађивање вода је процес који доводи до промене основних физичких параметара воде а то су: температуре, мутноће, односно замућености, радиоактивности и др., који су значајни за живот водених организамама и за човека који их користи у свакодневном животу.

Спектар физичких загађивача је широк и креће се од песка, муља, микропластике и других могућих чврстих честица, до топлоте, радиоактивности, боје, мириса. У физичке загађиваче донекле спада и комунални и индустријски отпад који такође и физички загађује воде. Воденом екосистему сметају и бука и вибрације које бродоградилница и друмски саобраћај стварају. Тиме се значајно ремети живот биљног и животињског света под водом, што може допринети у крајњој линији угинућу или измештању читавих животињских врста из тог еко система.

Загревање воде такође може бити врста физичког загађења. Наиме, када се вода загрева долази до промене смеша гасова у њој, али и количине кисеоника, што значајно може пореметити биодиверзитет тог воденог станишта. Најзначајније облике физичког загађивања вода представљају термална, а нарочито радиоактивна загађивања. Као последицу коришћења воде за хлађење у великом броју индустријских и енергетских процеса, огромне количине топлих отпадних вода доспевају у водене токове и акумулације, изазивајући повећање њихове температуре и за десетак степени (изливи из термоелектрана, нуклеарних централа, железара), што за последицу има повећање смртности водених организама а самим тим и до промена састава и структуре животних заједница водених екосистема. Стога је неопходно спровести мере заштите с циљем избегавања штетних последица, хлађењем воде пре повратка у природни екосистем.

У хемијске загађиваче воде спадају пестициди, алкалије, детерџенти, соли, феноли, киселине и др. Све хемикалије које могу доспети у реке и језера из којих се вода извлачи, пречишћава и дистрибуира кроз водове до потрошача, сматрају се хемијским загађивачима [2].

Према природи загађујућих материја хемијско загађење вода може бити органско и неорганско.

У неорганске загађиваче спадају растворљиве соли, растворљиви минерали из стена и кисели остаци (најчешће као остаци киселих киша).

Органско загађење потиче од индустријских и комуналних отпадних вода. Индустријске отпадне воде настају као продукт индустријске производње метала, нафте, прехранбених производа и др. Ове воде могу садржати и органске и неорганске контаминенте.

С друге стране имамо и комуналне отпадне воде које настају као последица активности становништва и могу садржати детерџенте, фекалије и различити отпад. Извори антропогеног загађивања воде са неорганским материјама су различите гране индустрије пољопривреда, металургија, хемијска и нафтна

индустрија али и депоније отпада и саобраћај, као и процеси експлоатације и обраде руда.

Биолошка загађења воде подразумева контаминацију воде са разним патогеним организмима (бактеријама, вирусима, гљивама, инсекатима и др.) који представљају узрочнике или преносиоце заразних болести. Већина ових организама доспева у воду која се користи у домаћинству. Оне могу узроковати веома опасне епидемије попут дизентерије, тифусне грознице итд. У загађеним водама живи и ларва комарца маларичара [2,12].

Вештачке загађиваче воде можемо поделити у две основне групе:

- ◇ концентрисане загађиваче
- ◇ расуте изворе загађивања.

Концентрисани загађивачи су насеља и разни објекти у којима се обавља нека делатност, а најчешће се налазе поред река, језера или мора. То су урбана насеља, индустријски објекти (хемијска, метална и металопрерађивачка индустрија, прерада руда, прехранбена индустрија, индустрија целулозе и папира, текстилна индустрија, производња грађевинског материјала, производња детерџената), енергетски објекти (термоелектране, топлане, нуклеарне електране, хидроенергетски објекти, прерада нафте, прерада угља), пољопривредни објекти за гајење животиња, депоније отпада и друго. Неопходно је да отпадне воде из концентрисаних загађивача пролазе третман пречишћавања, а затим да се канализационим системима упуштају у водопријемнике. С друге стране имамо расуте загађиваче, које карактерише неконтролисан унос загађујућих материја у водену средину, путем атмосферских падавина, спирања земљишта, путева и друго. Највећи расути загађивачи су пољоивредна земљишта са којих се спирају пестициди и ђубрива, депоније, саобраћајнице и друго.

Као последица уношења штетних материја у воду настају отпадне воде. Отпадне воде су све воде које након употребе постају хемијски и биолошки изумењене и загађене. Настају као нуспродукт активности из домаћинства, индустрије, комерцијалних садржаја, пољопривредних активности или површинског отицања атмосферских падавина.

Уредбом о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Сл. Гласник РС 67/2011, 48/2012, 1/2016) [14], између осталог, дате су одређене дефиниције различитих отпадних вода:

□ отпадне воде су воде са измењеним природним физичким, хемијским и/или биолошким особинама као резултат људске активности, као и атмосферске и друге воде;

□ отпадне воде из домаћинства су отпадне воде из стамбених насеља које потичу претежно од људских метаболизма и кућних активности;

□ друге отпадне воде су комуналне отпадне воде и све отпадне воде које нису технолошке и које воде порекло из објеката који служе за узгој животиња

(нпр. риба) или обављање стоматолошке делатности и других занатских делатности које немају технолошке отпадне воде

□ технолошке отпадне воде су отпадне воде које се изливају из технолошких постројења, односно индустријских објеката, и из просторија које се користе за вршење занатске делатности, осим санитарних отпадних вода и атмосферских вода; настају непосредно у технолошким процесима и операцијама као што је хлађење индустријских уређаја, транспорт сировина, уклањање производних отпадака и слично. Зависно од гране индустрије, индустријске отпадне воде могу садржати специфичне примесе, загађиваче, различитог степена токсичности. Као загађивачи у овој врсти отпадних вода могу се налазити и многи корисни и вредни материјали чијим извлачењем из отпадних вода се може постићи смањење степена загађености воде, а истовремено се може оствари и одређени економски ефекат.

□ комуналне отпадне воде су отпадне воде које првенствено воде порекло из домаћинства или су мешавина употребљене воде из домаћинства са технолошким водама и/или атмосферским водама. Комуналне отпадне воде су и отпадне воде које се сакупљају путем јавне канализације и воде порекло првенствено из јавних установа, хотела, ресторана, кампова, болница или пословних зграда (отпадне воде из домаћинства) или из постројења и објеката који служе у друге сврхе осим наведених, под условом да по саставу одговарају комуналним отпадним водама и/или да се биолошким третманима ове отпадне воде могу подједнако ефикасно пречишћавати као и отпадне воде из домаћинства. Комуналне отпадне воде у урбаним насељима загађују воде преко својих канализационих излива који се директно уливају у реке, језера или мора. У канализационим отпадним водама могу се наћи разне органске течности, детерџенти али и хемијска средства јер многобројни мањи индустријски и занатски објекти своје отпадне воде прикључују на канализацију насеља. Отпадне воде од људи, животиња могу да буду веома опасне, јер могу да изазову бактериолошку загађеност воде, што доводи до хидричних епидемија. Како ове воде потичу од излучевина, умивања, купања и органских отпадака хране оне садрже велики број клица. Комуналне отпадне воде садрже органске материје у које спадају: физиолошке излучевине људи и остаци хране, а уз то има и неорганских материја које потичу од средства са прање, разних детарџената и чврстих комада различитог састава. Сапуни и детарџенти су површински активна једињења која мењају површински напон воде и концентришу се на површину воде. Атмосферске воде као и вода за прање улица спирају разне расуте загађујуће материје и односе их у мора, језера, реке. Оне најчешће садрже: сулфате, хлориде, нитрате, нафту, уља, разне отпатке и низ других органских и неорганских једињења

□ атмосферске отпадне воде се појављују повремено за време падавина или при топљењу снега. Могу представљати велико хидрауличко оптерећење за канализациону мрежу или постројење за пречишћавање комуналних отпадних вода. Најчешће садрже загађујуће материје: минералне материје (прашина, песак,

лишће и слично у зависности од површине са које се сливају). Најчешће се могу без икакве претходне обраде испуштати директно у пријемне водотоке.

Отпадне воде се преко канализационих система испуштају у природне реципијенте. Утицај отпадне воде на реципијент може се дефинисати када је познат квалитет и квантитет загађујућих супстанци у отпадној води, али и њена количина и проток. Количина отпадне воде се може прецизно одредити директним мерењем, или мање поуздано процењивањем, односно израчунавањем на основу капацитета и трајања рада пумпи за транспорт отпадне воде, количине потрошене воде и друго.

Проток отпадне воде је значајан параметар којим се дефинише утицај отпадне воде на водопријемник.

Тако, чак иако је количина загађујућих материја у отпадној води релативно мала, при великом протоку отпадне воде, у водопријемник се може унети значајна количина загађујућих материја.

Квалитет који треба да поседује пречишћена отпадна вода да би се испустила у реципијент регулисан је одговарајућим емисионим стандардима. Потребно је познавати граничне вредности емисије (ГВЕ) за упуштање пречишћених отпадних вода у водоток - реципијент.

Сам процес третирања отпадних вода започиње њиховим прикупљањем, затим третманом пречишћавања, а завршава се транспортом и упуштањем у коначни пријемник. Осим отпадних вода које канализационим системом доспевају у реке, загађења могу да потичу и од подземних вода уколико су оне загађене. Међутим много је гора ситуација када оштећена канализација загађује подземне воде које се користе за пиће.

Осим отпадних вода из домаћинства у канализацији се могу наћи многи други загађујући елементи и једињења која потичу од разних радионица, занатских радњи и индустрија. Отпадне воде носе са собом широк спектар загађивача, а најпроблематичнији су свакако биолошки загађивачи, попут паразита, вируса, колиформних бактерија и ешерихије коли.

Као последица загађења воде и промене физичко-хемијског састава воде, може доћи до промене категорије воде где је даље онемогућена њена употреба. Загађење воде може довести до болести људи, угинућа птица, помора риба (слика 9) и др. Једна од последица, загађења воде, јесте „цветање воде“ тј. премножавања водених биљака услед чега долази до нарушавања самог екосистема и масовног угинуће водених организама због недостатка кисеоника. Узроци еутрофизације су приказани на слици 10.



Слика 9. Помор риба услед загађења вода (оригинал)



Слика 10. Шематски приказ узрока, ефеката и последица загађења вода (оригинал)

2.2.1. Еутрофикација

Продукт цветања воде (слика 11) су цијанобактерије и неке од њих карактерише висока токсичност. Цијанотоксини су секундарни производи цијанобактерија. По хемијском саставу то су пептиди, алкалоиди и алкилфеноли. Цијанотоксини су увршети на листу критичних контаминената (CCL-2), светске агенције за заштиту животне средине (ЕРА) [12].

С обзиром да цијанотоксини могу бити летални у релативно малим концентрацијама, свака појава цветања цијанобактерија у води се мора посматрати као потенцијална опасност по живи свет. Светска здравствена организација (ВНО) је у извештају навела постојање индиција да цијанотоксини имају тератогени ефекат, док је мутагени ефекат искључен на основу ин виво и ин витро истраживања. Међутим, новија истраживања су показала јасне *in vivo* тератогене и мутагене ефекте микроцистина-ЛР, као најзаступљенијих цијанотоксина. Испитивања су показала да микроцистини могу довести до прелома ДНК ланаца у ћелијама јетре [12].

Еутрофикација представља процес повећане производње (биомасе) живог света у водама, због повећаног протока хранљивих материја и других супстанци.

Воде у којима се одвија еутрофикација су еутрофне воде. Повећана производња органске материје доводи до:

- ◇ смањења резерви кисеоника у води (јер се кисеоник троши оком процеса оксидације органске материје),
- ◇ стварања додатне количине биогених елемената (азота и фосфора) и
- ◇ стварања анаеробних услова у слојевима при дну (сулфати се претварају у сулфиде).

Еутрофикација је природан процес, али са додатним уношењем загађујућих материја у водно тело може доћи до убрзања овог процеса, када је реч о загађењу.

Степен органске продукције или трофичности водног екосистема је показатељ квалитета вода.

Према степену трофичности воде се могу поделити у:

- ◇ слабо продуктивни - олиготрофни,
- ◇ средње продуктиван – мезотрофни и
- ◇ веома продуктивни – политрофни или еутрофни.



Слика 11. Цветање воде као последица превелике количине алги (оригинал)

Можемо очекивати да ће многе врсте изумрети због недостатка станишта и промена у водном билансу. У економском смислу, то доводи до смањења улова за комерцијални и рекреативни риболов, што значи мањи улов и скупљу храну.

Контрола раствореног кисеоника (ДО) је критична у узгоју рибе. Односи се на ниво слободног, невезаног кисеоника у води или другим течностима. Овај слободни кисеоник стога није везан ни за један други елемент и пружа информације о квалитету воде, јер директно утиче на живе организме у води.

У аквакултури или рибњаку, вредност ДО треба да буде између 5 и 12 mg/l. Између осталог, неопходан је за фотосинтезу фитопланктона и стога је основа функционалног ланца исхране. Здрав екосистем и здрава риба захтевају засићеност кисеоником од 60-70%. Генерално, већина врста риба ће расти и напредовати у опсегу ДО од 5–12 mg/l (ppm). Међутим, ако нивои падну испод 4 mg/l, неке врсте могу престати да се хране, доживе стрес и почну да угињавају [15].

Недостатак кисеоника обично се јавља у летњим месецима јер топлија вода задржава мање кисеоника од хладније воде. На пример, вода са температуром од 32°C може задржати до 7,3 mg/l кисеоника, док вода на 7°C може задржати 12,1 mg/l [15]. Како температура воде расте, ниво кисеоника се смањује. Више температуре такође повећавају брзину метаболизма рибе, што доводи до потребе за више кисеоника у самом узгоју рибе.

2.2.2. Нитратна директива

Нитратна директива (*Council Directive 91/676/EEC*) [16] из 1991. године је пропис Европске Уније који се односи на заштиту вода од загађивања нитратима из пољопривредних извора. Директива захтева од држава чланица Европске уније да дефинишу подручја која су осетљива на загађење вода нитратима из пољопривреде и да осмисле и спроводе оперативне програме за спречавање таквог загађења.

Недовољна и прекомерна примена азота у ђубрењу пољопривредних култура и исхрани домаћих животиња има негативне последице. Прекомерна примена азота изазива губитак и загађивање животне средине (земљишта, воде и ваздуха), а недовољно снабдевање смањује економске ефекте производње.

У процесу циркулације азота, он се неизбежно губи, али уз правилно управљање, ове губитке треба минимизирати. Због заштите од загађења одлучујућу улогу има оптерећење пољопривредног земљишта бројем животиња. Добра пољопривредна пракса у коришћењу ђубрива препоручује оптерећење пољопривредних површина бројем животиња индиректно, односно прописује максималну количину чистог азота из органског ђубрива која се годишње може ђубрити на пољопривредним површинама. У почетном четворогодишњем периоду максимална дозвољена количина уноса чистог азота путем органског ђубрива не би требала бити виша је 210 kg N/ha годишње. Након истека почетног четворогодишњег периода, уводи се трајно ограничење максимално дозвољене количине чистог азота органског ђубрива, што износи 170 kg N/ha годишње [16].

Нитратна директива захтева од држава чланица ЕУ да је спроводу у пет корака, који се састоје од:

- ◇ утврђивање загађених, односно вода угрожених загађењем нитратима,
- ◇ одређивање подручја (зона) осетљивих на нитрате у којима треба ограничити употребу азотних ђубрива,
- ◇ развој принципа добре пољопривредне праксе, чија је примена обавезна у подручјима осетљивим на нитрате, а препоручена у другим областима,
- ◇ израду акционог плана у областима осетљивим на нитрате, и
- ◇ израду националног програма мониторинга концентрације нитрата и еутрофикације вода, као и евалуацију ефекта примењених мера и извештавање о успешности њихове примене.

Директивом се прописују услови за уношење животињског ђубрива, начин и трајање његовог складиштења, време и начин примене и др. Такође се утврђују периоди у којима је забрањена употреба појединих врста стајњака, као и услови и начин складиштења животињског стајњака.

Стајњак се мора складиштити у пропусним базенима, а минимално време складиштења обично траје око 6 месеци. Међутим, у том погледу постоје разлике у појединим државама чланицама, односно њиховим регионима, што зависи пре свега од климатских и педолошких услова, као и од гајених усева. Нитратна директива такође ограничава употребу азотних минералних ђубрива. Дозвољено им је да се користе само у количини која прави разлику између, с једне стране, потребе гајеног усева за азотом за постизање одређеног приноса, а с друге стране, азота који ће му бити доступан кроз животињски стајњака и минерализацију органске материје у земљишту.

Сваки пољопривредни произвођач, чије се газдинство налази на подручју које је проглашено осетљивим на нитрате, мора да поштује захтеве који произилазе из Директиве о нитратима.

За остале произвођаче одредбе нитратне директиве нису обавеза, већ препорука којих се многи произвођачи придржавају из етичких и/или економских разлога (рационално управљање ђубривима доноси значајне уштеде). Забрањене, препоручене и обавезне мере које произвођачи треба да предузму, поред начела добре пољопривредне праксе, дефинисане су и Акционим планом који земље чланице прописују за сваког појединца, односно за групе подручја осетљивих на нитрате.

Акционим планом се утврђују периоди у којима је забрањена употреба појединих врста ђубрива, као и услови и начин складиштења стајњака животињског порекла, као и максимална количина азота која се може унети путем минералних ђубрива. Увођење строжијих захтева у управљању азотом подстакло је многе произвођаче да израчунају тзв. биланс азота.

То је метода којом можемо проценити ефикасност азота на пољопривредним земљиштима и степен његовог притиска на животну средину, укључујући воду. Биланс азота је разлика између количине N која је унета у земљиште током године и количине N која је биљном масом уклоњена из пољопривредног земљишта. Улаз укључује сав N унет у земљиште кроз минерална ђубрива, органско ђубриво (животињско и друго), биолошку фиксацију, атмосферско таложење и генетски материјал (семена, кртоле и саднице). Количина укључује сав N садржан у пожњевеним, сакупљеним и покошеним пољопривредним културама. У интензивној пољопривреди биљке користе само око 40% азота унешеног у земљиште. Остатак иде у ваздух, земљиште и воде. Што је већа неупотребљивост вишка азота, већа је опасност да он заврши у ваздуху и води. Због тога је висок биланс азота непожељан и са еколошког и са економског становишта (указује на употребу скувих минералних и органских ђубрива).

У смислу имплементације нитратне директиве потребно је осмислити и применити оперативне програме превенције загађења. У пољопривреди треба повећати примену еколошки прихватљивих пољопривредних пракси у циљу смањења испуштања нитрата у површинске и подземне воде и применом Кодекса добре пољопривредне праксе.

Употреба моделних организама као биоиндикатора један је од најефикаснијих начина за праћење и процену појаве пластичних честица у животној средини.

2.2.3. Индикатори стања отпадних вода

За приказ стања животне средине, користе се биоиндикатори. Биоиндикатори воде су организми (бактерије, алге, рачићи, рибе), који служе за праћење промена које могу утицати на проблеме у екосистему тј. да детектују промене у животној средини и приказују присуство загађивача и њихове ефекте на екосистем [15]. Путем канализационе мреже отпадне воде доспевају у природне реципијенте: реке, језера, канале, мора или у земљиште. Зависно од третмана отпадних вода различити су и утицаји на реципијенте, тј. њиховим уносом долази до различитих физичких, хемијских и биохемијских процеса од којих даље зависи њихова дистрибуција у животној средини.

Основни показатељи квалитета отпадне воде су: температура, мирис, боја, садржај суспендованих материја, рН вредност, садржај органске материје (који се одређује преко БПК₅ и ХПК), укупан број колиформних бактерија. Уколико се отпадне воде испуштају у водоток или језера која служе за водоснабдевање, поред поменутих параметара, одређује се и садржај нутријената (азота и фосфора), тешких метала, а по потреби и других токсичних материја [2,17]. Сталном контролом наведених параметара добија се увид у стање квалитета отпадних вода и вода реципијента и уколико је потребно предузимају се одговарајуће мера ради спречавања негативних утицаја на животну средину. Отпадна вода која се испушта у природни реципијент, мора да задовољи параметре квалитета утврђене за ту категорију површинске воде.

Температура отпадне воде, утиче не само на растворљивост гасова, брзине реакције већ и биолошку активност воде. Велики је број организама који су осетљиви на повећање температуре, која може довести до њиховог угинућа.

Мирис отпадне воде настаје због ослобађања гасова, продуката разградње органских материја. Мирис се осећа и након испуштања отпадне воде у водопријемник. Нека једњења, која дају специфичан мирис отпадним водама приказана су у табели 2.

Табела 2. Нека хемијска једињења која стварају непријатан мирис отпадних вода [18].

Хемијско једињење	Мирис
Амини (CH_3NH_2)	Рибе
Амонијак (NH_3)	Амонијака
Диамини ($\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$)	Труло месо
Водоник-сулфид (H_2S)	Покварена јаја
Меркаптан (CH_3SX)	Твора
Органски сулфид ($(\text{CH}_3)_2\text{S}_2$)	Трули купус
Скатол ($\text{C}_8\text{H}_5\text{NHCH}_3$)	Фекалија

Боја је битан параметар отпадних боја, свежа отпадна вода најчешће има светло-браон-сиву боју. У анаеробним условима, приликом проласка кроз канализациони систем често долази до настанка сулфида метала, и вода поприма тамно сиву боју. Међутим, како вода путује кроз канализациони систем стварају се анаеробни услови, тако да вода поприма тамно сиву и на крају црну боју. Сива, тамно сива и црна боја отпадне воде повезују се са настанком сулфида метала који се стварају у анаеробним условима

рН вредност је значајан параметар за одигравање хемијских и биолошких процеса у води. Отпадна вода треба да има рН вредност између 6,5 и 8,5 [12].

Суспендоване материје могу бити дисперговане у растворном или суспендованом облику. Суспендоване честице се дефинишу као оне које се могу филтрирањем одвојити од течне фазе. Количина укупних растворених чврстих супстанци - ТДС (енгл. *total dissolved solids*) се одређује тако што се вода профилира, филтрат се упари на $105\text{ }^\circ\text{C}$, а затим се измери маса остатка након упаравања [12]. Део који остаје на филтеру чине чврсте честице које су биле у води у суспендованом стању и њихова маса, након сушења, представља количину укупних суспендованих чврстих честица, ТСС (енгл. *total suspended solids*). Садржај и облик у коме се налазе суспендоване материје у отпадним водама је значајан, јер се на основу тога одређује поступак третмана воде [12].

Присуство нутритијената, у првом реду азота и фосфора у већој количини у отпадним водама, може довести до интензивирања раста и развоја водене флоре што за последицу може имати еутрофикације. Нутритијенти из отпадних вода могу контаминирати и подземне воде уколико у повећаној количини деспеју на земљиште.

Метали - тешки метали, као што су кадмијум, хром, бакар, олово, гвожђе, манган, жива, никал и цинк се често срећу у отпадним водама и неопходно их је уклонити пре пуштања отпадне воде у природни реципијент. Најчешће се налазе у

индустријским отпадним водама, а њихово присуство зависи од типа индустрије и технолошког процеса.

Садржај органских материја - у отпадним водама се налази велика количина органских материја од којих значајну групу чине површински активне супстанце, које се мало растварају у води и доводе до стварања пене у постројењима за третман отпадних вода и на површини реципијента као и синтетичка уља (керозин, моторна уља) плутају по површини воде, јер су мање специфичне тежине. Садржај укупне количине органских материја се одређује мерењем биолошке и хемиске потрошње кисеоника и укупног органског угљеника. Биолошка потрошња кисеоника за пет дана (БПК₅), је количина кисеоника коју микроорганизми утроше при природном аеробном самопречишћавању воде током пет дана док ХПК представља меру органског оптерећења воде и представља показатељ загађености отпадних вода (количина кисеоника потребна да се изврши оксидација свих оксидабилних материја хемијским путем), док укупан органски угљеник, представља меру садржаја везаног угљеника у отпадној води, који потиче од разлагања органских материја.

Упуштањем веће количине органске материје у водопријемник поспешује се процес биолошке оксидације, чиме се троши значајна количина раствореног кисеоника у води и стварају анаеробни услови а као производ тога добијају се штетни гасови H₂S, CH₄, NH₃, CO₂, који неповољно утичу на водене организме и могу да доведу до њиховог угинућа [12].

Микроорганизми су свеprisутни организми у отпадној води у коју доспевају како из природних извора, као што су ваздух и земљиште, тако и из домаћинства и индустријских процеса. Значајан је и број патогених микроорганизама пореклом из пољопривреде. Отпадним водама се могу пренети паразити (протозое, цестоде, нематоде), али и микроорганизми који изазивају дизентерију, лепру, туберкулозу, тифус, колеру, хепатитис и др. [19]. Пошто се присуство и број патогених организама у отпадној води тешко одређује, као индикатори микробиолошког загађења користе се колиформни организми, којих има много, па је њихово одређивање једноставније [19].

2.2.4. Законска регулатива која дефинише управљање отпадним водама

Европска унија је успоставила више значајних и ефикасних регулаторних оквира чији је циљ заштита водних ресурса држава чланица. Примена доследног приступа омогућава стварање једнаких услова за све, кориснике воде и потенцијалне загађиваче, при чему индустријски оператери, као потенцијално велики загађивачи, подједнако доприносе заштити водних ресурса и остварују користи које она носи са собом. Најзначајније директиве у овој области су:

1. Оквирна директива о водама (*Water Framework Directive 2000/60/EC*) [20],

Директивом се захтева од сваке државе чланице да свесно и промишљено процени своје водне ресурсе. Овом директивом се уводи обавеза заштите и унапређења тих водних ресурса, захтева достизање „доброг стања“ у погледу квалитета воде и управљања речним сливовима и у потпуности омогућава активно укључивање грађана у целокупан процес заштите европских вода. Оквирна директива о водама примењује се у садејству са другим значајним директивама ЕУ, попут Директиве о пречишћавању комуналних отпадних вода, Директиве о птицама, Директиве о стаништима и Директиве о води за пиће и других. За област пречишћавања отпадних вода изузетно је значајна Директива о пречишћавању комуналних отпадних вода обзиром да не обухвата само комуналне отпадне воде већ и биолошки разградиву индустријску отпадну воду из постројења која припадају различитим производним секторима (прерада млека, производња продуката од воћа и поврћа, производња и флаширање безалкохолних напитака, прерада кромпира, индустрија меса, пиваре, производња алкохола и алкохолних напитака, производња животињске хране од биљних производа, производња желатина и лепка од крзна, коже и костију и других).

2. Директива о индустријским емисијама (*Industrial Emissions Directive 2010/75/EU*) [21],

Директива има за циљ успостављање високог нивоа заштите здравља људи и животне средине у целини путем смањења штетних индустријских емисија (ИЕ) нарочито кроз примену најбољих доступних техника (*Best Available Techniques, BAT*).

3. Директива о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине (*IPPC Directive 2008/1/EC*) [22]

Директивом се дефинишу услови за добијање интегрисане дозволе, као и услови за примену стандарда најбоље доступне технике које је усвојила Европска комисија. Овим прописима утврђују се мере планиране да спрече или да смање испуштање штетних материја, како би се постигао висок ниво заштите животне средине у целини.

Ослањајући се на тековине европског законодавства Република Србија је донела Закон о водама (Службени гласник 30/2010, 93/2012, 101/2016) [23] и Закон о заштити животне средине (Службени гласник 135/04, 36/2009, 36/2009 – др. закон, 72/2009 – др. Закон, 43/2011 – одлука УС, 14/2016, 76/2018, 95/2018 – др. закон) [1]. Закон о водама уређује правни статус вода, интегрално управљање водама, управљање водним објектима и водним земљиштем, извори и начин финансирања водне делатности, као и друга питања значајна за управљање водама. Одредбе овог закона односе се на све површинске и подземне воде на територији Републике Србије. Из овог закона, на основу члана 93 произашла је Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање ("Сл. гласник РС", бр. 50/2012) [24].

На основу Уредбе [24], утврђују се граничне вредности загађујућих супстанци у површинским и подземним водама и седименту, као и рокови за њихово достизање. Гранична вредност јесте стандард квалитета животне средине изражен као концентрација појединачне загађујуће материје или групе загађујућих материја или индикатора загађивања у површинској и подземној води и седименту, која не сме да буде прекорачена у циљу заштите животне средине и здравља људи.

Граничне вредности које се користе за приоритетне супстанце у површинским водама су максимално дозвољене концентрације (МДК) и просечне годишње концентрације (ПГК), гранична вредност загађујућих материја у подземним водама је просечна годишња концентрација (ПГК), а граничне вредности загађујућих материја за оцену квалитета седимента су: циљна вредност, максимално дозвољена концентрација, ремедијациона вредност, вредност лимита и верификациони ниво; граничне вредности загађујућих материја које су показатељи општих параметара, кисеоничног режима, нутријентних супстанци, салинитета, метала, органских супстанци и микробиолошких параметара у површинским водама, за појединачне класе површинских вода утврђене прописом којим се одређују параметри еколошког и хемијског статуса за површинске воде [24].

Прилог 2, ове Уредбе садржи граничне вредности емисије за отпадне воде [24]. Законом о водама и пакетом закона из области заштите животне средине, уређен је интегрални систем заштите животне средине, укључујући и воду као значајну компоненту овог система и из њих произилази законска обавеза сваког привредног субјекта, који генерише отпадне воде, да их пречисти пре испуштања у природни реципијент или канализацију.

2.3. Загађивачи ваздуха

Ваздух је механичка смеша гасова која обавија планету Земљу и ствара њену атмосферу. Посматрано са хемијске стране ваздух садржи 78 % азота, 21 % кисеоника, 0,93 % аргона, 0,034 % угљен-диоксида и у врло малим количинама криптона, ксенона, хелијума, неона и других [25]. Међутим, загађење ваздуха узроковано првенствено интензивним процесима сагоревања великих количина фосилних горива, уништавања шума, индустријским процесима и др. увелико мења његов састав уврштавајући уједно, ваздух у један од десет главних глобалних фактора битних за здравље људи и животиња. Атмосферске промене узроковане аерозагађењем и загађење ваздуха су једна од највећих претњи по људску безбедност и безбедност животне средине јер је чист ваздух предуслов за живот и здравље људи и одрживост читавог екосистема. Загађивање ваздуха назива се још и аерозагађивање. Главни гасовити загађивачи су: угљен-диоксид, угљен-моноксид, сумпор-диоксид, оксиди азота и метан. Ваздух загађују и чврсте супстанце попут чађи и прашине. Главни извор загађивача у ваздуху је сагоревање фосилних горива [25].

Велики извор емисије амонијака, нитрата, фосфата, непријатних мириса, кланичког отпада, а не ретко и тешких метала, управо је пољопривредна производња, а у склопу ње анимална производња у највећем обиму, чиме директно доприноси и утиче на загађење како атмосфере тако и хидросфере.

У развијеним земљама анимална производња је доведена до нивоа индустријске производње и као таква постала озбиљан загађивач животне средине.

Основне физичке карактеристике ваздуха су: густина, притисак, влажност, температура и струјање.

Густина ваздуха је однос масе ваздуха према запремини коју заузима, и може се израчунати ако су познати притисак и температура. Густина ваздуха је обрнуто пропорционална температури и директно пропорционална притиску.

Притисак ваздуха или атмосферски притисак је притисак на било којем делу земљине атмосфере. Притисак ваздуха није у свако доба исти на једном месту планете. Он није једнак ни на два места која се разликују у надморској висини. Притисак опада с висином и мења се с променом количине влаге у ваздуху. Влага је лакша од ваздуха, те што је има више у ваздуху, то ће ваздух бити лакши, а због тога је и притисак мањи.

Влажност ваздуха представља количину водене паре у атмосфери и један је од најважнијих климатских елемената. Од њене количине директно зависи појава падавина. Под дејством притиска и температуре ваздуха долази до струјања ваздуха. Све набројане физичке карактеристике утичу на загађење ваздуха, наиме од густине, притиска, влажности, температуре и самог струјања ваздуха зависи

расподела и концентрација загађујућих честица које настају ослобађањем гасова и микроскопских честица чађи и прашине у Земљину атмосферу, при чему долази до промене природног односа и концентрације основних компоненти ваздуха. Значајно је напоменути да концентрација штетних честица у ваздуху варира током дана зависно од климатских услова. Сви загађивачи ваздуха имају сличне изворе настанка.

Основна подела извора загађења ваздуха је на:

- ◇ природне или биолошке и
- ◇ антропогене или оне чији су узрок људске активности.

Природни узроци загађења ваздуха су природне појаве попут дефлатације (разношење земље и песка ветром), вулканских ерупција, пожара, минералних и термалних извора који ослобађају угљен-диоксид, сумпор-водоник или метан, космичка прашина која из космоса улази у атмосферу као и океани који због процеса који се одвијају у њима ослобађају одређене материје.

У вештачке изворе загађења спадају процеси вађења и обраде минералних сировина, хемијска индустрија, сагоревање угља, пољопривреда, саобраћај, електране и др. Приликом сагоревања различитих облика горива у моторима или фабрикама испушта се велика количина штетних материја у атмосферу. Најзначајнији антропогени извор загађења настаје сагоревање фосилних горива, где као проиизвод настају оксиди сумпора [25]. С друге стране, у моторима са унутрашњим сагоревањем, услед великих температура које се развијају током рада, настају азотни оксиди. На овај начин добијени оксиди загађују ваздух и делују негативно на живе организме изазивајући нагризање слузокоже.

Угљен-диоксид и честице прашине су, такође, значајни загађивачи ваздуха. Честице прашине су често преносиоци штетних хемикалија, биолошког материјала и др. штетних материја које угрожавају животну средину. Један од облика аеро загађења је смог. Зависно од временских услова разликујемо кисели и фотохемијски смог. Кисели смог се јавља углавном током зимских месеци и карактерише га велика количина сумпорних оксида, који настају у ложиштима док фотохемијски смог настаје као резултат интеграције примарних загађујућих супстанци (азотни оксиди, испарљива органска једињења) под дејством сунчеве светлости при чему настају смеше стотина опасних хемикалија познатих као секундарне загађујуће супстанце. Фотохемијски смог се јавља у топлим месецима, када је време сунчано, односно при повећаном нивоу ултраљубичастог зрачења у нижим слојевима атмосфере [25].

Као последицу загађења ваздуха јављају се и „киселе кише“. Гасови који се ослобађају током сагоревања фосилних горива ступају у различите хемијске реакције, при чему настају многа штетна хемијска једињења. Такве су сумпорна и азотна киселина, од којих настају праве киселе кише, које падају на земљу и улазе у циклус кружења воде [25]. Ваздушним струјама хемијски загађивачи се лако и брзо преносе са једног на други крај континента, што је и један од разлога што киселе кише данас представљају велики светски проблем услед утицаја и

уништавања екосистема. Поставља се питање како загађење ваздуха утиче на здравље? Наиме полутанти или честице загађења су веома ситне и ношене ваздухом доспевају не само у респираторне органе већ и у крвни систем. Унете у крвни систем доспевају у различита ткива и органе где могу довести до раскидања веза међу ћелијама и нарушавање равнотеже у организму. Научно је доказана веза између појаве деменције и кардиоваскуларних проблема са загађењем ваздуха.

Државе се против аерозагађења боре различитим законским актима које ограничавају загађиваче и условљавају их за постављање система за филтрацију ваздуха. Један од начина борбе против загађења ваздуха је и пошумљавање. Изложеност загађеном ваздуху повезана је са великим бројем акутних и хроничних здравствених стања, која могу довести и до смрти. Испитивања су доказала да загађеност ваздуха доводи до респираторних, кардиоваскуларних проблема, као и разних негативних утицаја на нервни систем и репродуктивну способност како људи тако и животиња. Ефекти загађења ваздуха по здравље су добро документовани, премда мешавине загађења у ваздуху могу бити комплексне. Загађење ваздуха чине мешавина течних и чврстих фаза. Главни загађивачи, за чији утицај на здравље постоје бројна истраживања, су суспендоване честице, озон, азот-диоксид, сумпор-диоксид, метан, жива и чађ добијена сагоревањем угљоводоничних гасова.

Суспендоване честице

Суспендоване честице (енгл. *particulate matter* – *PM*) су веома мале честице (партикуле) у течном или чврстом агрегатном стању. Оне представљају мешавину чађи, прашине, пепела и дима које настају углавном у процесу сагоревања и могу доћи у ваздух из топлане, индивидуалних ложишта, моторних возила, шумских пожара и паљења њива, као и путем пешчаних олуја. Суспендоване честице чији је пречник мањи од 10 μm (PM10) називају се грубе суспендоване честице, оне мање од 2,5 μm (PM2,5) називају се fine суспендоване честице, а оне мање од 0,1 μm (PM0,1) ултрафине суспендоване честице. Заједничко им је то што су изузетно лаке и дуго остају у ваздуху, због чега су „инхалабилне“ што значи да лако доспевају у плућа, али и у крвоток, и имају веома штетан утицај на здравље [25]. Списак здравствених проблема и болести које се јављају при прекомерној изложености честичном загађењу превазилази списак респираторних обољења на које бисмо прво помислили јер је реч о аерозагађењу. Суспендоване честице представљају најсмртоноснији облик загађења ваздуха због своје способности да се пробију дубоко у плућа и крвоток, при чему проузрокују рак, мутирање ДНК, срчане нападе и преурађену смрт [25].

Гасови стаклене баште

Гасови стаклене баште су природни део атмосфере, чија концентрација се током година значајно повећала услед људског деловања. Најзначајнији гасови са ефектом стаклене баште су водена пара (H_2O), угљен-диоксид, CO_2 , који је одговоран за око 62% укупне додатно произведене топлоте, метан, CH_4 (око 20%), хлорофлуороугљеници (око 10%), азот-субоксид, H_2O (око 6%) и тропосферски озон (око 2%) [25].

Водена пара као најзаступљенији гас са ефектом сталкене баште највећим делом настаје испаравањем воде са површине мора и океана и човек има мали утицај на њену концентрацију директним деловањем. Међутим, индиректно, човекове активности доводе до повећања концентрација гасова „стаклене баште“ и самим тим до повећања загревања које за последицу има и испаравање воде.

Угљен диоксид (CO₂) је гас који је свеprisутан у атмосфери и који се ослобађа и троши у процесима фотосинтезе, дисања и који се ослобађа при вулканским ерупцијама. Испитивања су доказала да је највећи део атмосферског угљен диоксида настао као последица људске активности, тј. као продукт сагоревања фосилних горива (петролеј, природни гас, угаљ) у електранама, индустрији и саобраћају. Угљен-диоксид је необично важан за климатске промене. Овај гас утиче на повећање температуре планете постепено, али се промене непрестано одвијају. Емисија CO₂ из анималне производње везана је првенствено за потрошњу енергије у свим фазама производње. Говорећи о производњи сточне хране, кориштење енергије (фосилна горива) везује се за производњу ђубрива, кориштење механизације у производњи ораничних крмних култура (сетви, жетви, преради, транспорту). Енергија се директно користи и за различите механичке операције на фарми или индиректно за конструкцију објеката и опреме. Транспорт сточне хране, животиња и др., као и прерада сточне хране и анималних производа, такође, захтевају потрошњу енергије и тиме утичу на емисију CO₂. Глобално повећање емисије CO₂ последица је и сече шума ради повећања површина за узгој сточне хране (пашњачких и ораничних).

Озон као троатомски молекул кисеоника се јавља у земљиној горњој атмосфери и на нивоу тла. Озон може бити добар или лош, зависно где се налази: Озон се природно јавља у Земљиној горњој атмосфери – 6 до 30 миља изнад Земљине површине - формирајући заштитни слој који нас штити од сунчевих штетних ултраљубичастих зрака. „Лош озон“ се налази у Земљиној доњој атмосфери, у близини нивоа тла, када загађивачи које емитују аутомобили, електране, индустријски котлови, рафинерије, хемијска постројења и други извори реагују хемијски на присуство сунчеве светлости. Озон на нивоу земље је штетан загађивач ваздуха и уједно спада и у најзначајније фотохемијске оксидансе. Тропосферски озон, заједно са оксидима азота N₂O, NO, NO₂ и гасовима који се испуштају из аутомобила (угљоводоници, CO₂, формалдехид) граде агресивне смеше штетних гасова. Озон заједно са CO₂, један је од гасова „стаклене баште“, и штетно утиче на климу. Негово присуство у атмосфери повећава оксидативна својства саме атмосфере што доводи до превођења гасова који настају као продукт сагоревања у најстабилније облике, доводећи до повећања киселости саме атмосфере, што за последицу има и појаву „киселих киша.“

Метан (CH₄) је најпростији засићени угљоводоник, који се назива и блатни гас јер настаје као последица бескисеоничних распада органских материја (нпр. у мочварама) и главни је састојак земног гаса. Нерастворан је у води, а у смеси са ваздухом врло експлозиван. Релативно велика количина метана на Земљи даје му статус алтернативног, атрактивног извора енергије. Спада у гасове стаклене баште, у атмосфери се оксидује при чему настаје угљен диоксид и вода. Генерално

се генерише ферментацијом отпадних органских материја, без присуства кисеоника. Сектор сточарства (углавном краве, кокошке и свиње) производи око 37% метана којем је, директно или индиректно, узрок човек. а метан настао преживањем крава чини око 16% светске годишње емисије метана у атмосферу [25].

Највеће количине метана настају као нуспродукт пробаве преживара говеда, бивола, оваца и коза и код свиња, али у значајно мањој концентрацији. Други значајан извор метана је стајњак. Метан се ослобађа анаеробном разградњом органске материје стајњака. Ово је нарочито изражено код чувања стајњака у течној форми у дубоким лагунама или танковима. Производња риже за сточну храну значајан је извор емисије метана [25].

Смањење емисије метана (CH_4) од преживара без промене сточарске производње је пожељно и као стратегија за смањење глобалних емисија гасова стаклене баште и као средство за побољшање ефикасности конверзије хране.

Угљен моноксид (CO) је безбојни гас, без мириса који може бити штетан ако се удише у великим количинама. Угљен моноксид се ослобађа када се нешто прегори. Највећи извори CO су аутомобили, камиони и друга возила или машине које сагоревају фосилна горива.

Гасови стаклене баште изазивају:

- ◇ пораст температуре за 1,5 - 4,5°C на 100 - 150 година,
- ◇ топљење поларног леда
- ◇ пораст нивоа мора

Повећање испаравања мора за последицу има повећање облачности, количине водене паре а пораст температуре утиче на услове живота на нашој планети. Поред гасова стаклене баште значајни загађивачи ваздуха су и: азот и азотни оксиди, сумпор диоксид.

Азот и азотни оксиди настају процесом сагоревања на високим температурама. Азот диоксид (NO_2) је гас непријатног мириса, чији се само мали део око 1% формира природним путем у атмосфери, пражњењем муња или као производ биљака, воде и земљишта. Највећим делом овај гас настаје сагоревањем горива, уља, нафте и гаса, а највећи извори овог штетног гаса су мотори са унутрашњим сагоревањем (око 80%). Највећи штетни утицај азот диоксида се огледа у формирању фотохемијског смога. Главни извор NO_2 у анималној производњи је азот из стајњака. Током спремања и чувања стајњака, азот се већим дијелом ослобађа у атмосферу у облику амонијака (NH_3) који се накнадно трансформише у N_2O , тако да се овде ради о индиректној емисији. Производња сточне хране која подразумева коришћење органских и синтетских ђубрива представља следећу значајну карикатуру у емисији N_2O . Количина N_2O који ће се наградити, зависи од температуре и влажности земљишта током примене ђубрива.

Као производ индустријских активности (око 99%) настаје још један штетан гас, сумпор диоксид (SO₂). То је невидљив гас, непријатног и веома оштрог мириса. У природи се налази у минералним рудама, чијом прерадом се и ослобађа. Поред тога сумпор диоксид настаје и као продукт сагоревања фосилних горива, које садрже сумпор и могу бити извор сумпорног диоксида. Присутан је и у емисијама моторних возила као резултат сагоревања горива.

Од метала значајан загађивач је олово (Pb), раније је био много заступљенији загађивач ваздуха, међутим његовим уклањањем из бензина моторних возила као водећег извора, нивои олова смањили су се за 98% између 1980. и 2014. године.

Микропластика у ваздуху

Микропластика као и друге честице у ваздуху (аеросоли) као што су прашина, морски спреј и чађ или распршују или апсорбују сунчеву светлост и као последицу хладе или загревају климатски систем. Испитивања су показала да је загађење микропластиком широко распрострањено и да показује потенцијал да утиче на климу на глобалном нивоу [7].

Тренутна концентрација микропластике у атмосфери је ниска и она у овом тренутку има веома мали утицај на глобалну климу. Али с обзиром на пројекције за удвостручење пластичног отпада у наредним деценијама, очекујемо да би микропластика могла имати већи утицај на климатски систем Земље, осим ако не предузмемо мере за решавање пластичног загађења. Микропластика су ситни фрагменти или влакна која се распадају током деградације већих комада пластике. Довољно су лагани да их ветар преноси на велике удаљености [7].

ПОПс у ваздуху

Амбијентални ваздух је основни медијум за праћење постојаних органских загађивача (ПОПс) према Стокхолмској конвенцији и користи се у студијама глобалног транспорта ПОПс и њихових атмосферских извора и региона извора.

Многи трајни органски загађивачи (ПОП) имају потенцијал за атмосферски транспорт на велике удаљености и свеприсутни су у глобалном окружењу [13].

2.3.1. Емисија гасова из пољопривреде и сточарства

Главни извори емисије гасова стаклене баште у пољопривреди су:

- ◇ органске материје из земљишта и CO₂ који настаје као резултат обраде земљишта
- ◇ емисија CO₂ услед ерозије и деградације земљишта
- ◇ емисија N₂O и NO₂ из земљишта, услед фертилизације азотом
- ◇ емисија метана са поља пиринча, мочвара, депонија и из сточарске производње

Интензивирањем анималне производње меса, млека и јаја, сточарство је постало значајан компетитор за природне ресурсе са другим секторима што је довело до повећања емисије гасова стаклене баште, загађења земљишта и воде и смањење биодиверзитета.

На основу Уредбе о условима за мониторинг и праћење квалитета ваздуха ("Сл. гласник РС", бр, 11/2010, 75/2010 и 63/2013) [26], одређене су граничне вредности нивоа загађујућих материја у ваздуху; горње и доње границе оцењивања нивоа загађујућих материја у ваздуху; границе толеранције и толерантне вредности; концентрације опасне по здравље људи и концентрације о којима се извештава јавност; критични нивои загађујућих материја у ваздуху; циљне вредности и (национални) дугорочни циљеви загађујућих материја у ваздуху; рокови за постизање граничних и/или циљних вредности, у случајевима када су оне прекорачене у складу са Законом. Уредбом су одређене и методе као и поступак одређивања минималног броја мерних места и локација за узимање узорака. Списак референтних метода које прописује Уредба су [26]:

Референтна метода за узимање узорака и мерење концентрација суспендованих честица PM₁₀ је описана у стандарду СРПС ЕН 12341, Квалитет ваздуха - Одређивање фракције PM₁₀ суспендованих честица - Референтна метода и поступак испитивања на терену ради демонстрирања еквивалентности мерних метода, док је референтна метода за узимање узорака и мерење концентрација суспендованих честица PM_{2.5} је описана у стандарду СРПС ЕН 14907, Квалитет ваздуха амбијента - Стандардна гравиметријска метода за одређивање масене фракције PM_{2.5} суспендованих честица.

Референтна метода за мерење концентрација сумпор диоксида је описана у стандарду СРПС ЕН 14212, Квалитет ваздуха амбијента - Стандардна метода за мерење концентрације сумпор – диоксида на основу ултраљубичасте флуоресценције.

Референтна метода за мерење концентрација азот диоксида и оксида азота је описана у стандарду СРПС ЕН 14211, Квалитет ваздуха амбијента - Стандардна

метода за мерење концентрације азот - диоксида и азотмоксида на основу хемилуминисценције.

Референтна метода за мерење концентрација олова је описана у стандарду СРПС ЕН 14902, Квалитет ваздуха амбијента - Стандардна метода за одређивање Pb, Cd, As и Ni у фракцији ПМ₁₀ суспендованих честица.

Референтна метода за мерење концентрација бензена је описана у стандарду СРПС ЕН 14662-1, Квалитет ваздуха амбијента - Стандардна метода за одређивање концентрација бензена – Део 1: Узорковање пумпом, термална десорпција и гасна хроматографија, СРПС ЕН 14662-2, Квалитет ваздуха амбијента - Стандардна метода за одређивање концентрација бензена - Део 2: Узорковање пумпом, десорпција растварачем и гасна хроматографија и СРПС ЕН 14662-3, Квалитет ваздуха амбијента - Стандардна метода за одређивање концентрација бензена - Део 3: Аутоматско узорковање пумпом са гасном хроматографијом на лицу места.

Референтна метода за мерење концентрација угљен монооксида је описана у стандарду СРПС ЕН 14626, Квалитет ваздуха - Стандардна метода за одређивање концентрација угљен – монооксида на основу недисперзивне инфрацрвене спектроскопије.

Референтна метода за мерење концентрација приземног озона је описана у стандарду СРПС ЕН 14625, Квалитет ваздуха амбијента - Стандардна метода за одређивање концентрације озона ултраљубичастом фотометријом.

Према важећој Уредби [26], имисија је концентрација загађујућих супстанци у животној средини, односно она концентрација коју одређен објекат или човек прима док је емисија испуштање загађујућих супстанци из индивидуалних и дифузних извора у животну средину. Гранична вредност имисије је највиши дозвољени ниво загађујуће материје утврђен на основу научних сазнања, како би се избегле, спречиле или смањиле штетне последице по здравље људи и животну средину која се не сме прекорачити, а уколико је прекорачена, мора се у утврђеном року постићи.

Гранична вредност емисије је највиша дозвољена емисија изражена концентрацијом загађујућих материја у испуштеном отпадном гасу и/или количином испуштања загађујућих материја у одређеном времену;

Управљање квалитетом ваздуха обухвата праћење и контролу нивоа загађености, оцењивање и разврставање подручја и насеља према квалитету ваздуха, као и доношење и спровођење планских докумената о заштити ваздуха. У циљу ефикасног управљања квалитетом ваздуха успоставља се јединствени функционални систем праћења и контроле нивоа загађености ваздуха и одржавања базе података тј. мониторинг квалитета ваздуха.

Гранична вредност, толерантна вредност и граница толеранције за одређене елементе у ваздуху

Гранична вредност, толерантна вредност и граница толеранције за сумпор диоксид, азот диоксид, суспендоване честице (PM), олово, бензен и угљен моноксид приказане су у табели 3.

Табела 3. Гранична вредност, толерантна вредност и граница толеранције за сумпор диоксид, азот диоксид, суспендоване честице (PM), олово, бензен и угљен моноксид према Уредби о условима за мониторинг и праћење квалитета ваздуха ("Сл. гласник РС", бр, 11/2010, 75/2010 и 63/2013) [26]

Период усредњавања	Гранична вредност	Граница толеранције	Толерантна вредност	Рок за достизање граничне вредности (1)
Сумпор диоксид				
Један сат	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, не сме се прекорачит и вишеод 24 пута у једној календарској години	1. јануара 2010. године износи 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Од 1. јануара 2012. године умањујесе на сваких 12 месеци за 20% почетне границе толеранције да би се до 1. јануара 2016. године достигло 0 %	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануар 2016. године
Један дан	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, не сме се прекорачит и више од 3 пута у једној календарској години	—	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануар 2016. године
Календарска година	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	—	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануар 2016. године
Азот диоксид				
Један сат	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, не сме се прекорачит и више од 18 пута у једној календарској години	1. јануара 2010. године износи 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Од 1. јануара 2012. године умањујесе на сваких 12 месеци за 10% почетне границе толеранције да би се до 1. јануара 2021. године достигло 0 %	225 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануар 2021. године

Један дан	85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануара 2010. године износи 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Од 1. јануара 2012. године умањујесе на сваких 12 месеци за 10 % почетне границе толеранције да би се до 1. јануара 2021. године достигло 0 %	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануар 2021. године
Календарска година	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануара 2010. године износи 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Од 1. јануара 2012. године умањујесе на сваких 12 месеци за 10% почетне границе толеранције да би се до 1. јануара 2021. године достигло 0 %	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануар 2021. године
Суспендоване честице PM_{10}				
	3	1. јануара 2010. године износи 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Од 1. јануара		
Један дан	прекорачити више од 35 пута у једној календарској години	2012. године умањује се на сваких 12 месеци за 20% почетне границе толеранције да би се до 1. јануара 2016. године достигло 0 %	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануар 2016. године
Календарска година	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануара 2010. године износи 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Од 1. јануара 2012. године умањује се на сваких 12 месеци за 20% почетне границе толеранције да би се до 1. јануара 2016. године достигло 0 %	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануар 2016. године
Суспендоване честице $\text{PM}_{2.5}$ СТАДИЈУМ 1				
Календарска година	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	31. децембра 2011. године износи $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Од 1. јануара 2013. године умањује се на сваких 12 месеци за 0.7143 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ до достизања 0 до 1. јануара 2019.године.	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануар 2019. године
Суспендоване честице $\text{PM}_{2.5}$ СТАДИЈУМ 2 ⁽²⁾				

Календарска година	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	—	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануар 2024. године
Олово				
Један дан	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	—	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануар 2016. године
Календарска година	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3)	1. јануара 2010. године износи 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Од 1. јануара 2012. године умањујесе на сваких 12 месеци за 20 % почетне границе толеранције да би се до 1. јануара 2016. године достигло 0 %	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануар 2016. године (3)
Бензен				
Календарска година	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануара 2010. године износи 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, умањује се сваких 12 месеци за 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ да би се до 1. јануара 2016. године достигло 0	8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануар 2016. године
Угљен моноксид				
Максимална дневна осмочасовна средња вредност (4)	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануара 2010. године износи 6 mg/m^3 . Од 1. јануара 2012. године умањујесе на сваких 12 месеци за 20 % почетне границе толеранције да би се до 1. јануара 2016. године достигло 0 %	16 mg/m^3	1. јануар 2016. године
Један дан	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1. јануара 2010. године износи 5 mg/m^3 . Од 1. јануара 2012. године умањујесе на сваких 12 месеци за 20 % почетне границе толеранције да би се до 1. јануара 2016. године достигло 0 %	10 mg/m^3	1. јануар 2016. године
Календарска година	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	—	3 mg/m^3	1. јануар 2016. године

(1) Рок за достизање граничних вредности почиње да тече од 1. јануара 2010. године.

(2) С гадијум 2 - индикативна гранична вредност.

(3) Гранична вредност коју треба доћи до 1. јануара 2016. године у непосредној близини одређених индустријских извора смештених на локацијама које су у деценијама загађиване индустријском активношћу. У тим случајевима, гранична вредност т3 коју треба доћи до 1.

јануара 2015. биће $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Подручје у којем се примењују веће граничне вредности не сме се налазити на више од 1000 m удаљеност од таквих извора.

(⁴) Избор највеће дневне осмочасовне средње вредности заснива се на проучавању осмочасовних узастопних просека, израчунатих на основу једночасовних података ажурираних сваког сата. Сваки тако израчунат осмочасовни просек приписује се дану у којем се утврђивање просека завршава, тј. први период рачунања за сваки појединачни дан је период од 17:00 h претходног дана до 01:00 h тог дана; последњи период рачунања за сваки појединачни дан је период од 16:00 h до 24:00 h тог дана.

2.3.2. Пречишћавање ваздуха

Разликујемо три врсте поступака за пречишћавање ваздуха:

Хемијски поступци:

- ◇ Просте хемијске реакције (неутрализација, редукција, оксидација)
- ◇ Каталитичке реакције (хомогена и хетерогена катализа)
- ◇ Пиролиза (шаржне и проточне пећи)
- ◇ Сагоревање (просто и каталитичко)

Физичко-хемијски поступци:

- ◇ Топлотни издвајачи, кондензатори
- ◇ Апсорбери (капљичасти, с пуњењем, са подовима)
- ◇ Адсорбери (са покретним и непокретним адсорбенсом)

Механички поступци:

- ◇ Механички издвајачи
- ◇ Електростатички издвајачи (електростатички филтери)
- ◇ Остали филтери

3.0. ОТПАД АНИМАЛНОГ ПОРЕКЛА

Управљање отпадом било ког порекла, представља један од најважнијих и најзахтевнијих проблема данашњег друштва, које се већ деценијама уназад покушава успешно решити, међутим напредује веома споро. С обзиром да нагомилавање велике количине отпада различитог порекла постоји у читавом свету и апсолутно свим доменима живота људи, овај проблем се није мимоишао ни са пољопривредом.

Пољопривреда је један од најинтензивнијих загађивача животне средине, упркос њеним бројним бенефитима, нарочито узгајању животиња на фармама. Узгајање животиња на великим фармама има за поседицу огромне количине животињског и другог отпада. Тај отпад временом постаје све већи проблем за становнике и њихову околину. Да би се загађење отпадом у датом смислу svelo на минимум, неопходно је на најбоље начине управљати таквим отпадом у складу са предвиђеним законима и законским одредбама, као и препорукама.

Анимални отпаци представљају органску материју која се у спољашњој средини под атмосферским утицајем брзо разграђује уз стварање гасова непријатних мириса (амонијак, сумпорводоник, меркаптан) и других продуката распадања (масне киселине, ароматичне киселине). Они директно или индиректно загађују животну средину, ваздух, земљиште и воду. Таква места постају станишта луталица, глодара, лешинара и инсеката.

Угинуле животиње и кланични отпаци представљају сталну, потенцијалну опасност. Они су могући извори инфективног материјала и загађивачи животне средине (Слика 12). Ширење сточних зараза и огромне материјалне штете које могу нанети, као и могућност да поједине од тих зараза пређу на људе, постало је проблем садашњег времена. Безопасно уклањање анималних отпадака, као извора зараза, треба да буде организовано и обавезујуће за сваког појединца, сваку фарму и свако предузеће које има било какву везу са отпадима анималног порекла..

Уклањање отпада анималног порекла, у интензивној производњи, је вид управљања отпадом. Спроводи се у оквиру система сакупљања, транспорта, складиштења, припреме за поновну употребу и одлагања отпада, укључујући и надзор над тим активностима.

Закон о управљању отпадом ("Сл. гласник РС " бр. 36/2009, 88/2010, 14/2016 и 95/2018 и др. закон) [27] има за циљ да обезбеди и осигура услове за смањење настајања отпада, развојем чистијих технологија и ефикасним коришћењем природних богатстава, поновну употребу и рециклажу отпада, издвајање секундарних сировина из отпада, коришћење отпада као енергента, као

и правилно одлагање отпада. На овај начин врши се усклађивање прописа у овој области са Директивама Европске Уније.

Законом о управљању отпадом ("Сл. гласник РС " бр. 36/2009, 88/2010, 14/2016 и 95/2018 и др. закон) [27] утврђују се мере и технике које имају за циљ спречавање и смањење ефекта анималног отпада на здравље људи. Одредбе овог закона утврђују начин управљања отпадом подразумевајући и истичући: важност, начела, циљеве и сам начин управљања отпадом, стратегијске и програмске формуларе о управљању отпадом, задужења и обавезе, информације о локацији и институцијама које су задужене за управљање отпадом, вангранично кретање отпада, информацијски систем управљања отпадом и управни систем и контролу над управљањем отпадом. Врсте отпада обухваћене Законом о управљању отпадом [27] су:

- ◇ **Комунални отпад** - чврст отпад који се и иначе генерише у оквиру стамбених насеља и подразумева отпад из домаћинства, индустрије, грађевински отпад, остатке од обраде комуналних отпадних вода. Комунални отпад је домен рада комуналних предузећа локалне самоуправе.
- ◇ **Опасни отпад** - је свака врста отпада који у свом саставу садржи супстанце које поседују неко од следећих особина: експлозивност, реактивност, запаљивост, надражљивост, штетност, токсичност, инфективност, канцерогеност, мутагеност, тератогеност, екотоксичност, својство оксидације, својство нагризања и својство отпуштања отровних гасова насталих хемијском реакцијом или биоразградњом.
- ◇ **Отпад животињског порекла** - са нуспроизводима животињског порекла је отпад који је могуће накнадном прерадом користити у неке друге сврхе (храна, биогориво и др.). У овом случају, отпад који може довести до контаминације животне средине, и опасности по здравље и живот људи и животиња мора бити уништен што се најчешће постиже спаљивањем.
- ◇ **Амбалажни отпад** - амбалажа подразумева све производе без обзира на врсту материјала који се користе за држање, чување, руковање и испоруку датог производа од произвођача до потрошача.

Ако се правилно сагледају сви ови аспекти, јасно је од коликог је значаја организовано решавање нешкодљивог уклањања кланичних нејестивих споредних производа клања и уинулих животиња у циљу спречавања ширења заразних болести, успешне заштите и санирања животне средине и рационалног коришћења ових отпадака.

Значај нешкодљивог уклањања отпадака анималног порекла може се сагледати са:

- ◇ епидемиолошко-епизоотиолошког аспекта и
- ◇ аспекта заштите животне средине

Тренутна епизоотиолошко-епидемиолошка ситуација у свету указује на то да је велики број заразних болести у експанзији и да се с правом може рећи да будућност човечанства припада заразним болестима које сваким даном све више узимају свој данак у појединим деловима света.

Са медицинског, ветеринарског, економског аспекта и аспекта заштите животне средине највећи значај имају, ензотије чији су извори везани за локалитет у природи, такозване природно жаришне инфекције и зоонозе чије сузбијање је дуготрајно и мукотрпно (бруцелоза, беснило, туларемија, трихинелоза, ехинококоза, Q грозница и др.).

Све наведено само потврђује да анимални отпади представљају велику опасност за здравље животиња и људи. Самим тим се намеће и потреба за брзим и ефикасним, а у исто време безопасним уклањањем поменутих отпадних материја.



Слика 12. Неадекватно одлагање леша животиње (преузето са <https://www.shutterstock.com> уз право коришћења)

3.1. Класификација отпада анималног порекла

Анимална производња и кланична индустрија током технолошких процеса генеришу велике количине отпада животињског порекла.

Управљање анималним отпадом из пољопривредне производње и прехранбене индустрије захтева безбедна, економски оправдана и практична решења.

Према структури и степену разградње отпад се дели на:

- ◇ разградиви, који је биодеградабилан и
- ◇ неразградиви који се укључује у разне видове рециклирања.

Споредни животињски производи представљају углавном угинуле животиње и њихове делове, као и отпатке од клања здравих животиња. То је оно што се раније звало анимални отпад. Сада по новој терминологији, то су споредни производи животињског порекла и више се то не гледа као отпадни материјал, већ као сировина за производњу неких производа као што су, на пример, високо квалитетна горива.

Категоризација отпада је услов за правилно и нешкодљиво поступање са аспекта јавног здравља и заштите животне средине. С обзиром на порекло и опасност по здравље, анимални отпад је категорисан према Правилнику о начину разврставања и поступања са споредним производима животињског порекла, ветеринарско-санитарним условима за изградњу објеката за сакупљање, прераду и уништавање споредних производа животињског порекла, начину спровођења службене контроле и самоконтроле, као и условима за сточна гробља и јаме гробнице (Службени гласник РС, 31/2011, 97/2013, 15/2015 и 61/2017) [28] у материјале прве, друге и треће категорије.

Прва категорија обухвата опасне материјале и прописано је уклањање спаљивањем у специјалним пећима на температури 1200°C.

Друга и трећа категорија уз прописане поступке могу се користити у преради или за производњу биогаса и компоста.

Материјал Категорије 1

Материјал Категорије 1 обухвата следеће споредне производе животињског порекла, и то:

1) леш животиња и све припадајуће делове, укључујући кожу:

- ◇ животиња код којих постоји сумња или потврда присуства заразне болести ТСЕ (трамсициона спонгиоформна енцефалопатија),
- ◇ угинулих или убијених животиња у току спровођења мера за спречавање ширења, сузбијање и искорењивање ТСЕ,
- ◇ кућних љубимаца и животиња из зоолошког врта и циркуса, изузев фармски узгајаних животиња и дивљих животиња,
- ◇ огледних животиња,
- ◇ дивљих животиња код којих постоји сумња или потврда присуства заразне болести која се може пренети на животиње или људе и
- ◇ тело или делови тела животиње који у време њиховог уклањања садрже СРМ (специфични ризични материјал).

2) СРМ (специфични ризични материјал)

3) споредне производе животињског порекла који су складу са посебним прописом којим се уређује систематско праћење резидуа фармаколошких, хормонских и других штетних материја код животиња, производа животињског порекла, хране животињског порекла и хране за животиње, потичу од животиња које су биле подвргнуте недозвољеном третирању или који садрже друге супстанце и загађиваче околине, и то:

- ◇ органохлорна једињења укључујући полихлороване бифениле,
- ◇ органофосфорна једињења,
- ◇ хемијске елементе,
- ◇ микотоксине,
- ◇ боје и
- ◇ друге штетне супстанце.

4) споредне производе животињског порекла који су прикупљени у предтретману отпадних вода из објеката за прераду материјала Категорије 1 и других објеката у којима се уклања специфични ризични материјал;

5) кухињски отпад из превозних средстава у међународном промету и

6) мешавину материјала Категорије 1 са материјалом Категорије 2 или материјалом Категорије 3 или са обе категорије.

Материјал Категорије 2

Материјал Категорије 2 обухвата следеће споредне производе животињског порекла, и то:

- 1) стајњак, неминерализован гуано и садржај дигестивног тракта;
- 2) споредне производе животињског порекла који су прикупљени у предтретману отпадних вода из објеката за прераду материјала Категорије 2 и објеката за клање животиња
- 3) споредне производе животињског порекла који садрже резидуе дозвољених супстанци или контаминената, ако ти резидуи и контаминенти прелазе дозвољене границе, у складу са посебним прописом којим се уређује систематско праћење резидуа фармаколошких, хормонских и других штетних материја код животиња, производа животињског порекла, хране животињског порекла и хране за животиње;
- 4) производе животињског порекла који су оцењени да нису безбедни за исхрану људи услед присуства страних тела у њима;
- 5) производе животињског порекла из увоза који не испуњавају ветеринарско-санитарне услове за увоз, ако се не изврши повраћај земљи извозници, осим материјала Категорије 1;

б) животиње, као и делове животиња, и то:

- ◇ животиње које су угинуле или су убијене, укључујући и животиње убијене ради искорењивања заразних болести, осим клањем или убијањем за исхрану људи, фетусе,
- ◇ јајне ћелије, оплођене јајне ћелије и семе, који нису намењени за приплод,
- ◇ лешеве живине у љусци јајета;
- ◇ мешавину материјала Категорије 2 са материјалом Категорије 3;
- ◇ остале споредне производе животињског порекла, осим материјала Категорије 1 и материјала Категорије 3.

Материјал Категорије 3

Материјал Категорије 3 обухвата следеће споредне производе животињског порекла, и то:

1) труп и делове животиња које су заклане, а у случају дивљачи, труп и делове одстрељене дивљачи, који су безбедни за исхрану људи, а који из комерцијалних разлога нису намењени за исхрану људи;

2) труп и делове трупа који потичу од животиња закланих у кланици и за које је прегледом пре клања дозвољено клање за исхрану људи, као и трупове и делове дивљачи одстрељене за исхрану људи, и то:

- ◇ труп, тело или делове животиња који су оцењени и одбачени као небезбедни за исхрану људи, али који не показују знаке заразних болести које се могу пренети на људе или животиње;
- ◇ главе живине;
- ◇ коже животиња, укључујући остатке од завршне обраде, рогове и ноге, укључујући кости фаланге, карпалне, метакарпалне, тарзалне и метатарзалне кости, и то:
 - животиња, осим преживара, за које постоји обавеза лабораторијског испитивања на присуство ТСЕ,
 - преживара који су лабораторијски испитани на присуство ТСЕ и резултат лабораторијског испитивања је био негативан;
- ◇ чекиње и
- ◇ перје.

3) споредне производе животињског порекла који потичу од живине и лагоморфа за које је дозвољено клање на газдинству са животињама, у складу са посебним прописом, и који не показују знаке заразних болести које се могу пренети на људе или животиње;

4) крв која потиче од животиња које нису показале знаке заразних болести које се путем крви могу пренети на људе или животиње и које су заклане у кланици пошто је прегледом пре клања дозвољено клање за исхрану људи, и то:

- ◇ животиња, осим преживара за које постоји обавеза лабораторијског испитивања на присуство ТСЕ,
 - ◇ преживара који су лабораторијски испитани на присуство ТСЕ и резултат лабораторијског испитивања је био негативан.
- 5) споредне производе животињског порекла који потичу из објеката за производњу хране животињског порекла, укључујући одмашћене кости, чварке и остатке из центрифуге или сепаратора при преради млека;
- 6) производе животињског порекла или храну која садржи производе животињског порекла која више није намењена за исхрану људи из комерцијалних разлога, грешака у производњи, грешака у паковању или других недостатака који не представљају ризик за јавно здравље или здравље животиња;
- 7) храну за кућне љубимце и храну за животиње животињског порекла или храну за животиње која садржи споредне производе животињског порекла или прерађене производе која више није намењена за исхрану животиња из комерцијалних разлога, грешака у производњи, грешака у паковању или других недостатака који не представљају ризик за јавно здравље или здравље животиња;
- 8) крв, плаценту, вуну, перје, длаке, рогове, исечке копита и папака и сирово млеко који потичу од живих животиња које нису показала знаке заразних болести које се тим путем могу пренети на људе или животиње;
- 9) водене животиње и делове тих животиња, осим морских сисара, које нису показала знаке заразних болести које се могу пренети на људе или животиње;
- 10) споредне производе животињског порекла од водених животиња који потичу из објеката у којима се производи храна;
- 11) споредне производе животињског порекла који потичу од животиња које нису показале знаке болести преносиве тим материјалом на људе и животиње, и то:
- ◇ шкољке пореклом од шкољкаша, са меким ткивом или месом,
 - ◇ материјал који потиче од копнених животиња, и то:
 - споредни производи животињског порекла из инкубатора,
 - јаја,
 - споредни производи животињског порекла од јаја, укључујући и љуске јаја
 - ◇ једнодневни пилићи убијени из комерцијалних разлога.
- 12) водени и копнени бескичмењаци, осим врста које су патогене за људе или животиње;
- 13) животиње које припадају зоолошким родовима *Rodentia* и *Lagomorpha* и њихови делови.
- 14) коже животиња, копита, перје, вуна, рогови, длака и крзно који потичу од тела мртвих животиња, осим оних које нису показале никакве знаке болести које се преко тих производа могу пренети на људе или животиње;
- 15) масно ткиво које потиче од животиња које нису показале никакве знаке болести које се могу преко тог материјала пренети на људе или животиње, које су

заклане у кланици и за које је прегледом пре клања дозвољено клање за исхрану људи и

16) кухињски отпад.

Анимални отпад из пољопривредне производње чини:

Чврсти стајњак који чини мешавину фецеса (измета), урина, простирке, мање количине воде која се просипа приликом напајања, остатака хране, длаке и др. Количина стајњака зависи од врсте домаћих животиња, телесне масе и количине употребљене простирке.

Течни стајњак се састоји од фецеса, урина, употребљене техничке воде која се користи за прање боксова или линија и воде која се расипа при напајању грла, остатака хране, длаке итд. Количина и квалитет произведеног течног стајњака зависе од количине употријебљене воде за чишћење бокса или линија у објекту и исправности појилаца. Неконтролисана-прекомерна употреба воде за чишћење бокса или линија смањује садржај суве материје у стајњаку и повећава потребе за складиштење течног стајњака.

Осока је излучевина коју простирка не упије у самом објекту и из складишта чврстог стајњака. Сакупља се одвојено.

3.2. Прикупљање и уклањање отпада анималног порекла

Власник и/или други држалац отпада дужан је да предузме мере управљања отпадом у циљу спречавања или смањења настајања, поновну употребу и рециклажу отпада, издвајање секундарних сировина и коришћење отпада као енергента, односно одлагање отпада [28].

Према садашњој регулативи отпаци животињског порекла могу да се безбедно уклоне у зависности од категорије на следеће начине:

- ◇ закопавањем,
- ◇ спаљивањем сировог отпада у специјалним пећима на високим температурама (850-1200°C),
- ◇ спаљивањем након термичке прераде у погону,
- ◇ прерадом и производњом компоста и биогаса и
- ◇ термичком прерадом у храну за животиње.

Категорисани отпад носи градуисане ризике и према претпостављеним ризицима одређени су и поступци збрињавања за све три категорије.

Материјал категорије један је утврђен као најризичнији и захтева спаљивање у специјалним пећима на температури (1200°C) у кафилерији. Допуштена је могућност након обраде у овлашћеном објекту комбинованим

спаљивањем или закопавањем на одобреним депонијама (кухињски отпад се може директно одлагати на депонију). Најбоље решење за сакупљање споредних производа анималног порекла (анимални отпад-угинуле животиње, њихови делови и кланични отпад), је изградња мреже међуобјеката где би се ти производи сакупљали локално тј. регионално, на територији једне велике или неколико мањих суседних општина. У међуобјектима се споредни производи чувају одерђно време (5 до 8 дана). У међуобјектима се не ради никакав третман. Анимални отпад се у специјалним контејнерима довози и чувај на температури до 4°C, како би се трулежни процеси успорили и како би се накупила довољна количина за транспорт у кафилерију. У регионалном плану управљања отпадом, општине углавном имају идентификоване гробне јаме где одлажу угинуле животиње, али је то често неусловно, нису изабрана права места и постоји опасност од загађења подземних и површинских вода и земљишта. За сакупљање угинулих животиња је задужена локална самоуправа, а за сакупљање кланичног отпада, у законској обавези је кланица, односно онај ко производи отпад [28].

Материјал категорије два подлеже одлагању и употреби након припремне обраде у одабраним објектима за прераду где је стандардима одређена стерилизација под притиском. Режим је: 20 минута на температури 133°C и притиску од 3 бара. После наведеног пред-третмана у предвиђеним објектима овај отпад се уводи у процес добијања биогаза и компоста или у техничке сврхе [28].

Нуспродукти као: садржај дигестивног тракта, млеко, стеља, јаја и технопатска угинућа није потребно претходно третирати, могу се директно укључити у процес добијања биогаза или компостирање.

Материјал категорије три може се искористити за компостирање и као храна за кућне љубимце, док се кухињски отпад третира по националном закону или се користи у техничке сврхе [28].

Спаљивање, односно закопавање на сточном гробљу (јами гробници) је поступак спаљивања, односно закопавања отпада анималног порекла, на сточном гробљу, односно јами гробници, уз предузимање одговарајућих био-сигурносних мера за спречавање ширња заразне болести које су у складу са законом и врши се под надзором ветеринарске инспекције.

Спаљивање, односно закопавање на лицу места јесте спаљивање, односно закопавање отпада анималног порекла на депонији или месту, које је одабрана за те намене, на коме нема ризика за здравље животиња, јавно здравље и животну средину, уз предузимање одговарајућих биосигурносних мера за спречавање ширња заразне болести које су у складу са законом и врши се под надзором ветеринарске инспекције.

Пре закопавања, анимални отпад се прелива кречом, хлорним препаратима, или другим препаратима са јаким мирисом. Животиње не смеју имати приступ месту укопа. Ако се врши спаљивање, оно иде до пепела, без угрожавања здравља људи и на начин који не угрожава животну средину и околину.

Одговорна особа обавезно евидентира податке о укопу, односно спаљивању (датум, место, време, број и врста животиња).

Стајњак се прикупља и складишти у близини штале, подаље од извора, бунара и водотокова у јамама и спремницима с бетонским темељем који имају високе непрпусне зидове. Спремник мора бити довољно велик и прилагођен броју животиња и периоду у ком се мора складиштити чврст стајњак.

Сакупљање **течног стајњака и осоке** врши се преко избетонираних канала до водонепропусне јаме - осочаре. Осока се не сме упуштати у речне токове нити изливати на околно земљиште. Извучена осока се евакуише на оранице које се одмах заоравају, док се транспорт исте врши искључиво цистернама које онемогућавају просипање путем. Јаме осочаре и спремници за стајњак се морају редовно празнити.

Прерадом здравствено одговарајућих нејестивих споредних производа закљаних животиња (материјал категорије 3) могу да се добију:

- ◇ протеинска, протеинско-минерална и енергетска хранива за исхрану животиња,
- ◇ техничка маст,
- ◇ перје за текстилну индустрију,
- ◇ кожа, рогови, папци, длаке,

а од угинулих животиња (материјал категорије 2):

- ◇ месно-коштано брашно као енергент,
- ◇ техничка маст као енергент или сировина за даљу прераду у хемијској индустрији или производњу биодизела и
- ◇ биогас, компост.

Безбедним уклањањем анималног отпада (материјал категорије 1), спаљивањем на високим температурама изнад 850°C може да се добије:

- ◇ топла вода или водена пара као енергент за рад погона којима је потребна топла вода или водена пара и пепео за насипање путева.
- ◇ Одговарајућим поступцима прикупљања крви и технолошком обрадом могу добити различити производи за хуману употребу, посебним поступцима прераде могу се искористити као сировина за фармацевтску индустрију.
- ◇ С друге стране, ако се индустријска крв сакупи и преради по одговарајућем технолошком поступку, у фабрици за прераду осталих животињских споредних производа на посебном постројењу, може се добити високопротеинско храниво за исхрану животиња богато најчешће дефицитарним есенцијалним аминокиселинама, витаминима и минералним материјама, а нарочито гвожђем.



Слика 13. Шематски приказ производа који настају спаљивањем анималног отпада (оригинал)

Годишња производња животињског отпада у Србији (лешева и кланичних конфиската) износи око 28.000 тона лешева и 245.000 тона кланичног отпада, од чега се само 20% прерађује у кафилеријама. Остатак се обично одлаже без третмана на депоније и закопава. Инсталације отвореног типа за третман животињског отпада постоје у Сомбору (категирије 1 и 2), Београду (не фукционишу), Туприји (категирије 1 и 2), Бачкој Тополи (категирија 1), и неколико постројења за прераду затвореног типа (Житиште, Пландиште, Сремска Митровица, Сјеница, Врбас). У Инђији постоји најсавременија фабрика "Енерго зелена", изграђена за прераду животињског отпада категорије 1, капацитета око 150.000 тона годишње, која је такође ван функције.

4.0. УТИЦАЈ ОТПАДА ИЗ АНИМАЛНЕ ПРОИЗВОДЊЕ НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

Поред индустрије и урбаних средина као главних загађивача животне средине и анимална производња може проузроковати веома негативне последице и разне поремећаје у животној окружењу. Узгајањем домаћих животиња добија се стајњак као нуспроизвод сточарства који је у ратарској, повртарској и воћарској производњи неопходан за одржавање плодности и повољне структуре земљишта.

4.1. Утицај ђубрива из анималне производње на животну средину

Индустријализацијом сточарске производње растао је број животиња на фармама до нивоа који онемогућава да се стајњак адекватно чува и примени на расположивом пољопривредном земљишту, због чега је растао и притисак на животну средину и њено загађење. У првом реду то се односи на вишак нитрата и њихово испирање (цеђење) у површинске и подземне воде. У неким земљама ЕУ уведено је ограничење броја животиња по јединици површине, који се изражава као број условних грла или група по јединици површине.

Производња животиња је биолошки процес трансформације. Најважнији инпути, поред животиња, су храна, вода, ваздух и енергија за контролу амбијенталних услова, а аутпути су су месо, вентилацијом изнет загађен ваздух и фармски отпаци. Вентилациони ваздух и фармски отпаци (стајњак и отпадне воде) су загађивачи средине, посебно при повећању концентрације стоке на једном месту или у одређеном региону.

Фармски отпаци су озбиљан проблем. Укупна екскреција фецеса и урина дата је у табели 4.

На модерним фармама, не користи се простирка, јер је скупо прикупљање, превоз и лагеревање сламе, повећава се количина прашине у објектима, постоји опасност да се наруши здравље животиња у случају коришћења некавалитетне и плеснине сламе, а поскупљују се и послови око изђубравања. Због тога уместо класичног стајњака на фармама свиња се ствара течни стајњак. То је суспензија екскремената (фецеса и урина) у води и осталих отпадака, остатака хране, прашине, длаке итд.

Табела 4. Основне карактеристике и количина отпадних материја са сточарских фарми током узгоја [29].

Животиња	Врста екскрета	Количина (l)
Краве	Урин	90,5
	Фецес	44,3
	Укупно	135,12
Телад	Урин	7,2
	Фецес	20,4
	Укупно	27,6
Свиње	Урин	1,67
	Фецес	2,73
	Укупно	4,5
Овце	Урин	1,74
	Фецес	2,88
	Укупно	4,5
Коке носиље	Укупно	0,11

Проблематику стајњака треба сагледати са следећих аспеката:

Садржај суве материје у течном стајњаку износи 5-7% што му обезбеђује и високу биолошку вредност (4-6 kg азота, 2-3 kg фосфора и калијума у кубном метру) [29]. Међутим због присуства отпадних вода садржај суве материје често не прелази 2%, што истовремено значи и пропорционално смањење минералних материја, односно смањење биолошке вредности течног стајњака.

4.1.1. Уклањање ђубрива са фарми

Један од битних елемената приликом уклањања стајског ђубрива са фарми је његово адекватно спремање укључујући и чврсто и течно ђубриво.

Уз штале треба да буду уређена ђубришта за чврст стајњак и јаме, базени или лагуне за течан. У циљу спречавања размножавања мува потребно је вршити превртање стајњака. На тај начин се ларве мува са површине убацују у унутрашњост где висока температура неповољно утиче и онемогућава њихов даљи развој.

Правилан утовар и превоз стајског ђубрета је такође веома битан. Чврст стајњак узима се са ђубришта машинским утоваривачем или вилама окомито са

најзрелијег краја хрпе ђубрета. Након превозења у поље треба одмах да се растури по парцели и одмах заоре. Стајњак се мора превозити у за то специјалном возилу (растурачу стајњака или тракторској приколици, ређе камиону, запрежним колима), које након обављеног посла треба дезинфиковати. Још је важније правилно узимање, превоз и примена течног стајњака и осоке. Пошто они шире смрад, а могу бити и преносиоци заразних клица, треба их узимати у цистерне без просипања наоколо. Цистерна мора бити споља у транспорту добро затворена да путем не просипа течност и шири смрад (Слика 14).



Слика 14. Цистерна за превоз течног стајњака (преузето са <https://agrotrade.rs/cisterne-majevica/>)

Стајњак треба да буде зрео, ферментиран, јер тако значајно смањује преношење патогених микроба, семена корова, ларви и јаја инсеката. Такође је врло важно да се стајњак исти дан по изношењу на парцелу заоре, а не да месецима стоји на њиви, чиме му се јако смањује вредност, а повећава загађивање околине. Стајњак треба растурати и заоравати при облачном, хладном и влажном времену. По сувом, топлом и ветровитом времену велик је губитак амонијака и воде из стајњака испаравањем, чиме се загађује околина и губи биљно храниво.

Ранији начин површинског растурања течног стајњака и осоке из цистерне прскањем по парцели узроковао је велике губитке амонијака и ширење смрада, поготово ако је између растурања и заоравања прошло много времена. Нови начин примене течних органских ђубрива јесте помоћу цистерне са којима се путем цеви течан стајњак и осока директно уносе у тло и одмах затрпавају тако да су губици минимални. Могуће је и агрегатирање два трактора: једног који вуче цистерну са савитљивом цеви која води ђубриво под радне органе оруђа (плуга, фрезе или тањираче) другог трактора, који вози паралелно с првим.

Веома добар начин примене течног стајњака и осоке јесте и њихова примена у води за наводњавање (фертиригација). Течан стајњак се убацује у воду у каналима или браздама, а још боље у цеви за наводњавање, које га воде директно на њиву и растурају у облику наводњавања. Када се течном органском ђубриво растура по усевима прскањем из цистерне или цеви за наводњавање, не треба њима прскати јестиве делове биљака поврћа, односно плодове воћа.

Најбољи начин искориштавања течног стајњака је његовом обрадом – сепарацијом и аерацијом. Путем сепарације се раздваја чврсти од течне фазе стајњака помоћу центрифугалног сепаратора. Чврста фаза се одлажена ђубриште, а течна (осока) у реакторима подвргава биохемијским процесима разградње у аеробној или анаеробној средини и дезинфекцији. Анаеробном дигестијом чврстог и течног стајњака (сточног измета) може се у великој мери отклонити загађење околине. Тим поступком се још добија биогаз за енергију на фармама и квалитетно чврсто ђубриво, а течни остатак се може користити за наводњавање културних биљака.

На земљиштима, поготово порозним, у близини водоопскрбних обеката, на којима се ограничава употреба минералних ђубрива, још више се ограничава употреба органских, јер она могу воду загадити много више него минерална, и то не само хемијски, него и микробиолошки због могућег садржаја опасних патогених клица (сточни измет и мокраћа). Примена стајског ђубрета није безазлена, и она има своје ограничења.

Свежи течни стајњак као ђубриво успешно се користи једино инкорпорацијом тј. убацивањем испод површине земље помоћу специјалних машина. При расипању на ограничене површине губици азота су око 50%, а при расипању на травнате површине чак 70% [30]. Уз то, због хемијске агресивности, за расипање течног стајњака не препоручује се коришћење система за наводњавање већ су боље специјалне цистерне. То значи да је растурање ограничено на период када су биљке младе, односно само док су још ниске или на вансезонско растурање. Овај моменат је двоструко штетан. Прво, није могуће растурање стајњака на биљке које су у пуној вегетацији током лета када им је вода најпотребнија и друго, капацитети спремишта морају се знатно повећати, јер течни стајњак мора да се лагује током 5-6 месеци односно онолико колико траје вегетација.

Течни стајњак ослобађа велику количину амонијака који се ствара разлагањем уреје из мокраће под утицајем ензима уреазе из фецеса. Овај процес почиње још у објекту и чак 85% амонијака створеног у стаји настаје на овај начин [30]. Овај амонијак је у ствари носилац непријатног мириса (смрада) у објекту и око објекта за свиње. Други део амонијака настаје у јамама осочарама и лагунама. Такође се ствара непријатан мирис који загађује околину.

Најзначајнији патогени у ђубриву

Патогени у животињском ђубриву представљају потенцијалне ризике по здравље људи и животиња како у производним погонима за пољопривреду, тако и ван њих ако отпад није адекватно третиран и задржан.

Патогени бактеријске етиологије (*Salmonella* sp., *Campylobacter* sp., *E. coli* O157: H7, *Listeria*, *Yersinia enterocolitica*, *Anthrax*, *Leptospira*, *Coxiella burneti* итд.), вирусне (*Enteroviruses*, *Caliciviruses*, *Reoviruses*, *Rotaviruses*, *Adenoviruses*, *Hepatitis E virus*, *Pestiviruses* и др.), и паразитске (*Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia*, *Echinococcus granulosus*, *Toxoplasma gondii* и др.) садржани у отпадним материјалима, могу остати витални и заразни релативно дуго [19].

Сазнања о појављивању вируса у екскрементима су доста сиромашнија у односу на бактеријску контаминацију. Феџес представља основни извор екскреције ентеровируса, реовируса, ротавируса, вируса бовине дијареје, корона вируса – узрочник дијареје телади, вируса куге говеда, парвовируса и аденовируса и др. У одређеној заступљености у феџесу се могу наћи и вирус слинавке и шапа, коксаки вирус, вирус класичне и афричке куге свиња. Познато је да се ентеровируси скоро редовно излучују путем феџеса. Они су релативно стабилни у течном стајњаку. Због тога је потребно имати специфичне и врло строге прописе, који садрже мере заштите од екскремената инфицираних вирусима.

У животињским екскрементима могу се наћи бројне патогене протозое, хелминти и артропode. Феџес говеда је врло често инфициран ооцистама *Eimeria* и јајима стронгилида. Феџес свиња редовно садржи ооцисте *Eimeria* и често јаја неколико врста гастроинтестиналних нематода. Најчешће се налазе јаја *Ascaris* и ооцисте кокцидија. Простирка код бројлера и кокошки носиља је скоро редовно контаминирана ооцистама различитих врста *Eimeria* [19].

Феџес животиња се углавном не сматра патогеним извором гљивица, мада стајњак може да служи као добра подлога за раст многих врста. У Америци је изолована гљива *Petridium*, која узрокује микотичне побачаје, плућне поремећаје код људи и мицетоме код људи и животиња. Изоловане су и неке гљивице које стварају микотоксине [19].

Велики број врста бактерија, вируса, протозоа и гљивица могу се наћи у фекалној маси. Од бактерија се најчешће налазе *E. coli*, салмонеле, лептоспире, листерије и бруцеле [19].

О опстанку појединих врста патогених бактерија у феџесу, стајњаку и земљишту наводе се различити подаци у литератури. Нарочито је значајно преживљавање ових микроорганизама у течном стајњаку. Тако је утврђено да се салмонеле у течном стајњаку одржавају у животу до 286 дана, у чврстом стајњаку 2 - 4 недеље, у земљишту од 30 дана до 1 године. *E. coli* опстаје најмање 11 недеља у течном стајњаку говеда, 7 до 8 дана у пашњаку, у земљишту 3,3 дана у току лета и 13,4 дана у току зиме [19].

Време опстанка бруцела у течном стајњаку се креће од 8 дана до 3 - 8 месеци, микобактерија до 155 дана, а у земљишту и до 2 године. *M. paratuberculosis* опстаје и до 246 дана у зараженом фецесу, лептоспире месецима у влажним срединама, а узрочници клостридијалних инфекција и антракса, због поседовања резистентних ендоспора, опстају годинама. Према другим изворима узрочник туберкулозе преживљава у земљишту и сувом трулежном муљу од 5 месеци до 2 године, у компосту до неколико месеци, у пакованом чврстом стајњаку више од 2 недеље, а на трави пашњака мање од 14 дана [19].

Знатну отпорност показују и салмонеле. Испитивања времена опстанка 5 типова салмонела у течном стајњаку под лабораторијским условима установљено је да салмонеле код зимских температура (око 8°C) опстају до годину дана, а код летњих температура (око 17°C) око 6 месеци [19].

Повећање влажности стимулише опстанак бактерија. Нижа рН вредност, карактеристична за тресетна и кисела земљишта, је неповољна за већину патогених микроорганизама.

Обзиром на то да још у потпуности није разјашњен ризик од инфекције који је у вези са употребом фармских отпадних вода на ратарским површинама, најбољи поступак је њихова обавезна деконтаминација пре коришћења. За израчунавање потребног времена складиштења, да би се извршила деконтаминација инфицираног стајњака употребљава се децимално време смањења (Т90) за одређене патогене микроорганизме под специфичним условима складиштења. Децимално време смањења микроорганизама у спољашњој средини изражава се као време за које угине 90% бактерија или као проценат преживелих током одређеног временског периода.

Салмонеле преживљавају веома дуго ван организма, а једном унета инфекција у стадо перзистира као хронична или латентна инфекција одраслих, или као рекурентна инфекција код младих животиња. Преживљавање вируса зависи од врсте вируса, поседовања омотача, спољашње температуре, процента суве материје и др.

Јаја теније преживљавају на ливадама и пашњацима до 160 дана, а у течном стајњаку 30 - 90 дана. Јаја аскарида преживљавају у течном стајњаку у оксидационим јамама 90 - 120 дана, па и више, а развојни облици *Fasciola hepatica* у говеђем течном стајњаку 37 - 76 дана [19].

Поред способности многих животињских патогена да представљају ризик по здравље људи и животиња, постоји и све већа забринутост због присуства високих концентрација антибиотика и бактерије отпорне на антибиотике у отпаду од фармских животиња. Антимикробни лекови се широко користе у терапији и субтерапеутски у производњи за превенцију болести и промоцију раста. Субтерапеутска употреба антимикробних средстава је повезана са повећаном резистенцијом на антибиотике (АР) и вишеструким АР код ентеричних бактерија код свиња и других животиња и друге стоке. Присуство бактерија отпорних на

антибиотике у анималном отпаду је још један потенцијални здравствени ризик од излагања на фарми и контаминације ван фарме.

Биохемијски и микробиолошки третман стајњака

Нова истраживања су показала да се додавање 2,5% алуминијовог или калијумовог бисулфата или 6,25% зеолита у односу на масу течног стајског ђубрета смањује губитак амонијака за 55-60%. У САД су искористили јапански метод пречишћавања градске канализације помоћу бактерија, које претварају амонијак у нитрате, а нитрате у елементарни азот у процесу нитрификације и денитрификације. Азот је саставни део атмосфере, где га има највише од свих гасова. Бактерије *Nitrosomonas* и *Nitrobacter* се уграђују у капсуле направљене од полимера. Те капсуле су величине око пола центиметра. Капсуле се праве углавном од полиетилен гликола. Пошто је концентрација амонијака у течном стајњаку 10 до 20 пута виша него у градској канализацији, бактеријама треба око два месеца да се у том ђубрету аклиматизирају. Овај поступак се одвија у посебним реакторима или цистернама. Показало се да капсуле са бактеријама одстране 97-100% амонијака из течног стајњака [31]. Течни стајњак, ослобођен амонијака, може се употребити за наводњавање усева. Најбоље је ако се претходно таложњем течног стајњака издвоји чврсти део као ђубриво, а течни део се подвргне овом процесу нитрификације и денитрификације.

4.2. Контрола отпадних вода са фарми

Интензиван развој сточарске производње, који подразумева држање великог броја животиња на малом простору, донео је са собом читав низ проблема, међу којима и уклањање великих количина отпадних вода са фармских погона. То уклањање треба да се врши на одговарајући хигијенски начин уз обраду која доприноси да се отпадне воде у што већој мери ослободе патогених микроорганизама, токсичних материја и развојних облика паразита.

Познато је да у отпадним материјама анималног порекла под утицајем бројних екстрацелуларних и интрацелуларних ензима и присутних микроорганизама настају процеси који доводе до разградње и редуковања органске материје [31]. Динамика и карактер ових биохемијских процеса зависе од читавог низа фактора, садржаних у самој отпадној материји, а пре свега од њене врсте и порекла, али и од биолошких, физичких и хемијских особина средине у којој се процеси разградње одвијају. Посебан значај имају услови за опстанак и деловање аеробних и анаеробних микроорганизама, јер је основни циљ у обради отпадних вода разградња органске материје. У процесима разграђивања органске материје изузетну улогу имају влажност, рН средине, температура и присуство слободног кисеоника. Зависно од ових фактора, настају различити продукти разградње органске материје који могу у мањој или већој мери да се појаве као загађивачи ваздуха, земљишта и воде.

Правилно управљање отпадним водама је веома важна мера којом се може значајно смањити негативан ефекат фармске производње на животну средину, пре свега на ваздух и земљиште. Када је у питању отпадна вода, истиче се опасност која може да наступи употребом адитива, великих количина антибиотика у храни и при лечењу, и других хемијских материја, које се користе као дезинфицијенси, дератизациона или дезинсекциона средства. Ова средства доспевају у одређеним количинама у отпадне воде, а путем њих у земљиште, отворене и подземне воде, где могу да испоље токсично дејство најпре на флору и фауну, а потом да наруше и деградирају екосистеме и да директно угрозе здравље животиња и људи.

Фарме продукују велике количине високооптерећених отпадних вода, којима се значајно угрожавају и деградирају природни пријемници – реципијенти, с обзиром да се најчешће испуштају без било каквог облика обраде или пречишћавања. Количине отпадних вода које се најчешће сакупљају у аерационе лагуне, а затим испуштају у реципијенте, првенствено зависе од величине фарме, узгојне структуре и броја животиња у узгојном турнусу. Једна свиња, како по количини, тако и степену загађења, продукује отпадну воду као пет еквивалент становника.

На фарми се у току интензивног процеса узгоја може трошити мања или већа количина санитарне воде, што зависи од континуитета рада, тренутних потреба, радне дисциплине и других значајних момената. Уколико се троши мања количина санитарне воде, она ће на излазу садржати веће количине загађујућих материја, односно имаће веће биолошко оптерећење (БПК) и обрнуто.

Квалитет испуштених отпадних вода у реципијент зависи од квалитета улазне отпадне воде, али преваходно зависи од система за пречишћавање, функционалности и типа система, времена њеног задржавања у систему, као и пословног односа и схватања да је обрада отпадних вода саставни део целокупног производног процеса. У досадашњој пракси, не само у фармској производњи него уопште, није било таквог приступа, што је имало као последицу испуштање великих количина веома оптерећених отпадних вода у природне пријемнике – реципијенте, што има велике еколошке последице. Реципијент је веома битан фактор, с обзиром на ниво квалитета до којег отпадна вода мора бити пречишћена да би без последица могла бити испуштена у њега, и са хигијенско – санитарног, и са еколошког аспекта.

Унапређење рада постојећих фарми мора обухватити обраду отпадних вода на адекватан начин, како са еколошког, тако и са енергетског аспекта. Такође, развој приватног сектора у новије време условио је изградњу већег броја малих фарми, које такође морају своје отпадне воде пре коначне диспозиције пречистити до еколошки и санитарно задовољавајућег нивоа квалитета. Изградњу тих малих фарми неминовно мора пратити и изградња постројења за обраду и пречишћавање њихових отпадних вода, примерених њиховом капацитету, условима крајње диспозиције њихових пречишћених отпадних вода и конкретним условима средине, односно карактеристикама локације на којој се фарме налазе.

Циљ је да отпадна вода након проласка кроз одређене третмане има такве карактеристике да се без еколошких последица може упустити у каналску мрежу или дистрибуирати по пољопривредној површини.

У досадашњој историји коришћења отпадних вода, пре свега отпадних вода са фарми, присутне су различите дефиниције. Отпадне воде са свињогојских фарми су мешавина фецеса, урина, губитака воде од напајања и отпадних вода од прања и чишћења објекта и опреме.

По некој аналогiji, садржај септичке јаме се разликује од отпадне воде из канализације врло слично као и осока, тј. течни стајњак, од отпадне воде са свињарске фарме. Основну разлику треба тражити у садржају, пре свега, штетних материја у отпадној води као што су детерџенти, средства за дезинфекцију, остаци лекова и адитива, итд. Пошто се течни стајњак – осока третира као пољопривредно ђубриво, основна претпоставка је да он у себи нема тих и сличних штетних материја, те да се под одређеним условима може користити као органско храниво за биљке.

Према садржају загађујућих материја и дејству на водопријемник, отпадне воде се могу сврстати у четири групе [24]:

I група. У отпадним водама I групе налазе се неорганске материје у растворном и нерастворном облику које поседују специфичне токсичне особине: арсен, бакар, олово и други тешки метали, оксиди и хидроксиди метала, сумпорводоник и друга једињења сумпора, соли. Ове отпадне воде приликом уливања у реципијент мењају његове физичко-хемијске особине као што су: природна боја и прозачност воде, рН вредност, тврдоћа, вода поприма непријатан мирис и укус. Може доћи и до тровања водених организама сумпорводоником, арсеном и другим токсичним супстанцама. Такође, токсичне нерастворене супстанце се могу сталожити на дну, што негативно делује на организме који живе на дну водене средине.

II група. Основне загађујуће материје у њима су суспендоване минералне материје и ситне честице минерала. Њихово дејство је слично деловању прве групе, али је токсично дејство мање изражено и није специфично.

III група. Ове отпадне воде садрже органске материје које немају специфично токсично дејство. Углавном настају из прехранбене индустрије. Мада не садрже токсичне материје, негативно утичу на воду реципијента јер троше велику количину кисеоника за оксидацију, што доводи до дефицита кисеоника. Органске материје се, као резултат сложених биохемијских реакција, оксидују под дејством аеробних микроорганизама, а делимично подлежу и анаеробном разлагању уз настајање отровних гасова: сумпорводоника, метана и амонијака. То све доводи до промена рН вредности, прозачности, боје и биохемијске потрошње кисеоника (БПК), односно нарушава се нормалан хидрохемијски режим реципијента. Упуштање ових отпадних вода је нарочито ризично у току зиме када је количина кисеоника у води мања.

IV група. То су отпадне воде које садрже органске примесе са специфичним токсичним дејством. У њима се могу наћи: феноли, смоле, боје,

алкохоли, алдехиди, деривати нафте, једињења сумпора (меркаптани, сумпорводоник), киселине, базе, органске и неорганске соли, једињења арсена и олова и друго. Деловање отпадних вода ове групе је слично отпадним водама прве групе али је јаче изражено с обзиром да се многе супстанце које улазе у њихов састав споро минерализују. Штетно деловање се може приметити на раздаљини од десетак, па чак и стотинак километара од извора загађења, нарочито код река са брзим током. Под дејством супстанци, као што су бензен, уља, смоле, феноли и пиридини, вода добија боју, непријатан фенолни мирис и укус, постаје мутна и покрива се флуоресцирајућим танким слојем који спречава контакт са кисеоником.

4.2.1. Физичко-хемијске и микробиолошке особине отпадних вода

Отпадне воде са фарми су веома променљивог састава, што захтева континуирано праћење садржаја могућих загађивача. Примарна, непречишћена отпадна вода са фарми садржи велике концентрације хемијских материја. За процену садржаја хемијских материја у отпадним водама користи се неколико параметара (Табела 5). Најважнији од њих су:

- ◇ температура (термометар);
- ◇ рН (рН- метар);
- ◇ НРК – хемијска потрошња кисеоника (бихроматна метода; mg O₂/l);
- ◇ ВРК₅ – биолошка потрошња кисеоника за 5 дана (mg O₂/l);
- ◇ Nt – укупан азот (Kjeldal; mg/l);
- ◇ амонијум - једињења (NH₄⁺, спектрофотометријски по Nessleru; mg/l);
- ◇ NO₃⁻ (N, волуметријски; mg/l);
- ◇ NO₂⁻ (N; волуметријска метода; mg/l);
- ◇ укупни фосфати PO₄³⁻ (спектрофотометријска метода; mg/l);
- ◇ сулфати (SO₄²⁻, гравиметријска метода; mg/l);
- ◇ хлориди (Cl⁻, волуметријска метода; mg/l);
- ◇ калцијум (Ca²⁺, атомска апсорпциона спектрометрија; mg/l);
- ◇ алкалитет (HCO₃⁻, метода по Winkleru; mg/l);
- ◇ укупне масти (екстракција, гравиметријски; mg/l),
- ◇ утошак KMnO₄,
- ◇ укупни суви остатак на 105°C,
- ◇ укупни остатак после жарења на 550°C,

- ◇ суспендоване материје, таложење по Imhofu након 2 сата,
- ◇ видљиве отпадне материје *in situ*,
- ◇ видљива боја,
- ◇ мирис и
- ◇ специфична електропроводљивост.

Табела 5. Најчешће вредности параметара отпадних вода са фарми: ЕС = електропроводљивост, БРК₅ – биохемијска потрошња кисеоника за период 5 дана, НРК – хемијска потрошња кисеоника, ТР – укупни фосфор, К – калијум; FC - колиформи; C/N - однос угљеника и азотних једињења [32].

Параметар	Јединица мере	Свиње		Говеда	
		Узгој прасади	Тов	Млечна говеда	Товна говеда
pH		6.9–7.5	7.2–8.4	6.9–7.8	6.3–7.9
ЕС	mS/cm	12.8–15.5	15.3–25.3	2.3–3.1	7.1–24.7
БРК ₅	g/L	9.0–25.0	16.6–21.6	0.6–2.9	
НРК	g/L	24.0–65.2	45.3–57.7	2.6–4.8	3.1–41.0
NH ₄ ⁺	g/L	1.4–1.8	2.0–3.1	0.1–0.2	0.2–2.4
ТР	g/L	0.6–1.4	0.8–2.8	0.01–0.07	0.3–1.2
К	g/L	1.8–2.2	1.9–3.8	0.4–5.2	0.6–3.6
FC	NPM/100 mL	10 ³ –10 ⁸		10 ⁵ –10 ⁷	
C/N		5.0–6.4	5.4–10.8	6.0–14.5	2.6–205
N:P:K		0.6–0.8:0.3– 0.6:1.0	0.5–1.6:0.2– 1.5:1.0	0.1–0.5:0.1– 0.5:1.0	0.1–4.0: 0.1– 2.0: 1.0

Екстремно ниске или високе вредности рН имају негативан утицај на искоришћавање Cu и Zn из отпадних вода. Када су Cu и Zn у нерастворљивом облику, они контаминирају и површинске воде и земљиште (акумулирају се). Појава високих концентрација ова два метала објашњава се њиховим присуством у храни за животиње, јер се додају као промотори раста. Током стајања у лагунама, рН отпадних вода се повећава. Ово је последица микробиолошке активности која је праћена ослобађањем одређених гасова, при чему је ослобађање угљен- диоксида из воде брже него ослобађање амонијака.

Свеж течни стајњак типично садржи 50% органског и 50% амонијачног азота (NH₃) [32]. Након апликације органски азот није у потпуности доступан биљкама током прве године. Генерално, процењује се апроксимативних 50% конверзије у форму NH₃. Базни део друге половине постаје доступан у наредним годинама, према типично дезинтеграционим серијама у функцији земљишно- климатских услова. Конверзија амонијака у нитрате температурно је зависна.

Тип земљишта има велик утицај на количину нитрата пенетрираног у њему садржаној води. Нитрат може бити успешно испран у њој кроз издашну песковиту и шљунковиту структуру. Услед композиције микропора, у иловачи изражен је феномен капиларне влаге, са тенденцијом стварања анаеробних услова. Последица тога је иритација денитрификације са трансформацијом нитрата углавном у N_2 - гас и нешто мање у N_2O преко земљишних микроорганизама. Азотни- оксид и гас одлазе у атмосферу и редукују количину нитрата доспелих до земљишне воде. У пределима са мање падавина органско загађење стајаће воде с одузимањем кисеоника редовно је пропраћено непријатним мирисима окружења. Питка вода, која садржи нитратни азот у вишку од 10 мг/л понекад може да изазове фатално обољење код деце млађе од 6 месеци. Садржај нитрата очигледно нема кратко интервалне утицаје на одрасле особе. Код сисара, нитрат сам по себи није токсичан, али је претходник нитрита, произведеног кроз његову микробиолошку редукујућу у доњем делу алиментарног канала, или у лоше припремљеној храни.

Временски интервал између уливања и искоришћавања отпадних вода са фарми најважнији је управљачки фактор концентрација: органске материје, азота (N) и фосфора (P) [32].

Слободни амонијак, пре него амонијачни јон, има значајан утицај на водени систем. Он је отрован за већину риба, чак и при ниским концентрацијама. За осетљиве врсте риба (лосос), ниво слободног NH_3 у води до 5 ppm, обично изазива негативне реакције. Ефекти многих загађивачких инцидената из фармских система изражени су високим степеном помора рибе.

Главни ефекат оптерећења површинске воде органском материјом манифестује се одузимањем доступног кисеоника, као резултат вишег нивоа микробиолошких активности. У стајаћој или споро текућој води, анаеробни услови брзо се развијају са придруженим развојем непријатних мириса и редукујућом разноликости биосистема. За брзе водене токове побољшање аеробног стања углавном брзо наступа.

У отпадној води се могу наћи и одређене количине никла и хрома, који се изворно налазе у храни за животиње. Стајањем отпадних вода у лагунама, бакар, цинк, хром и никл се временом таложе, што се може потврдити анализом седимента у лагунама [32]. У фецесу се могу, у траговима, наћи и арсен и кадмијум, који угрожавају животну средину ако се нађу у концентрацијама већим од дозвољених. Неконтролисано испуштање отпадних вода са садржајем ових елемената је веома опасно, јер је за њих карактеристично да се акумулирају у животној средини. Несварена храна која се нађе у фецесу животиња може да садржи велике количине натријума и калијума, али и других растворених соли. Ове материје утичу на састав земљишта и могу да контаминирају површинске воде. Испитивања су показала садржај N, P и K у седиментима лагуна многоструко већи него у чврстом стајњаку. Исто важи и за садржај метала, попут Fe, Ca, Mg, Cu, Zn, Pb, Ni, Cr, Cd и Mn.

Дезинфицијенси, попут хлорних препарата, улазе у састав отпадних вода током чишћења објеката на фарми и, уколико се испусте у акватичну средину, веома су штетни.

У отпадним водама могу се наћи и антибиотици. Они се користе како за лечење животиња, тако и као промотори раста. Њихова појава у испуштеним отпадним водама може имати велики негативан ефекат директно на живи свет, а индиректно на јединке које су повезане ланцем исхране.

Пестициди и хормони се такође могу наћи у отпадним водама са фарми. Пестициди се користе за контролу популација инсеката, а хормони током узгоја животиња ради повећања перформанси. И једни и други су озбиљни полутанти у животној средини и доводе се у везу са смањеном фертилношћу, мутацијама и угинућем водене фауне и флоре.

Ипак, најзначајнији хемијски састојак отпадних вода је свакако органска материја, чије присуство утиче на садржај кисеоника у води, а самим тим и на живи свет који долази у додир са водом [32]. Деградацијом органске материје у отпадним водама настају угљен – диоксид и метан. Друга важна компонента отпадних вода је неоргански азот, који учествује у оксидо – редукционим реакцијама средине. Стајањем у лагунама смањује се садржај NO_3 због процеса денитрификације. Такође, смањује се и концентрација NH_4^+ , који може бити везан и исталожен на дно лагуне, или је оксидован до N_2 или NO_2 . Мерењем садржаја азотних једињења утврђено је да доминирају органска једињења азота (Kjeldal) и NH_4^+ , док је концентрација оксидованих форми (NO_3 и NO_2) била далеко мања.

Концентрација фосфора се у лагунама смањује, али ипак остаје преко максималних дозвољених граница за безбедно испуштање отпадних вода у спољашњу средину. Високе концентрације фосфора могу довести до еутрофикације уколико се отпадне воде празне у водене екосистеме. Полифосфатна и органофосфорна једињења присутна у стајњаку подлежу биолошкој разградњи и хидролизују до ортофосфата, па се анализом воде у лагунама открива доминантна количина PO_4^{3-} једињења [33]. Све у свему, поређењем анализа хемијског садржаја отпадне воде пре и током стајања у лагунама запажа се њена биолошка деградација процесима оксидације, хидролизе, таложења, адсорпције и сл.

Млеко у отпадним водама са фарми је веома озбиљан загађивач природних водотокова. Отпадна вода са млечних фарми треба да буде прописно сакупљена и складиштена. Присуство млека и стајњака у отпадним водама може резултирати стварањем опасних и експлозивних гасова.

Загађење вода из стајњака углавном је последица његовог расквашавања с отицањем минерала по земљишној површини, испирањем у дубље слојеве тла и, случајног или намерног, директног пражњења у стајаће или текуће изворе. Неискоришћени од усева, нутријенти стајњака инкорпорирају се у површинску или земљишну воду. Међу њима, услед максималног потенцијала по интензитет загађења воде, азот и фосфор су од главне пољопривредне важности. Оба

нутријента могу бити усвојена порастом усева, ући у површинску воду или, феноменом обједињења органске материје, могу се везати у земљиште. Азот из стајњака може бити расквашен у земљишној води или емитован као гас у атмосферу. Расквашавање нитрата представља пренос азота у форми NO_3^- по земљишним слојевима на дубини >1 m. Ово је последица занемарљиве адсорпције нитратног - N ањона од финих честица са тенденцијом концентрисања ка површинском слоју земљишта.

У нашим условима стајњак се највећим делом непрописно користи. Степен загађења три базна животна фактора “ваздух, вода и земља” веома је висок. На основу искустава земаља Европске уније, као нужан производ узгојних процеса животињских врста анимални отпад третира се као енергетски и прихрањивачки ресурс. При томе је нагласак на усавршавању технологија дораде и елиминацији гасних компоненти, редукацији загађивачких компоненти у земљишној води анимално - узгојних технологија, као ресурса за интензификацију ефекта “стаклене баште”.

4.2.2. Мониторинг отпадних вода

Мониторинг отпадних вода са фарми подразумева праћење одређених параметара како би се проценила могућа контаминација површинских вода у близини фарме, нарочито ако се те површинске воде користе за напајање. Неколико истраживања је показало да лагуне и јаме, које се користе за чување отпадних вода, могу имати негативан утицај на квалитет површинских вода због инфилтрације NO_3^- , NH_4^+ и Cl^- у површинске слојеве земљишта. Расипање отпадних вода у циљу фертילизације такође контаминира земљиште и површинске воде. Отпадне воде које садрже у себи стајњак, садрже и велике количине NO_3^- , PO_4^{3-} , тешке метале и бактерије. Нарочито су опасне биле лагуне без хидроизолације.

Сви системи за управљање отпадним водама морају да буду изграђени у складу са локацијским условима које издаје надлежни орган и који садржи све урбанистичке, техничке и друге услове и податке потребне за израду идејног пројекта, пројекта за грађевинску дозволу и пројекта за извођење у складу са Законом о планирању и изградњи („Сл. Гласник РС“ бр. 72/2009, 81/2009 - испр., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019 и 37/2019) [34].

Према Правилнику о начину и условима за мерење количине и испитивање квалитета отпадних вода и садржини извештаја о извршеним мерењима (Службени гласник РС 33/2016) [35], испитује се сваки излив и то пре мешања отпадних вода са водама пријемника. У Правилнику су дати параметри које је потребно пратити, као и минималан број потребних мерења годишње. Поред граничних вредности, у Уредби су прописане и методе израде програма узорковања, чувања узорака и њихове анализе.

Правилником о начину и условима за мерење количине и испитивање квалитета отпадних вода и садржини извештаја о извршеним мерењима (Службени гласник РС 33/2016) [35], прописан је интервал мониторинга и у зависности од протока може бити 3 пута годишње (свака 4 месеца) уколико је проток 0 - 50 l/s или 4 пута годишње (свака 3 месеца) уколико је проток отпадних вода од 50 - 90 l/s.

Законом о водама ("Службени гласник РС", број 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 и 95/2018 и др. закон) [36], се уређује правни статус вода, интегрално управљање водама, управљање водним објектима и водним земљиштем, извори и начин финансирања водне делатности, надзор над спровођењем овог закона, као и друга питања значајна за управљање водама.

У вршењу инспекцијског надзора, инспектор за заштиту животне средине има право и дужност да проверава: да ли испуштене отпадне воде и отпадне воде које се после пречишћавања испуштају у реципијент испуњавају услове у погледу граничних вредности утврђених у складу са чланом 93. став 2. овог закона; да ли се ради заштите квалитета вода реципијента примењују забране из члана 97. тач. 1), 2), 4) и 6) овог закона; да ли се обавеза испитивања отпадних вода врши у складу са чланом 99. овог закона [36].

Поред основног закона из 2010. године, тадашње ресорно министарство је донело неколико уредби којима је регулисана заштита вода, од којих је за загађиваче вода најзначајнија Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање ("Сл. Гласник РС", 67/2011, 48/2012, 1/2016) [37].

Ова Уредба се односи на емисије за одређене групе или категорије загађујућих супстанци у технолошким отпадним водама пре њиховог испуштања у канализацију (табела 6), технолошким и другим отпадним водама које се непосредно испуштају у реципијент, водама које се после пречишћавања испуштају из система јавне канализације у реципијент и отпадним водама које се из септичких и сабирних јама испуштају у реципијент, односно на регулисање испуштање комуналних и индустријских отпадних вода у пријемнике.

У уредби су дате граничне вредности емисије (ГВЕ), које су засноване на примени најбољих доступних техника. Исто министарство је донело још две уредбе и један правилник којима је регулисана заштита вода, а то су:

- Уредба о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање;
- Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седиментима и рок за њихово достизање;
- Правилник о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских и подземних вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса вода.

Табела 6. Граничне вредности емисије отпадних вода из објеката за узгој стоке, на месту испуштања у површинске воде. (Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у води и роковима за њихово достизање ("Сл. гласник РС", 67/2011, 48/2012, 1/2016)) [37].

Загађујућа материја	Јединица мере	Граничне вредности
Температура	°C	30
pH		6,5 – 9
Суспендоване честице	mg/l	35
ВПК ₅	mgO ₂ /l	25
НПК	mgO ₂ /l	150
Амонијак изражен преко азота	mg/l	10
Укупни неоргански азот	mg/l	18
Укупни фосфор	mg/l	2

На овај начин се обавезују субјекти да ће у случају испуштања пречишћене отпадне воде у реципијенте, обезбедити да ове испуштене воде не смеју прекорачити граничне вредности емисија прописаних Уредбом о изменама и допунама уредбе о граничним вредностима емисије загађујућих материја у води и роковима за њихово достизање.

Гранична вредност за азот (амонијак) и гранична вредност за укупан неоргански азот се применјује када је температура ефлуента из биолошког пречистача 12°C и када је оптерећење укупног улазног азота, које је дато у дозволи веће од 100 kg/дан. Дозвољена је и већа вредност укупног азота од оне у дозволи све до 25 mg/l, ако је ефекат уклањања укупног азота најмање 70%. Ефекат пречишћавања се рачуна у односу на улазни укупни азот (органски и неоргански) и излазну вредност укупног азота у току репрезентативног временског периода који није дужи од 24 часа [35,37].

Захтев за укупни фосфор се примењује ако оптерећење укупним фосфором у отпадној води на коме се заснива дозвола превазилази 20 kg/дан.

У ефлуентима канализационих лагуна, дизајнираних са временом задржавања од 24 h или више у којима дневна запремина отпадне воде, на којој је базирана дозвола за испуштање, не прелази 500 m³, где је узорак очигледно обојен услед присуства алги, ХПК и БПК₅ треба одређивати из узорка који не садржи алге. У том случају вредности приказане у табели се смањују на 15 mgO₂/l за ХПК и на 5 mgO₂/l за БПК₅.

Ниједна супстанца не сме бити испуштена на начин или у концентрацији која ће нанети трајне штете по флору и фауну водног тела које прима испуштене отпадне воде. Ниједан ефлуент, односно термички загађена вода, не сме се

испустити у реципијент уколико резултира порастом температуре реципијента низводно од места испуштања.

Мониторинг обухвата:

- ◇ мерење протока отпадне воде за време узорковања на датом мерном месту и мерење количине отпадних вода;
- ◇ узорковање отпадних вода за потребе њиховог испитивања;
- ◇ мерења која се спроводе на терену: температура воде и ваздуха; рН отпадних вода током периода узорковања; барометарски притисак; изглед (присуство капљица уља, крпе, длаке, итд.); таложиве материје; електропроводљивост; мирис; промена мутноће и боје;
- ◇ припрему, транспорт и складиштење узорака отпадних вода;
- ◇ испитивање основних и специфичних физичко-хемијских и хемијских параметара који обухватају и екотоксиколошке параметре и микробиолошку анализу отпадних вода;
- ◇ израчунавање просечне вредности емисије загађујућих материја, емисије топлоте, годишње количине отпадних вода, затим израчунавање емитованих загађујућих материја (оптерећење отпадних вода), као и израчунавање масеног биланса отпадних вода и емисионог фактора;
- ◇ прорачун ефикасности пречишћавања отпадних вода за одређене параметре и
- ◇ израду извештаја о извршеним мерењима.

Мониторинг отпадних вода спроводи се:

- континуално, када се врши 24-часовно мерење количине отпадне воде, основних и специфичних параметара квалитета отпадних вода, у складу са прописом којим се уређују GVE и/или водном дозволом или интегрисаном дозволом, а посебно у случају када отпадна вода садржи опасне материје;

- периодично, у случајевима када отпадна вода настаје и испушта се периодично у редовним временским интервалима током године или у току сезонског рада, уколико се отпадна вода не испушта током целе календарске године. У том случају врши се узимање 2-часовног или тренутног узорка и мерење количине отпадне воде током узорковања, као и испитивање основних и специфичних параметара у складу са прописом којим се уређују GVE и/или водном дозволом и интегрисаном дозволом.

Континуално мерење се врши у случају константног настајања и испуштања отпадних вода, помоћу уређаја, мерача протока и њиме се обезбеђују подаци о:

- ◇ протоку отпадних вода;
- ◇ годишњој количини отпадних вода;
- ◇ највећем 6-часовном просечном протоку отпадних вода;

- ◇ највећој дневној количини отпадних вода и
- ◇ количини и просечној вредности протока отпадних вода у току узорковања отпадних вода.

Дисконтинуално мерење се врши у случају сезонских/повремених активности када је настајање и испуштање отпадне воде повремено.

Табела 7. Учесталост мерења отпадних вода у складу са Правилником о начину и условима за мерење количине и испитивање квалитета отпадних вода и садржини извештаја о извршеним мерењима (Службени гласник РС 33/2016) [35].

Загађујућа материја	Динамика мерења	Методe мерења
Температура	4 пута годишње	СРПС Х.31.106
рН	4 пута годишње	СРПС Х.31.111 СРПС ЕН ИСО 10523
Суспендоване честице	4 пута годишње	СРПС ЕН 872 СРПС Х.31.160
БПК ₅	4 пута годишње	СРПС ЕН 1899-1/2
ХПК	4 пута годишње	СРПС ИСО 6060
Амонијак изражен преко азота	4 пута годишње	СРПС ИСО 6778:1984 СРПС ИСО 7150-1:1984 СРПС ИСО 5664 СРПС ЕН ИСО 11905-1 СРПД Х.31.184
Укупни неоргански азот	4 пута годишње	СРПС ЕН 12260
Укупни фосфор	4 пута годишње	СРПС ИСО 6878

Мерење количине отпадних вода, односно протока врши се уређајима за мерење који су постављени, уграђени на цевоводу или шахту профила, који формира висину воденог стуба који се подудара са одговарајућим протоком воде.

Одговорно лице уграђује мерач протока воде који има сертификат од органа надлежног за мере и драгоцене метале. Мерач се поставља непосредно пре испуштања отпадних вода у пријемник.

При континуалном мерењу протока отпадних вода користи се мерно место (шахт) на улазу отпадних вода у уређај за пречишћавање или се користи мерно место на излазу из постројења, ако се може доказати веза између ова два протока.

Мерења квалитета отпадних вода врши се од стране овлашћене стручне организације за обављање такве врсте меренја. Осим референтних метода, могу се користити и друге методе мерења ако се може доказати њихова еквивалентност.

Циљ управљања отпадним водама са фарми је да се концентрација полутаната који се испуштају у животну средину сведе на најмању могућу меру. То се постиже на неколико начина, зависно од врсте отпадне воде и техничких могућности:

- ◇ смањење количине
- ◇ рециклирање
- ◇ поновна употреба
- ◇ третман смањења присутних загађујућих материја
- ◇ правилно сакупљање и складиштење

Отпадна вода са фарми требало би да се посматра као вредан ресурс, а не само као потенцијални загађивач средине. То се може постићи ефикасним управљањем отпадним водама, као и отпадом уопште.

Ипак, у свету и код нас, постигнута техничко - технолошка решења за високу производњу у фармској индустрији остављају много нерешених питања, па чак и веома лоша решења која су утицала на погоршавање услова животне средине и појаву екоцидентних ситуација. Разлога за то је више, а најчешћи су:

- ◇ фарме су грађене у близини насељених места тако да долази до појаве непријатних мириса ношених ветром, као последица лоших техничко-технолошких решења,
- ◇ систем изђубравања није усклађен са параметрима станишта на коме су дигнуте фарме (подземне воде, ружа ветрова, врста земљишта, оцедитост терена и сл.), што утиче на полудију околних станишта стајским ђубретом и
- ◇ систем пречишћавања и одвода канализационих вода није усклађен са постављеним стандардима биосигурности и не пружају адекватан ниво заштите околних вода.

Спровођење мониторинга отпадних вода врши се на основу претходно прикупљених информација [35]. Следеће информације су неопходни предуслови за спровођење мониторинга отпадних вода:

- ◇ информације о производњи на фарми за време спровођења мониторинга;
- ◇ информације о пореклу (месту настанка) отпадних вода у производном процесу (процесне, расхладне, рецикулационе, санитарне);
- ◇ информације о режиму рада (уједначен, променљив-сезонски, рад у једној, две или три смене);
- ◇ информације о броју и локацији испуста отпадних вода;

- ◇ информације о динамици испуштања отпадних вода;
- ◇ информације о постројенју за пречишћавање или предтретман отпадних вода.

Место и начин узорковања отпадних вода

Потребно је да места узорковања отпадних вода буду:

- ◇ лако доступна и видљиво означена;
- ◇ осигурана од поплава;
- ◇ ограђена и обезбеђена због сигурности и безбедности мерне опреме која се користи приликом дужег временског периода мерења;
- ◇ на одређеној удаљености од излива у пријемник (водно тело) или канализацију, како би се спречио могући утицај повратне воде из излива.

Место узорковања отпадних вода одређује се узимајући у обзир промене састава отпадних вода у времену и простору.

Место узорковања је:

- ◇ место излива отпадне воде у пријемник;
- ◇ место пре и после постројенја за пречишћавање отпадних вода и
- ◇ место на унутрашњем току отпадне воде уколико отпадне воде садрже опасне материје.

Место за мерење мора бити опремљено и уређено тако [35]:

1) да обезбеди узоркивачу приступ у довољно широком шахту, пењалице или мердевинама и са довољно простора на дну шахта, да омогући рад узоркивача, ако се опрема не може монтирати са врха шахта;

2) да омогући инсталацију одговарајуће опреме за узимање узорака и за могућност теренског мерења;

3) да омогући мерење протока, ако је опрема за мерење инсталирана на другом месту, али је повезано са местом узорковања тако да омогући истовремено узорковање и мерење протока. У случају да то није могуће, на мерном месту мора се обезбедити ламинарно струјање, при чему дужина равног дела доводне цеви пред мерним местом мора бити барем десет пута већа од пречника цеви;

4) да се на мерном месту обезбеди довољна дубина отпадних вода (најмање 5 цм) како би се допустило коришћење подводне сонде (сензора) за мерење или постављање уисне цеви за узорковање;

5) да се на удаљености не већој од 5 м од мерног места угради водоводна славина и електричне утичнице за напајање мерне опреме и обезбеђивања осветљења мерног места са електричном енергијом напона 220 V и 15 A;

6) препоручује се да се изврши монтажа опреме и средстава за грубу обраду отпадних вода (нпр. мрежа), пре мерног места (шахт) за узимање узорака како би се током прикупања узорака, избегла контаминација мерних сонди и зачепљења цеви за узимање узорка (платно, папир, кабасти отпад, муљ, итд.).

Узорковање пречишћених и/или непречишћених отпадних вода врши се узимањем композитног или тренутног узорка у зависности од динамике испуштања отпадних вода, као и од технолошког процеса. Узорковање се врши током испуштања отпадних вода из радног процеса и на унапред одређеним мерним местима. Узорковање отпадних вода се врши методом 24-часовног композитног узорка, осим ако није другачије прописано актом којим се уређују ГВЕ.

Мерење протока и узимање појединачних узорака композитног узорка обавља се аутоматски, а где то није могуће, појединачни узорци композитног узорка узимају се ручно истовремено са мерењем протока.

4.2.3. Третман отпадних вода на фарми

За складиштење отпадних вода треба обезбедити одговарајуће врсте складишних танкова, контејнера или цистерни који морају бити непропусљиви за материјале који се налазе у њему. Исправности и непропусности свих танкова и спољних сигурносних резервоара тестирају се у складу са националним и међународним стандардима. Такође, мора да постоји систем прикупљања и усмеравања течног стајњака којим ће се обезбедити потпуна заштита од цурења, чиме ће се смањити негативан утицај на животну средину у складу са принципима добре произвођачке праксе.

Подземни и надземни танкови за складиштење отпадних вода треба да буду изграђени тако да су у потпуности непропусни, односно да су заштићени од цурења у складу са важећим стандардима.

План изградње треба да предвиди постављање пијезометара за мониторинг отпадних вода, као и на одређеним локацијама где ће се вршити праћење промена квалитета подземних вода.

У складу са Законом о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине („Сл. Гласник РС“ бр. 135/2004 и 25/2015) [38], постоје ВАТ (*Best Available Technics*) за рад постојећих или нових фарми које су уведене као кључни принцип Директивом о интегрисаном спречаванју и контроли загађивања 96/61/ЕС. Ове технике су дефинисане као „најделотворније и најмодерније фазе у развоју активности и начину њиховог обављања, које омогућавају погоднију

примену одређених техника за задовољавање граничних вредности емисија, прописаних у циљу спречавања, или ако то није изводљиво, у циљу смањења емисија и утицаја на животну средину као целину, где Б - „најбоља“ подразумева најефикаснији ефекат у постизању високог општег нивоа заштите животне средине, А - „доступна“ означава технику развијену до степена који омогућава примену у одређеном сектору индустрије под економски и технички прихватљивим условима, уључујући трошкове и користи, ако је под уобичајеним условима доступна оператеру и Т - „техника“ представља начин на који је постројење пројектовано, изграђено, одржавано, на који функционише и ставља се ван погона или затвара, укључујући и технологију која се користи.

У току гајења стоке, да би се омогућило да се отпадне воде не испуштају директно у површинске воде, као и да би се обезбедио минималан утицај на подземне воде, примењује се следеће:

- чишћење простора где се узгајају животиње и опреме помоћу воде под високим притиском;
- спровођење редовног калибрисања уређаја за воду за пиће да би се избегла цурења;
- праћење података о потрошњи воде и детекција и оправка места где вода цури;
- редовна анализа на садржај фекалних микроорганизама;
- места за одлагање отпада морају бити удаљена од осетљивих рецептора као што су домаћинства и водотокови до којих могу доспети различити ефлуенти.

Ефикасно сакупљање и складиштење отпадних вода је неопходно пре њиховог даљег испуштања. Системи најчешће подразумевају употребу мешалица и сепаратора, који смањују блокаде и олакшавају транспорт. Предност уградње система за анаеробну обраду органског отпада је добијање електричне енергије, којом се смањује економски утрошак производње на фарми. Обрада отпадних вода подразумева технологију којом се мењају физичко– хемијске особине воде. То се постиже физичким, хемијским, биолошким и механичким методама.

Најчешће коришћене методе прераде отпадних вода подразумевају компостирање, биолошку разградњу и системе за сепарацију. Да би се пречишћена отпадна вода користила за обрадиве површине, мора се водити рачуна о садржају хемијских елемената у њој. Уколико њихова концентрација превазилази потребе биљака, коришћење такве воде може имати негативне последице на земљиште и усеве. Вода која садржи вишак неких хемијских елемената може се даље подвргнути преради, како би се њихов вишак смањено или потпуно уклонио.

Вишак азота у отпадним водама може се уклонити нитрификацијом (амонијак прелази у нитрите и/или нитрате), а затим денитрификацијом (нитрити и нитрати се разложе до NO_2). Вишак органских материја подлеже биолошкој разградњи. У присуству кисеоника органска материја се оксидише, при чему настају CO_2 и H_2O , а током анаеробне дигестије настаје сирћетна киселина, коју

микроорганизми користе за производњу метана. Фосфор и тешки метали се могу одвојити евапорацијом, реверзном осмозом и концентрисањем замрзавањем. Сепарација се изводи помоћу центрифуговања отпадних вода и њиховом седиментацијом. Одређене партикуле у отпадним водама могу се издвојити и употребом различитих филтера. Центрифуговање је нарочито погодно за отпадне воде са фарми свиња и живине, јер се у њој налазе честице мање од 0,7 mm [32].

Колоидне и суспендоване партикуле се могу издвојити филтрацијом (у комбинацији са коагулацијом или флокулацијом), центрифуговањем (у комбинацији са коагулацијом или флокулацијом) и седиментацијом. Органска материја се издваја механичком сепарацијом партикула, аеробним или анаеробним третманом, влажном оксидацијом и хидротермолизом. Влажна оксидација је оксидација органске материје у течном фази под високим притиском и при високим температурама. Адсорпцијом амонијака настају концентроване амонијум – соли, које се даље морају обрадити. Нитрификација подразумева превођење амонијум–једињења у нитрате. На ово се наставља денитрификација, када настају гасовита једињења азота.

Укланјање азотних једињења може да се спроводи и ацидификацијом, јонском изменом, преципитацијом (као амонијум – магнезијум - фосфат) и сепарацијом.

Издвајање једињења фосфора се врши преципитацијом, филтрацијом и биолошком разградњом.

У складиштима отпадних вода се процесом гравитације исталоже веће и мање честице, чиме се добија муљ са 5 – 10% суве материје. Сва издвојена сува материја може се, након анализе, компостирати, разређивати или користити као таква за ђубрење пољопривредних површина. Компостирањем се смањује запремина отпада за чак и 50%. Оно о чему исто треба водити рачуна приликом складиштења и обраде отпадних вода је неминовна појава непријатних мириса. Иако фарме не би требало градити у непосредној близини насеља, ветрови могу допринети ширењу мириса до насељених подручја. Ово се спречава одговарајућим покривањем складишта и транспортом отпадних вода системом затворених цеви.

Постоје адитиви који смањују непријатне мирисе, али њихова примена није широко прихваћена. Одговарајућом аерацијом смањује се емисија метана, који је последица анаеробне микрофлоре.

Анаеробна дигестија такође смањује непријатне мирисе деградираним органске материје. Пожељно је настали метан даље користити у сврху добијања енергије. Аерација складишта може се вршити током ноћи, када непријатни мириси мање сметају људима у околини. Једно од добрих решења за анаеробну дигестију је употреба психрофилне методе, која није скупа, а смањује емисију метана током складиштења [32].

5.0. УТИЦАЈ ОТПАДА ИЗ КЛАНИЧНЕ ИНДУСТРИЈЕ НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

Кланичну индустрију, као и остале индустријске гране које се баве производњом и прерадом хране карактерише висока продукција отпадних вода које чине воде из процеса производње и воде потребне за прање и чишћење. Вода се користи у кланици у свим фазама производње, а количина потрошене воде и количина настале отпадне воде зависи од технологије која се примењује у кланици и капацитета погона.

Србија као подунавска и европска земља има обавезу да се прилагоди строгим захтевима у погледу заштите животне средине у истој мери као и остале европске земље. Захтеви Европске уније подразумевају максимално смањење загађења свих врста које се постиже избором технологија које производе мање загађења, као и ефикаснијим коришћењем система за третман продуктованих загађења. Минимални захтев који се поставља је критеријум за квалитет воде из кланичне индустрије на месту испуштања у природни реципијент на нивоу БПК₅ – 25 mg/L и ХПК – 150 mg/L, док количина суспендованих материја треба да буде на нивоу 35 mg/L [39]. Овако строги критеријуми доводе до тога да ће кланична индустрија у нашој земљи морати озбиљно да промени политику, када је заштита животне средине у питању и да предузме озбиљне мере на том плану. У циљу увођења кланичне индустрије Србије у европске токове уведени су системи управљања квалитетом као што су ISO 9000/2000, HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point*), као и систем управљања заштитом животне средине према стандардима ISO 14000.

Потрошња воде по закланој животињи зависи од много фактора, међу којима су најважнији врста животиње и технологија процеса производње која се разликује од кланице до кланице. Тако се потрошња воде по закланој животињи креће се од 1 до 8,3 m³, најмање од 0,5 до 1 m³ по закланој свињи или говечету и 0,2 m³ по закланој овци [39]. Из наведених података може се закључити да је последично и количина отпадне воде која се продукује у кланици изузетно велика.

Крв, која представља један од главних загађивача отпадне воде, карактерише висока хемијска потрошња кисеоника- ХПК, од 375 000 mg/l. Такође садржи и велике количине суспендованих честица, укључујући комадиће масти, лој, длаке, перије, месо, песак и несварену храну. Растворљиве и нерастворљиве биоразградиве суспендоване материје представљају 50% од укупног загађења, док се 25% приписује чврстим материјама [39].

Кланица се мора снабдевати водом из градског водовода или из сопствених бунара у довољним количинама и под одговарајућим притиском. Вода треба да испуњава услове прописане за воду за пиће и мора бити исправна у бактериолошком и физичко-хемијском погледу.

Отпадне воде из кланице одводе се у природни реципијент или канализацију или се после терцијарне обраде поново користе у производном погону.

Квалитет кланичне отпадне воде зависи од много фактора:

- ◇ Задржавање крви: ефикасност приликом искрварења животиња се сматра најважнијом мером за смањење биолошке потребе за кисеоником – БПК
- ◇ Потрошња воде: већа економичност потрошње воде доводи до повећане концентрације загађивача, иако ће укупна маса БПК остати константна
- ◇ Врста животиње: биолошка потреба кисеоника је већа у отпадним водама у кланицама где се прерађују говеда него свиње
- ◇ Величине погона: ако је већи погон, већи је и степен загађења
- ◇ Начина и ефикасности евакуације фекалних материја и др.

5.1. Утицај отпадне воде из кланице на животну средину и здравље

Комерцијализација животињских производа за потрошњу доводи до производње велике количине кланичних отпадних вода. Иако се околина може носити са одређеном количином загађивача кроз природне процесе деградације, како се концентрација отпадних вода повећава, ови механизми постају преоптерећени, где се појављују проблеми контаминације.

Испуштање сирових отпадних вода у водна тела утиче на квалитет воде, посебно изазивајући смањење раствореног кисеоника, што може довести до смрти воденог живота. Штавише, макронутријенти, као што су азот и фосфор, могу изазвати догађаје еутрофикације. Испуштање ових хранљивих састојака изазива прекомерни раст алги и касније распадање. Стога, минерализација алги може довести до погоршања воденог живота услед исцрпљивања нивоа ОК. Коначно, кланична отпадна вода може да садржи једињења, као што су хром и нејонизовани амонијак, који су директно токсични за водени живот.

Други извор контаминације индустрије за прераду меса је додавање сурфактаната као резултат процеса чишћења (Слика 16). Површински активне супстанце, главне компоненте у детерџентима, могу ући у водену средину због неадекватног третмана отпадних вода, узрокујући краткорочне и дугорочне промене у екосистему које погађају људе, рибе и вегетацију.



Слика 16. Сурфактанти (површински активне супстанце) (оригинал)

Еколошки утицај отпадних вода не карактерише само загађење путем сурфактаната, нитрата и хлорних анјона, већ и патогена, који се задржавају у земљишту и континуирано се репродукују. Патогени из отпадних вода кланице могу се пренети и на људе који су изложени водном телу, чинећи те просторе неприхватљивим за потребе пијења, пливања или наводњавања.

Општи здравствени ефекти месне индустрије везани су за директну интеракцију људских заједница са кланичним активностима и индиректним интеракцијама са животном средином, које могу бити претходно погођене неадекватним управљањем течним отпадом, чврстим отпадом и непријатним мирисима. Конвенционални процеси третмана немају значајнијег утицаја на редукцију сојева *Escherichia coli* резистентних на антибиотике присутних у отпадним водама кланица, наглашавајући ризике јавног здравља повезане са неадекватно третираним отпадима клаоница у вези са ширењем бактерија отпорних на антибиотике и патогених бактерија у животну средину [19].

Нехигијенски услови у неким клаоницама омогућавају пролиферацију патогена за коначни месни производ који ће се конзумирати. Људи из земаља у развоју у Африци, Азији и Јужној Америци су доживели озбиљне гастроинтестиналне болести, кржаве дијареје, малфункције јетре и у неким случајевима, смрт повезане са присуством вируса, протозоа, хелминтских јаја и бактерија у кланичним отпадним водама.

Штавише, присуство вируса хепатитиса А и Е забележено је у канализацији животињског порекла у Шпанији. Стога се кланична отпадна вода мора третирати

ефикасно пре испуштања у водна тела како би се избегло загађење околине и деловање на људско здравље.

5.2. Пречишћавање отпадних вода

Контрола квалитета отпадних вода из кланица посматрана је приоритетно кроз призму потенцијалног загађења отворених вода. Уобичајени ниво загађености ових вода је изнад дозвољених граница и пречишћавање је неопходно. Отпадне воде из кланица најчешће у себи садрже крв, маст и длаку животиња као и повишен ниво соли која се у великој мери користи у преради меса. Поред ових загађујућих материја у води се налазе и стајњак и простирка који долазе из делова за пријем живе стоке. Кланичну индустрију карактерише велика продукција отпадних вода које збирно чине воде из процеса прераде и воде потребне за прање и чишћење.

Настајање отпадних вода је практично неизбежно, јер оне настају у скоро свим фазама поступка клања и прераде. Основни задатак и први корак у заштити околине јесте смањење њихове количине и степена загађености.

Подаци о количини воде која од укупно утрошене воде у кланици одлази са производом или се изгуби, а која се јавља као отпадна вода у пракси као и у литератури су различити и зависе од производних услова, врсте и начина прераде меса. Претходна истраживања показују да се кроз отпадне воде излива између 75 и 90% укупно утрошене воде, а да је вероватан просек 85%.

Са аспекта пречишћавања отпадних вода од значаја је и коефицијент неравномерности изливања отпадних вода. Он се у индустрији меса креће у широком распону између 1,8 – 2,9 m³. Степен загађења отпадних вода, изражен преко БПК₅ (биолошка потреба кисеоника за 5 дана) износи 1,35- 3,60 kg БПК₅ по тони закланих свиња и 4,5 – 16,8 kg БПК₅ по тони закланих говеда [39].

Обзиром да се код ових вода ради о пре свега изузетно високом органском загађењу и поступци за пречишћавање треба да прате ту чињеницу. У овим случајевима се препоручује биолошко пречишћавање (укључују лагуне са анаеробним, аеробним или факултативним микроорганизмима, пропуштајуће филтере, биореакторе активног муља и изграђене мочваре за ефикасност уклањања органских и хранљивих материја до 90%) али је, уколико је то могуће, потребно комбиновати механичке, хемијске, физичко-хемијске и биолошке поступке.

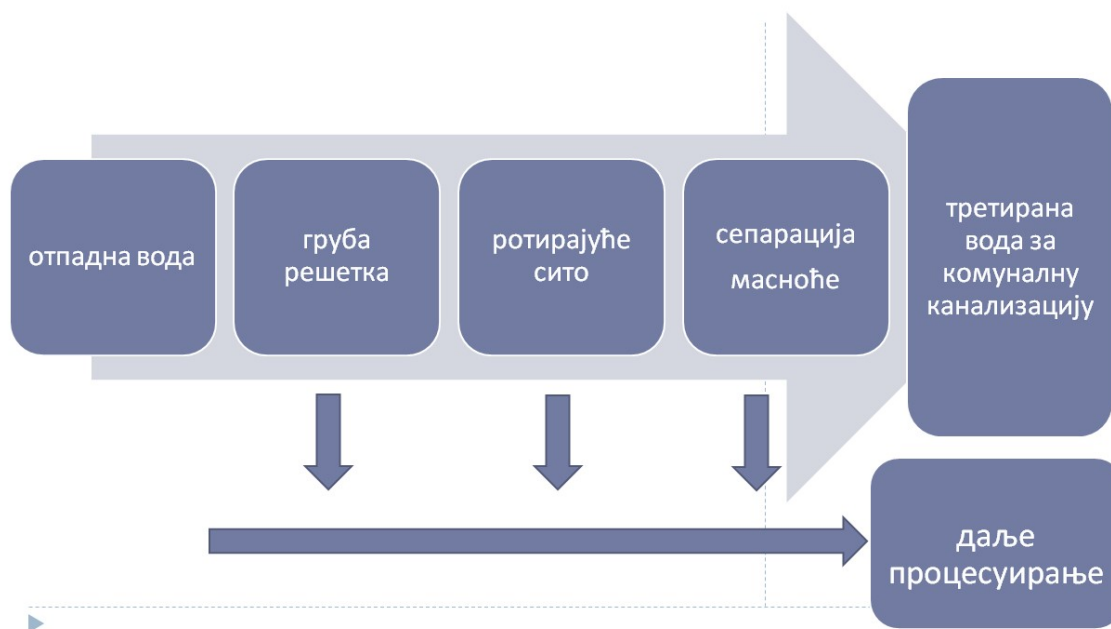
5.2.1. Предтретман отпадних вода у кланицама

Под предтретманом (Слика 17) се подразумевају поступци за смањење степена загађености отпадних вода пре даље обраде, а који се изводе у оквиру производног погона. Која врста предтретмана ће се применити зависи од

карактеристика отпадних вода дате индустрије. Овим процесом је неопходно смањити на пожељан ниво садржај таложивих и суспендованих материја, садржај масноћа и вредност БПК₅, а у појединим случајевима се врши и корекција нутријената, као и pH вредности.

Отпадна вода која се одводи канализацијом до постројења за предtretман прво пролази кроз грубу решетку, која служи за уклањање крупнијих примеса из воде. У даљем поступку се помоћу ротирајућих сита уклања знатан део суспендованих материја (Слика 18). Оба ова уређаја поседују систем самоочишћења тако да не захтевају додатан људски рад. Издвојени материјал се прихватља у контејнер и одводи у кафилерију на обраду као секундарна сировина.

Издавајач масноћа има најсложенији задатак, јер треба да уклони присутне масноће уз истовремено издвајање суспендованих честица. Савремени уређаји за издвајање масноћа делују на принципу флотације, са или без додатка средстава за побољшање ефекта (средства за коагулацију, флокулацију и апсорпцију). Накупљене материје у издвајачима масноћа састоје се од 50% воде, 20% песка, 15% отпадака меса са око 20% везане и 15% слободне масти.



Слика 17. Шематски приказ предtretмана отпадних вода (оригинал)



Слика 18. Сепарација грубих нечистоћа из отпадне воде пореклом из кланице (оригинал)

Слободна маст садржи око 70% слободних масних киселина. Уређаји за уклањање масти морају се чистити сваке 2 до 4 недеље. Рециклирање такозване техничке масти из отпадних вода обавља се у утилизацијским заводима. У циљу смањења трошкова, развила се нова генерација флотационих уређаја са електрокоагулацијом. Код ових уређаја се растварањем алуминијумске или гвоздене електроде електричним путем, формира одговарајући коагулант у самом флотационом уређају, што се огледа у економичности и ефикасности у погледу уклањања масноћа. Оваква вода има неопходне карактеристике које испуњавају услове за испуштање у градску канализацију и даљи третман на постројењу.

5.2.2. Потпуни третман отпадних вода у кланицама

У циљу потпуног пречишћавања у третману отпадних вода постоје три фазе:

- ◇ примарна обрада,
- ◇ секундарна обрада и
- ◇ терцијерна обрада.

Примарна обрада има исте задатке који су наведени код предтретмана отпадних вода ради њиховог испуштања у јавну канализацију.

Методe третмана кланичних отпадних вода су упоредиве са онима које се користе у третману комуналних отпадних вода и укључују примарну, секундарну и терцијарну обраду. Међутим, то не елиминише потребу за примарним третманом.

Секундарна обрада воде у кланици има задатак да уклони преостала биоразградива органска једињења и део неорганских нутријената. У том циљу се користе биолошки поступци обраде који се обично деле на аеробне и анаеробне, иако постоје и факултативни (аеробно-анаеробни). Зависно од врсте и степена загађености отпадних вода, ова два поступка се примењују самостално или удружено.

Терцијарна обрада, примењује се када постоје захтеви да се отпадна вода пречисти до највишег могућег степена уклањањем гасова и заосталих нутријената ради спречавања еутрофикације водопријемника, али и да се уклоне и друге непожељне материје, на пример натријум хлорид.

Постоје и друге методе третмана отпадних вода након имарне обраде:

Конструисане мочваре

Конструисана мочварна подручја емулирају механизме деградације природних мочвара за деконтаминацију воде, интегрирајући биолошке и физичко-хемијске процесе из интеракције вегетације, тла, микроорганизама и атмосфере за адсорпцију, биоразградњу, филтрацију, фотооксидацију и таложење органских и храњивих материја [30] (Слика 19).

Перформансе конструисаних мочварних система за третман отпадних вода из кланице су процењене коришћењем хоризонталних и вертикалних подземних токова конструисаних мочвара.

Резултати су показали широк спектар уклањања органских и хранљивих материја за различиту вегетацију са охрабрујућим максималним уклањањем од 99, 97, 85 и 78% биохемијске потребе за кисеоником, хемијске потребе за кисеоником, укупне суспендоване материје и укупног азота.

Као резултат, конструисане мочваре су једноставне методе са малим трошковима рада и одржавања и мало негативних утицаја на животну средину, што их чини атрактивном алтернативом конвенционалном третману.



Слика 19. Изглед конструисане мочваре која служи за пречишћавање воде (преузето са <https://www.shutterstock.com> уз право коришћења)

Оксидациони процеси

Савремени оксидациони процеси су занимљиви допунски третмани за примарни или секундарни третман отпадних вода из кланице. Они могу бити различити и укључују гама зрачење, озонацију, ултразвучну технологију, UV/H₂O₂, UV/O₃ и фотокатализу, између осталог, за оксидацију и деградацију органске материје. Дезинфекција је још једна предност напредног оксидационог процеса, која може инактивирати патогене без додавања додатних хемикалија у поређењу са другим методама дезинфекције, као што је хлоринација, спречавајући стварање опасних нуспродуката. Још једна главна предност напредног оксидационог процеса је висока брзина реакције као и веома кратко време третмана.

Фотокатализа коришћењем фотофентонских процеса и фотооксидације помоћу UV/H₂O₂ су најчешће коришћени савремени оксидациони процеси за третман отпадних вода из кланице. Иако су ови процеси обично скупи ако се примењују сами, ефикасност уклањања од преко 90% може се постићи за секундарне сировине отпадних вода у смислу укупног органског угљеника и хемијске потребе за кисеоником као методу после третмана. Због тога се комбинација биолошких процеса и напредних оксидационих процеса препоручује за третман кланичних отпадних вода.

Комбиновани процеси

Имплементација комбинованих процеса је оперативно и економски корисна за третман отпадних кланичних вода, јер спаја предности различитих технологија за третирање индустријских отпадних вода високе чврстоће. Комбиновани ABR-AS-UV / H₂O₂ систем је препознат као економично решење за третман отпадних

кланичних вода са ефикасношћу уклањања преко 95% за органске и хранљиве материје у оптималним условима рада.

Аеробни биолошки поступци обраде

Ови поступци обухватају више могућих процеса:

- ◇ процеси активног муља,
- ◇ аеробни биолошки филтери,
- ◇ аеробне лагуне (аерисане и неаерисане),
- ◇ аеробни процеси са покретним носачима микроорганизама (биодиск и биоспирала),
- ◇ процеси у флуидизованом слоју и
- ◇ процеси аквакултуре (слика 20).

Отпадна вода из кланице је погодна за анаеробни третман, због високе концентрације биоразградивих органских материја, алкалности и присуства фосфора. Анаеробна дигестија обезбеђује висок ниво уклањања органских материја, током које ствара надокнадив извор енергије у облику метана. У овом процесу настаје одређена количина муља који не захтева аерацију. Анаеробне бактерије могу да преживе дужи временски период без хране, што је од велике важности за мале кланице које покрећу своје погоне само пар дана у недељи.

Са становишта примене, битно је знати да се аеробни поступци обраде користе за обраду мање загађених отпадних вода, у принципу уколико је вредност БПК₅ 1000.



Слика 20. Пречишћена вода из кланице спремна за примену у аквакултури (оригинал)

Анаеробни поступци обраде се могу изводити на више начина, а најчешћи у примени су:

- анаеробни контакт процес
- анаеробни биофилтер
- анаеробне лагуне.

Анаеробни процеси се примењују за обраду јако загађених отпадних вода и биолошког муља. Анаеробни контакт процес захтева скупе биореакторе и пратећу опрему, док су анаеробне лагуне, слично аеробним, знатно јефтиније али захтевају значајан простор.

Због чињенице да су отпадне воде кланица јако загађене, могло би се закључити да је примена анаеробних поступака обраде повољна опција. Пре коначне одлуке треба извршити квалитетну техно-економску анализу која ће разрешити постојеће дилеме. У тој анализи треба узети у обзир:

- ◇ предности и недостатке комбиновања аеробног и анаеробног процеса,
- ◇ предности и евентуалне недостатке увођења примарне обраде,
- ◇ расположивост простора,
- ◇ могуће проблеме аерозагађења, посебно ако је погон у близини насеља,
- ◇ могућности одлагања биолошког муља као органског ђубрива,
- ◇ могућности коришћења делом обрађене воде (након процеса анаеробне обраде) за наводњавање и др.

Отпадна вода се прво уводи у примарну фазу обраде која укључује решетку, сито и издвајање масти. Након тога следи секундарна фаза обраде која укључује анаеробну обраду, а затим аеробну обраду. Издвојени чврсти састојци са решетке и сита као и издвојене масноће одводе се на прераду као секундарне сировине.

Вишак активног биолошког муља из аеробног процеса уводи се у анаеробни процес. Биогас из анаеробног процеса након пречишћавања користи се за догревање анаеробног биореактора, а вишак се користи као енергент. Муљ који настаје у процесу анаеробне обраде може се користити као високовредно органско ђубриво.

Обрађена вода из оваквог система може се испуштати у природне водопријемнике друге и треће класе. За испуштање у водопријемник прве класе вода потребна је терцијарна обрада воде ради уклањања остатка суспендованих материја, нутријената и растворених гасова.

Терцијарна обрада у принципу укључује пешчану филтрацију за уклањање суспендованих материја, дезодорацију поступком аерације и/или апсорпције на активном угљу и потенцијално, уклањање нутријената, обично јонском изменом.

Пречишћену воду свакако не треба испуштати у природне реципијенте, већ извршити њену рецикулацију у производни погон. При рецикулацији воде у производни погон потребно је поставити трећи степен обраде у складу са

захтевима квалитетом воде у погону. Ако не испуњава захтеве процесне воде рециркулисана вода се сигурно може искористити као технолошка вода (расхлађивање, прање погона, прљавих површина и др.). Рецикулацију пречишћене воде треба схватити као веома значајну уштеду воде као битног ресурса.

Утврђено је да су отпадне воде из кланица неколико пута загађеније од отпадних комуналних вода. Један од значајних разлога за пречишћавање отпадних вода, јесте висина плаћања надокнаде за испуштене отпадне воде која је законски регулисана. Према Уредби о граничним вредностима емисије загађујућих материја у води и роковима за њихово достизање ("Сл. гласник РС", 67/2011, 48/2012, 1/2016) [37], утврђене су граничне вредности емисије отпадних вода из објекта и постројења за прераду меса и конзервисање месних прерађевина, које су приказане у табели 8.

Табела 8. Граничне вредности емисије отпадних вода из објекта и постројења за прераду меса и конзервисања месних прерађевина на месту испуштања у површинске воде (Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у води и роковима за њихово достизање ("Сл. гласник РС", 67/2011, 48/2012, 1/2016)) [37]

Загађујућа материја	Јединица мере	Граничне вредности
Температура	°C	30
pH		6,5 – 9
Суспендоване честице	mg/l	35
ВРК ₅	mgO ₂ /l	25
НРК	mgO ₂ /l	150
Амонијак изражен преко азота	mg/l	10
Укупни неоргански азот	mg/l	18
Укупни фосфор	mg/l	2

Према истој Уредби [37], утврђене су и граничне вредности емисије отпадних вода из објекта и постројења за прераду меса и конзервисање месних прерађевина, које су приказане у табели 9.

Табела 9. Граничне вредности емисије отпадних вода из објеката и постројења за прераду рибе на месту испуштања у површинске воде. (Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у води и роковима за њихово достизање ("Сл. гласник РС", 67/2011, 48/2012, 1/2016)) [37]

Загађујућа материја	Јединица мере	Граничне вредности
Температура	°C	30
pH		6,5 – 9
Суспендоване честице	mg/l	35
ВРК ₅	mgO ₂ /l	25
НРК	mgO ₂ /l	110
Амонијак изражен преко азота	mg/l	10
Укупни неоргански азот	mg/l	25
Укупни фосфор	mg/l	2

6.0. СИСТЕМИ ЗА СМАЊЕЊЕ ЗАГАЂЕЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

6.1. Допринос објекта смањењу загађења животне средине

Многи проблеми у вези са течним стајњаком могу се знатно умањити техничким решењима при изградњи нових или адаптацији постојећих објеката за гајење животиња, најчешће свиња. Посебно треба водити рачуна да се:

- ◇ Смањи количина течног стајњака на фарми. Што је више воде а мање суве материје у течном стајњаку, већи су трошкови лагеровања, транспорта и прераде. Техничка решења су:
 - Потреба адекватних појилица и њихово постављање под одређеним углом на одговарајуће место и висину. Избор одговарајућег материјала за под, преградне зидове и оргаде боксева са гледишта ефикасности прања и потрошње воде. Правилно прање пода што значи претходно натапање 3-4 сата и коришћење млаза воде под високим притиском.
 - Одговарајући однос пуног дела и решетке у циљу што ефикаснијег пропуштања измета, одговарајуће димензије и изглед бокса. Свиње одржавају хигијену у ужим, а дубљим боксевима јер се јасније

раздвајају површине за храњење, лежање и дефецирање, што олакшава чишћење, а смањује се и потрошња воде.

- ◇ Максимално смањити могућност стварања и испаравања амонијака у стаји. Техничка решења су:
 - Максимално коришћење решеткастог пода који не дозвољава задржавање мокраће, пошто на пуном прљавом поду, свиње при лежању топлотом тела поспешују испаравање амонијака. Ако се користи пун под и механичко изђубравање, зреба изградити посебне сливнике за уклањање урина, како би се мешање урина и фецеса svelo на најмању могућу меру. Сабирници испод решеткастог пода треба да су плитки, око 40 cm, како би се обезбедило што чешће пражњење. За испирање осочара обавезно користити рециклирану воду. Решењем питања вентилације односно температуре у објекту веома успешно се смањује прљање пода.
- ◇ Прерадом течног стајњака треба сачувати или пак побољшати његов квалитет. При томе се не повећава само новчана вредност стајњака, већ се смањује интензитет мириса што омогућава лакше растурање на пољопривредно земљиште.

6.1.1. Објекти за лагеровање течног стајњака

Када је у питању чување течног стајњака у природном облику, посебну пажњу треба посветити спречавању раслојавања. Таква појава, уколико се дозволи, за последицу има стварање коре – пливајућег слоја и муљнне исталожене фазе. Наравно, у таквим случајевима настаје читав низ проблема око даље манипулације са стајњаком. Да би се објекти испразнили, неопходно је извршити хомогенизацију, те тако створити услове за рад муљних пумпи којима се објекти празне. За лагеровање течног стајњака изван свињарских фарми користе се бетонски надземни базени, али и лагуне [31].

Базени

Базени за течни стајњак могу да буду веома различито изграђени. У највећем броју случајева то су трајни врло квалитетни грађевински објекти. у зависности од конфигурације терена они могу бити надземни, полу или потпуно укопани. Обзиром да су готово увек у технолошкој вези са пред базеном или пријемним базеном а да би та веза могла по технолошком захтеву да функционише, базени за лагеровање треба да буду надземни.

Надземни базени (слика 21) у највећем броју случајева значе стандардно решење за лагеровањетечног стајњака. Постигу се лакше и брже него остали, по правилу су јефтинији и мање загађују околину у односу на остале. У комплексу са предбазеном представљају најчешће технолошко решење.

Предбазен је укопан са капацитетом од највише дводневне произведене количине стајњака. У њему се налази муљна пумпа са вишеструком наменом.

Растојање од предбазена и главног базена не треба да буде мање од 0,5 m нити дуже од 15 m. Веза између два базена се остварује помоћу цеви пречника 200-400 mm [31].



Слика 21. – Бетонски надземни базен за стајњак (преузето са <https://www.shutterstock.com> уз право коришћења)

Базени за лагеровање се не граде са висином већом од 4 m, а пречник им се креће и до 25 m. Дубину и пречник углавном дефинишу уређаји који ће се користити за манипулацију са стајњаком у време његовог боравка у базену. Последњих година у цињу спречавања губитака азотних једињења (лако испарљивих NH_3), а уједно са циљем заштите околине, базени се покривају. Начин и материјал за покривање базена може бити различит.

Губици амонијачног азота у базенима без покривача су стопроцентни. Тај амонијак не само што је осиромашео течни стајњак, већ је и својим одласком у атмосферу утицао на њено загађење. Губици и одлазак амонијака се могу спречити покривањем базена и то у знатној мери. Код квалитетног покривања губици се могу свести на само неколико процената.

Укопани базени (Слика 22) су мање погодни и доста су скупљи у односу на надземне базене. Препоручују се у случајевима када је конфигурација терена таква да се укопавање може релативно лако извести, као и у случајевима када је простор фарме ограничен. Међутим, најзначајнији параметар који дефинише потребу за оваквим типом објекта су количине течног стајњака и технолошка решења манипулације са њим и току лагеровања.

Полуукопани базени се граде у случајевима када за то постоје одређени услови у погледу терена. Тиме се смањују инвестициона улагања.



Слика 22. Укопан базен за течни стајњак
(<https://www.thepigsite.com/news/2019/10/us-pig-farmers-significantly-reduce-environmental-footprint-over-17-year-study>)

Лагуне

Лагуне су једноставни и релативно јефтини објекти за за лагеревање течног стајњака. Граде се једноставним формирањем земљишних базена са основним особинама које дефинишу лагуне, а то су мале дубине и велике површине. Градња се изводи на два начина: ископавањем земље са подизањем земљаних насипа и без земљаних насипа. У сваком случају ради се о реципијентима чија је дубина несразмерно мала у односу на површину. Дубина слоја стајњака у лагунама не би требала да прелази 1,5 m [31]. У зависности од начина заштите одласка течности из лагуне разликују се према начину градње бетонске лагуне, лагуне са пластичном фолијом и лагуне обложене слојем глине.

Бетонске лагуне су сврстане у квалитетне реципијенте са значајном висином инвестиција за њихову градњу. Међутим, оне испуњавају све захтеве који се постављају према технологији третмана и даљег лагеревања течне фазе стајњака. У пракси се понекад бетонске лагуне облажу фолијом у циљу повећања степена сигурности од отицања стајњака кроз зидове лагуне.

Лагуне са пластичном фолијом (слика 23) у ствари су земљане лагуне које су обложене фолијом. Дно и зидови лагуне су обложени фолијом у два слоја. Између слојева фолије постављене су дренаже цеви које повезују лагуну са ревизионим шахтом. Фолија се мора у потпуности прилагодити облику лагуне. Са фолијом се мора правилно поступати, јер у противном уколико дође до оштећења, могу настати многи проблеми. Код оштећених фолија неминовно је губљење течне фазе из лагуне и њен неконтролисани одлазак на све стране. Уколико се стајњак задржи испод фолије, у анаеробним условима који владају у тој зони, доћи ће до развлачења органске материје и стварања гаса метана. Тај гас, у најблажој мери ће подићи фолију и у лагуни створити острво. На тај начин се смањује капацитет лагуне, и знатно повећавају губици масе стајњака, која неконтролисано одлази из лагуне, успут загађујући средину.

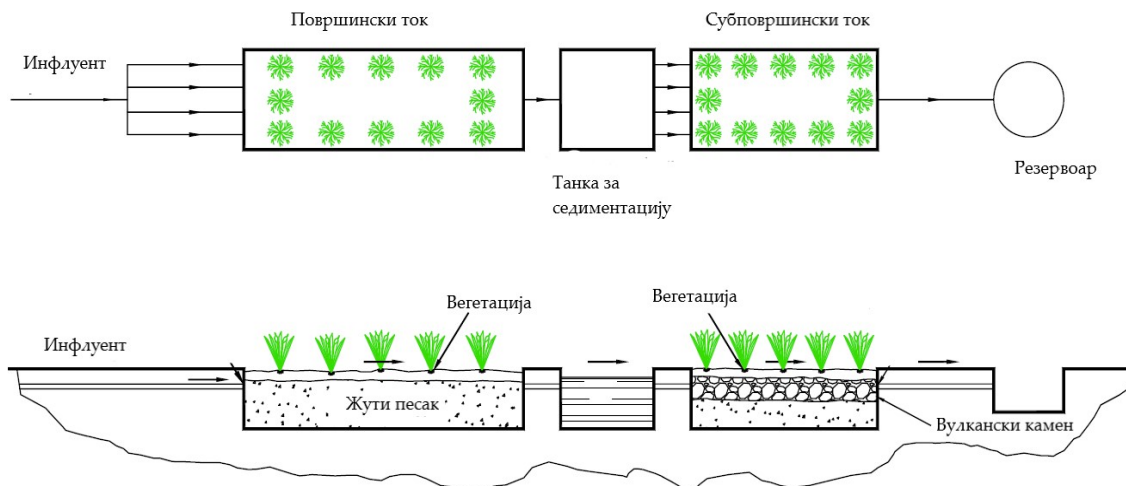


***Слика 23. Лагуна на свињарској фарми обложена пластичном фолијом
(преузето са <https://www.shutterstock.com> уз право коришћења)***

Лагуне обложене слојем глине се сматрају јефтиним објектима за лагеровање течног стајњака или течне фазе. Ове лагуне се после изведених земљаних радова пресвлаче слојем глине. То наношење глине мора бити врло квалитетно како би се спречило истицање и најмањих количина стајњака из лагуна. Слој глине се наноси у дебљини око 10 cm пажљиво и равномерно како по страницама тако и по дну. Такве лагуне могу дуго да се користе уколико се не оштети слој глине. У току лагеровања течног стајњака у лагунама неминовно долази до разлагања органске материје. Према начину разлагања органске материје лагуна се могу поделити на лагуна са природним разлагањем, односно са природним проветравањем, односно са природним проветравањем, лагуна са природном аерацијом и факултативне.

Систем са мочварама

Један од новијих и све актуелнијих система за уклањање отпадних вода са фарми, нарочито свињских јесте и изградња система који подразумевају мочваре, у којима се разграђује и пречишћава отпадна вода. Мочварни систем је изграђен као хоризонтални ток који се састоји од три јединице, прва је мочвара површинског тока, друга садржи део за седиментацију, а трећа има подземни ток мочварног земљишта. Може се користити различита вегетација, док се као супстрат за вегетацију ајчешће употребљава мешавина земље са црвеним вулканским камењем (пречника 10–30 mm) и жути песак (пречник 2–8 mm) (слика 24) [30].



Слика 24. Шематски изглед система мочвара који се користи на фармама свиња ([30] - прилагођено)

6.2. Компостирање стајњака

Компост представља органску материју разграђену аеробним путем. Неопходно је присуство аеробних микроорганизама. Ово значи да је за компостирање неопходно присуство ваздуха. Компост је стабилан производ сличан хумусу карактеристичног мириса земље. Током процеса компостирања долази до стабилизације биоразградивог отпада. Као улазна сировина за компостирање улазе влажна и чврста органска материја (течно и чврсто стајско ђубриво итд.), отпад од хране, баштенски отпад, папир, картони и слично. Основна разлика између процеса компостирања и природног разлагања јесте у томе што је процес компостирања контролисан процес. Поред улазне сировине неопходно је присуство кисеоника, воде и микроорганизама. Индикатор успешности процеса је развијање топлоте у компостној хрпи.

Биоплуг је микробиолошки препарат за разградњу органске материје и компостирање. Доза примене је при компостирању од $0,5 - 1 \text{ l/m}^3$ у зависности од збијености компактности масе. Деловањем Биоплуга се убрзава и контролише компостирање. Компост добијен применом Биоплуга је без присуства патогених микроорганизама (изазивача болести) јер се развијају температуре од преко 60 степена целзијуса које не погодују патогеним организмима.

Улога компоста

Компост у земљишту повољно утиче на побољшање водног-ваздушног и топлотног режима земљишта. Може се користити за побољшање квалитета деградираних земљишта, као ђубриво и као супстрат у производњи различитих биљних врста јер задржава влагу, потребну за раст биљака.

Такође, у пољопривредној производњи настају велике количине органских остатака. Под пољопривредним органским остацима подразумевају се остаци биомасе једногодишњих биљака, слама, кукурузовина, окласак, стабљике других биљака, љуске, остаци настали резивањем воћа, као и неискорићени остаци хране домаћих животиња. Ове материје могу послужити као добра сировина за добијање квалитетног компоста. Колике су количине пољопривредног отпада указује податак да на произведену 1 t зрна кукуруза настаје 900 kg жетвених остатака. Ове количине отпада представљају значајан извор загађења животне средине али правилним третирањем може се добити користан производ.

Не сме се заборавити да се степен развијености једног друштва мери и његовим односом према отпаду. Директива ЕУ о депонијама захтева од земаља чланица имплементацију националних стратегија за смањивање одлагања биодеградабилног отпада на депонијама. Компостирање ће имати све већи значај као алтернативна опција третмана биодеградабилног отпада.

Улога микроорганизама у компостирању

Најактивнији организми у процесу компостирања су бактерије, гљиве и актиномицете. Ови организми су присутни у отпадима хране, земљиште, лишћу, отпадима траве. Компостирање је засновано на сукцесији микробних популација при чему услови које ствара једна група микроорганизама подстиче активност популације организама која је наслеђује. Различите врсте микроорганизама су активне у различитим фазама компостирања. Мезофилни микроорганизми разлажу органску материју и повећавају температуру компостне смесе чиме стварају услове за сопствени раст и развој али истовремено стварају услове за развој термофилних популација. Бактерије су углавном најбројније у компостној гомили и разграђују лако доступна једињења (протеине, угљене-хидрате). Такође, присутне су и азотофиксирајуће бактерије које везују атмосферски азот и инкорпорирају га у ћелијску масу. Гљиве имају важну улогу у компостирању и то у фази сушења компоста, пошто оне подносе услове са мало влаге боље него бактерије. Такође, неке гљиве имају ензимске системе који учествују у разлагању лигнина и хитина.

Компостирање је дуготрајан процес али последњих година дошло је до напретка у технологији компостирања уношењем микробних инокуланата и на тај начин убрзавања и усмеравања процеса компостирања. Поред тога применом селекционисаних микробних инокуланата омогућава се добијање компоста дефинисаног и уједначеног квалитета.

Пелетирање стајњака

Како би се превазишли проблеми несташнице стајњака изазваног смањењем сточног фонда, пре десетак година на тржишту се појавила комерцијална амбалажа органског пелетираног стајњака (Слика 25). Значај поменутих ђубрива је

тим већи ако смо свесни чињенице да термички обрађено органско пелетирано ђубриво не садржи и не би требало да има штетне нечистоће попут семена корова, патогена и штеточина. Сходно томе, расипањем пелетираног ђубрива штетне коровске врсте се никако не могу раширити по плантажи, као што је то обично случај са откупљеним тзв. домаћим ђубривом.

Поред тога, због све веће појаве опасних зооноза, упитно је колико је безбедно набављати и распршивати стајњак са фарми на којима су можда забележене заражене грла. Због свега наведеног, очигледан је разлог зашто пољопривредници све више набављају и примењују органска пелетирана ђубрива. Као што им само име говори, ради се о ђубривима у облику пелета или малих гранула (2-5 mm у пречнику), што поједностављује процедуру њиховог наношења, односно распршивања по производним површинама. Другим речима, органско ђубриво у облику пелета може се једноставно и лако расипати, слично као што се ради са минералним ђубривима.



Слика 25. Пелетирани стајњак (оригинал)

6.3. Производња биогаза

Производња биогаза из органских материја као и коришћење метана за енергетске сврхе је одавно познато. Још 1897. писано је о изградњи постројења за биогаз за једну болницу за лечење пацијената са лепром у Бомбају, Индија. У том постројењу, као полазни материјал коришћен је органски отпад и биљни материјал. У Немачкој је техника биогаза позната од 1910. године, када је Imhof писао у својим радовима о пречишћавању отпадних вода.

Тек после Другог светског рата као потенцијални произвођач биогаза откривена је пољопривреда и само сточарство. Законским прописима о обавезном откупу и одговарајућој накнади за стјуу из биогаза у оквиру Закона о преузимању електричне енергије (1990) и његовој новијој верзији „Закон о обновљивим енергијама“ (ЕЕГ 2000), те одговарајућим прописима о рециклирању и поступцима са отпадом, као и мерама за подстицање инвестиције, ова делатност доживела је прави процват.

У међувремену, у већини европских земаља постоје иницијативе на основу којих се може очекивати знатно повећање броја постројења на биогаз. Још, не пре много времена, пољопривредна биогаз постројења била су сразмерно једноставна, обично су извођена као јефтине самоградње, а била су релативно ниске снаге (≤ 100 kW).

Та постројења базирала су се на примени и прилагођавању постојећих поступака манипулације осоком, на искуствима из праксе газдинстава која су имала биогаз постројења. Током последњих 10-15 година, а нарочито од када се већи значај придаје коферментацији, развијају се технички сазрела постројења виших класа снаге.

Као што већ и само име говори, „био“-газ настаје у биолошком процесу. При томе се без присуства кисеоника (односно анаеробно) из органске масе формира мешавина гасова, такозвани биогаз. Овај у природи веома широко распрострањен процес се одвија на пример у мочварама, на дну мора и океана, у јамама за технички стајњак као и у бурагу преживара.

При томе се органска маса помоћу низа микроорганизама готово у целини претвара у биогаз. Уз то додатно настаје извесна количина енергије (топлота) и нове биомасе. Формирана мешавина гасова састоји се претежно од метана (50–75 вол%) и угљен-диоксида (25–50 вол%). Поред тога се у биогазу налазе и мале количине водоника, водоник-сулфида, амонијака и других гасова у траговима.

Механизам процеса анаеробне ферментације, одвија се у три фазе међусобно повезане. Те фазе се изводе захваљујући микроорганизмима који се могу сврстати у најмање четири групе и то хидролитички, ацетогени, хомоацетогени и метаногени [40].

Поред одговарајућих температурних услова за развој одговарајућих микроорганизама, на издвајање биогаза битно утиче садржај суве материје у течном стајњаку. Садржај суве материје у течном стајњаку код појединих врста домаћих животиња се креће у границама од 2-10% [40].



Слика 26. Биогас постројење на фарми свиња у Чешкој (преузето са <https://www.dreamstime.com> уз право коришћења)

6.3.1. Пстројења за производњу биогаса

За производњу биогаса данас постоји велики број система. Ти системи су у ствари познати под називом дигестори – реактори (слика 27). Они се према величини деле на: техничке, полутехничке и лабораторијски. Према облику резервоара дигестори могу бити вертикални и хоризонтални. У зависности од материјала од којих су направљени, дигестори могу бити бетонски, метални и од чврстих флексибилних пластичних материјала. Према резервоару у који се издваја гас дигестори могу бити са спољашњим и унутрашњим грејањем. У зависности на принципе мешање садржаја дигестора они могу бити са механичким мешањем, са хидрауличним и компримованим мешањем.

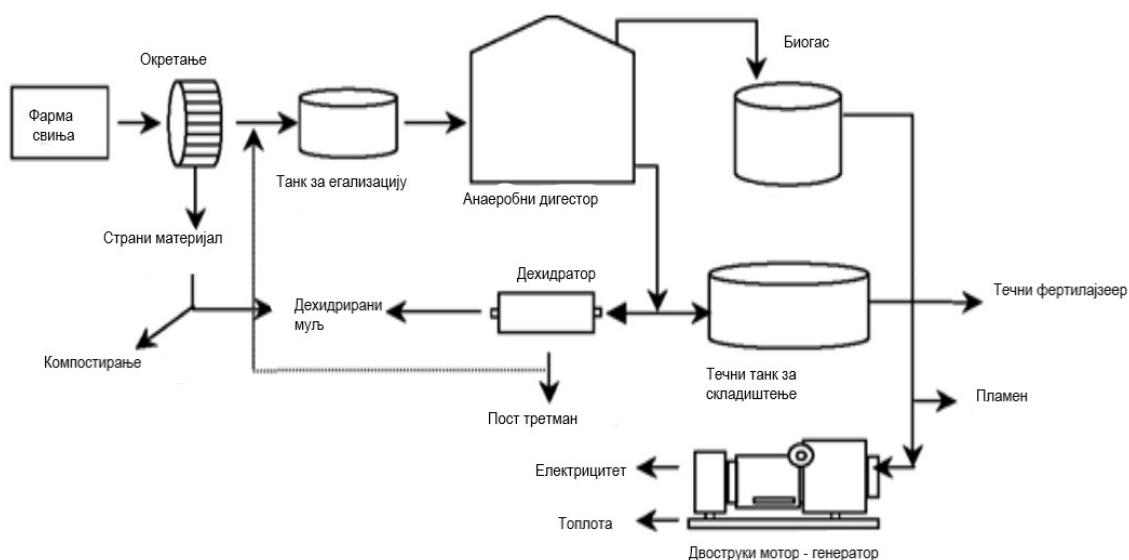
Без обзира на тип и материјал од којих је израђен сваки дигестор мора да испуни следеће услове:

- ◇ Да је непропустљив за течност и гас и
- ◇ Да може поднети велика статичка оштећења.

Конструктивно дигестор мора да обезбеди слободно испуштање и отицање течности и гаса. Сваки губитак гаса смањује ефикасност постројења. Пролаз влаге кроз зидове умањује ефикасност топлотне изолације. Конструкција дигестора мора да издржи сва оптерећења. Проблеми са корозијом се најчешће јављају код

челичних дигестора. Такви дигестори морају бити заштићени антикорозивним премазима.

Челик је погодан као материјал за изградњу дигестора. Међутим, није отпоран на корозију. Код избора антикорозивних премаза треба имати у виду чињеницу да исти могу утицати на уништавање бактерија које остварују метанско врење. Да би се таква појава избегла као заштитни премаз се користи битумен или одговарајућа смола. Код дигестора од челика обавезна је и термо изолација. Бетон као грађевински материјал је добар за изградњу дигестора уколико они могу бити једноставног облика. Међутим, због лоших изолационих својстава нужно је квалитетно изоловати овакве дигесторе. Поред ове врсте изолације овакве дигесторе треба заштити и од порозности. Бетон као материјал је отпоран на корозионе утицаје, као и на статичка оптерећења, те је због свих наведених параметара погодан за велике капацитете.



Слика 27. – Шематски приказ настанка биогаза ([40] - прилагођено)

Дигестори се могу пунити помоћу пумпи или слободним дотоком течног стајњака. Избор пумпи за манипулацијом стајњаком зависи од количина природног и разграђеног стајњака. Потискивање свежег стајњака најчешће се обавља помоћу центрифугалних пумпи или моно пумпи. Уколико у течном стајњаку може доћи до појаве примеса у облику сламе, онда се морају користити пумпе са додатним уређајима за уситњавање тих примеса (мацератори). Овакве пумпе се користе и за мешање садржаја дигестора.

Без обзира која ће се пумпа користити за дозирање и пражњење дигестора, неопходно је обратити пажњу да у току рада не дође до појаве кратког споја у протицању код отвора за улаз и излаз на дигестору и да се при томе не наруши време ретенције течног стајњака.

6.3.2. Пречишћавање биогаза

Пречишћавање биогаза, уклањање непожељног састојака, у првом реду водониксулфата (H_2S), затим воде и угљенмоноксида, омогућава избегавање корозивних процеса инсталације и повећање калоричне вредности биогаза. Степен и начин пречишћавања биогаза, директно зависе од начина коришћења и намене биогаза.

Уколико се биогаз користи за загревање воде, а ова за грејање објекта, онда се пречишћавање биогаза може изводити прањем помоћу воде. Код подног грејања објекта када се користе грејна тела која су отпорна на висок садржај сумпора, пречишћавање се и неврши. За гасне грејалице је потребно пречистити гас и то у зависности степена садржаја водониксулфата, динамике проветравања просторије која се на овај начин греје. Прање се изводи водом.

При коришћењу биогаза у индустрији када је неопходно одстранити поједине састојке из гаса, користи се вода или активни угаљ. Активним угљем се углавном отклања водониксулфат.

6.4. Интегрисани системи производње

Интергрисани системи производње последних година постају све значајнији и учесталији. Они подразумевају интеграцију односно спајање различитих производних система који за циљ имају смањење контаминације животне средине и искористивост и прераду отпада који настаје у једном производном систему у оквиру неког другог система. Један од оваквих примера је интеграција кланичне индустрије са аквакултуром и ратарском производњом (слика 28). Она може такође да буде у виду интеграције фармских система и аквакултуре или неких других производних система.

Отпадној води из кланичне индустрије се пречишћавањем преко сепаратора, пречистача, предрибњака и уз аераторе враћа употребна вредност и она се као таква користи за производњу рибе у рибњаку, а вода из рибњака се филтрира кроз насипе и употребљава за наводњавање ратарских култура (слика 29).

Вода је ограничени ресурс је треба искористити у кланичној индустрији што рационалније, па се пречишћена у овом случају користи као средина за гајење риба. Кланична индустрија уколико не садржи погодан систем за пречишћавање отпадних вода загађује животну средину и у обавези је да плати еколошке таксе чији износ угрожава економску одрживост саме кланице.



Слика 28. Интегрисан систем кланичне индустрије, кавакултуре и ратарске производње (оригинал)

Коришћењем воде која има повољну количину нутритивних материја појефтиније се производња, а такође је и температура исте погоднија за заливне системе од бунарске воде. Произведена риба има економску вредност, а поред тога служи као биоиндикатор и погодна је као намирница за учеснике у производњи кланичне индустрије јер повећава разноврсност у исхрани. Рибњачки простор побољшава амбијенталне услове околине индустријског објекта што даље повољно утиче на учеснике у производњи.



Слика 29. Изглед воде пре и након пречишћавања (оригинал)

У оваквом систему рибњак је уједно и главни биоиндикатор (слика 30). Да би се то постигло неопходно је уравнотежење квалитета воде на завршетку процеса пречишћавања што се може постићи применом технологије која се састоји у аерацији воде у реципијенту – рибњаку, коришћењем нутријената у ланцу исхране риба (планктон – бентос – риба) и филтрирањем кроз земљиште од

ког је изграђен насип. Део органских материја преви се путем природне хране у месо рибе, а такође је неопходно спроводити константан увид здравственог стања риба.



Слика 30. Изглед рибњака у интегрисаном систему кланичне индустрије и аквакултуре (оригинал)

Један од производа је и риба (слика 31) као квалитетна намирница са аспекта нутритивне вредности њеног меса, као и даље коришћење воде у заливном систему рибњака као заокруженог процеса од отпадне до воде задовољавајућег квалитета за наводњавање ратарских култура.

У ратарској проиводњи ова вода може да се користити за наводњавање различитих ратарских култура (слика 32) или дрвећа. Богата минералним материјама и оптималне је температуре, те је њена примена оправдана са аспекта искористивости ресурса и одрживости оваквог интегрисаног система.

Управљање отпадом представља један од најсложенијих проблема у систему управљања заштитом животне средине. Узимајући у обзир природу сировина и насталих производа, отпадне воде које су настале у току производње и прераде прехранбених производа имају по природи биоразградиви карактер. Имајући у виду да је штедња воде неопходна, а пречишћавање отпадних вода законска обавеза требало би имати на уму да ће воде бити све мање, да ће вода бити све скупља и да се мора штедети јер се два пута плаћа- први пут када се доводи у погон и други пут када се као загађена мора пречистити.



Слика 31. Рибa произведена у рибњаку који се налази у оквиру интегрисаног система са кланичном индустријом и где је коришћена пречишћена вода (оригинал)

Пречишћавање индустријских отпадних вода је неопходно. Излазна отпадна вода из индустријских погона може имати велики утицај на квалитет подземних вода и водених токова. Из тог разлога повећава се број институција и индустријских компанија које одговорно воде рачуна о овом проблему.



Слика 32. Наводњавање силажног кукуруза водом из рибњака (оригинал)

Енергетска одрживост је такође битна у сваком производном систему. Она у овом случају обухватати ложење дрвенастих остатака биљних култура у енергани кланице са костима које су неискоришћене у месној индустрији чиме се постиже већа енергетска ефикасност (слика 33). Такође, коришћењем воденог огледала за рационалније искоришћавање сунчеве енергије путем сунчевих колектора, као и енергије ветра за аерацију рибњака омогућа што веће искоришћавање већ постојећих природних ресурса.



Слика 33. Палионица где се врши спаљивање биљних остатака и органског отпада (оригинал)

7.0 ЛИТЕРАТУРА

1. Zakon o zaštiti životne sredine (Službeni glasnik RS, br.135/04, 36/2009, 36/2009 – dr. zakon, 72/2009 – dr. zakon i 43/2011 – odluka US, 14/2016, 76/2018, 95/2018 – dr. zakon).
2. Novaković V, Tomić A, Nikolić N, Petrović D. Zagađenje i zaštita zemljišta i podzemnih voda. Feljton, Novi Sad. 2018.
3. Briukhanov AY, Vasilev EV, Shalavina EV, Kucheruk ON. Engineering solutions of environmental problems in organic waste handling. IOP Conf Ser Earth Environ, 2017; 87:042001.
4. Mihaljev Ž, Ljubojević D, Ćirković M, Živkov-Baloš M, Jakšić S, Kartalović B, Prica N. Radioactivity of the soil in Vojvodina (Northern Province of Serbia). First International Symposium of Veterinary Medicine, Vrdnik. Proceedings of the Scientific Veterinary Institute “Novi Sad”, 2015; 173-7.
5. WHO. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and grey water (Vol. 1). World Health Organization, Geneva, Switzerland, 2006: 1-100.
6. Pravilnik o opasnim materijama u vodama (Službeni glasnik SR Srbije, broj 31/1982).
7. A European strategy for plastics in a circular economy. European Commission work programme 2018 – COM (2017) 650.
8. Zakon o zaštiti zemljišta (Službeni glasnik RS, br 112/2015).
9. Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu (Službeni glasnik RS, broj 30/2018, 64/2019).
10. Uredba o sistematskom praćenju stanja i kvaliteta zemljišta (Službeni glasnik RS, 88/2020).
11. Plan razvoja AP Vojvodine 2022-2030. godina - analiza postojećeg stanja, pdf. Autonomna pokrajina Vojvodina, pp 59.
12. Senthil Rathi B, Senthil Kumar P, Dai-Viet N. Critical review on hazardous pollutants in water environment: Occurrence, monitoring, fate, removal technologies and risk assessment. Sci Total Environ, 2012; 797:149134.
13. FAO and WHO. International code of conduct on pesticide management: Guidelines on pesticide legislation. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015; 1-60.
14. Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućim materija u vodi i rokovima za njihovo dostizanje (Službeni glasnik RS, broj 67/2011, 48/2012, 1/2016).
15. Ćirković M, Ljubojević D, Novakov N, Đorđević V. Gajenje i kvalitet mesa šaranskih riba. Naučni institut za veterinarstvo Novi Sad: HL Print; 2015.
16. Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources.
17. Baras J, Klašnja M, Turubatović R. Otpadne vode u industriji mesa – problemi i rešenja. Tehnologija mesa, 2002; 43(3-6):224-52.
18. Gaćeša S, Klašnja M. Tehnologija vode i otpadnih voda, Jugoslovensko udruženje pivara, Beograd. 1994.

19. Magana-Arachchi D, Wanigatunge R. Ubiquitous waterborne pathogens. У: M. Vara Prasad, A. Grobelak (Eds.), *Waterborne Pathogens*. Oxford: Butterworth-Heinemann. 2020; 15-42.
20. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. OJ L 327, 2000; 1 – 73.
21. Commission implementing decision (EU) 2017/302 of 15 February 2017 establishing best available techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council, for the intensive rearing of poultry or pigs.
22. Directive 2008/1/EC of the European Parliament and of the Council of 15 January 2008 concerning integrated pollution prevention and control. OJ L 24, 2008; 8–29.
23. Zakon o vodama (Službeni glasnik 30/2010, 93/2012, 101/2016).
24. Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Službeni glasnik RS, broj 50/2012).
25. Moumen A, Azizi G, Chekroun KB, Baghour M. 'The effects of livestock methane emission on the global warming: a review', *Int J Global Warming*, 2016; 9(2): 229–53.
26. Uredba o uslovima za monitoring i praćenje kvaliteta vazduha ("Sl. glasnik RS ", br, 11/2010, 75/2010 i 63/2013).
27. Zakon o upravljanju otpadom ("Sl. glasnik RS ", br, 36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018 i dr. zakon).
28. Pravilnik o načinu razvrstavanja i postupanja sa sporednim proizvodima životinjskog porekla, veterinarsko-sanitarnim uslovima za izgradnju objekata za sakupljanje, preradu i uništavanje sporednih proizvoda životinjskog porekla, načinu sprovođenja službene kontrole i samokontrole, kao i uslovima za stočna groblja i jame grobnice (Službeni glasnik RS, 31/2011, 97/2013, 15/2015 i 61/2017).
29. Loehr RC. *Agricultural waste management – problems, processes and approaches*. Academic Press: New York and London. 1974.
30. De La Mora-Orozco C, González-Acuña IJ, Saucedo-Terán RA, Hugo Flores-López E, Rubio-Arias HO, Ochoa-Rivero JM. Removing organic matter and nutrients from pig farm wastewater with a constructed wetland system. *Int J Environ Res Public Health*, 2018; 15:1031.
31. Izmaylov A, Briukhanov A, Shalavina E, Vasilev E. Pig manure management: a methodology for environmentally friendly decision-making. *Animals*, 2022; 12:747.
32. Truong C, Tran S, Le H, Bui H, Nguyen L, Duc A, et al. Impacts of effluent from different livestock farm types (pig, cow, and poultry) on surrounding water quality: a comprehensive assessment using individual parameter evaluation method and water quality indices. *Environ Sci Pollut Res*, 2021; 28:1-14.
33. Velthof GL, Rietra RPJJ. Nitrogen use efficiency and gaseous nitrogen losses from the concentrated liquid fraction of pig slurries. *Int J Agron*, 2019; 1:9283106.

34. Zakon o planiranju i izgradnji („Sl. Glasnik RS“ br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019 i 37/2019).
35. Pravilnik o načinu i uslovima za merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda i sadržini izveštaja o izvršenim merenjima (Službeni glasnik RS 33/2016).
36. Zakonom o vodama ("Službeni glasnik RS", broj 30/2010, 93/2012,101/2016, 95/2018 i 95/2018 i dr. zakon).
37. Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vodi i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", 67/2011, 48/2012, 1/2016).
38. Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine („Sl. Glasnik RS“ br. 135/2004 i 25/2015).
39. Bustillo-Lecompte CF, Mehrvar M. Slaughterhouse wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry: A review on trends and advances. J Environ Manage, 2015; 161:287-302.
40. Chae K, Yim SK, Choi KH, Park W, Lim DK. Anaerobic digestion of swine manure: Sung-Hwan farm-scale biogas plant in Korea. 2002.

8.0. БИОГРАФИЈЕ АУТОРА



Проф. др Николина Новаков је ванредни професор на Департману за ветеринарску медицину Пољопривредног факултета у Новом Саду. Рођена је 19. 02. 1982. године у Шибенику, Република Хрватска. Пољопривредни факултет у Новом Саду, смер ветеринарска медицина, завршила је 2005. године, са просечном оценом 9,49. Исте године уписала је магистарске студије на смеру Клиничка патологија и терапија животиња које завршава 27.03.2009. са просечном оценом 10.00 и одбрањеном магистарском тезом. Докторску дисертацију под насловом „Оболења риба изазвана врстом *Thelohanellus nikolskii*“ одбранила је 03.04.2013. године на Пољопривредном факултету у Новом Саду. Била је стипендиста Министарства за науку Републике Србије од 2006. до 2008. године. Одговорни је наставник на неколико предмета; Болести риба и актичних организама; Паразитске болести; Заштита животне средине од последица интензивне анималне производње и Интензивна производња у аквакултури. Учествовала је на 8 пројекта. Као аутор и коаутор објавила је преко 300 радова и саопштења, две монографије, 12 техничких решења, један патент, један уџбеник и два практикума. Говори енглески, италијански и шпански језик.



Др Бранкица Карталовић, научни сарадник Научног института за ветеринарство „Нови Сад“. Рођена је 19.07.1976. године у Београду, Република Србија. Технолошки факултет, смер фармацеутско инжењерство је завршила 2003. године и стекла звање мастер инжењера фармацеутске технологије. Докторске студије је уписала 2014. године на Факултету заштите животне средине Универзитета Едуконс. По завршетку докторских студија 2018. године стекла је звање доктора заштите животне средине. Преко 20 година се бави испитивањем контаминената у животној средини (вода, ваздух, земљиште), храни и храни за животиње. У периоду од 2000-2006, радила је као технолог у производњи средстава за заштиту биља а од 2006 -2014. године радила је као Шеф одељења за екотоксиколошка испитивања у Институту за заштиту на раду, Нови Сад. Даље професионално искуство настављено је у фирми SHIMADZU BRANCH на месту специјалисте за апликације гасне и течне хроматографије за Балкан (2013-2014), након чега отпочиње научно-истраживачки рад у Научном институту за ветеринарство „Нови Сад“. Као научни сарадник на Одељењу за токсикологију, испитивање лекова и резидуа Научног института за ветеринарство „Нови Сад“, од 2014-до сада објавила је преко 30 научних радова са СЦИ листе. Главна област интересовања безбедност хране и развој метода за испитивање пестицида, антибиотика, ПАХ - ова и фталата у води, земљишту, храни и храни за животиње, као и развој метода за припрему узорака.