

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма: Машинско инжењерство
Ниво студија: Мастер академске студије
Модул: Енергетика и процесна техника
Предмет: Технологије и постројења за пречишћавање воде и ваздуха
Број индекса: 334/2015

Никола М. Алексић

**ТРЕТМАН ОТПАДНИХ ВОДА
У КЛАНИЧНОЈ ИНДУСТРИЈИ**

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Вања Шуштершич, ред. проф. - ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да опише технолошки поступак у кланичној индустрији и процесе третмана отпадних вода у кланичној индустрији. Затим је неопходно да прикаже решења у свету и код нас. На крају је неопходно да опише рад неколико примера третмана отпадних вода у кланичној индустрији у Србији.

Коришћена литература:

- [1] Вања Шуштершич, Технологије и постројења у припреми воде за пиће и третману отпадних вода, Факултет инжењерских наука универзитета Крагујевцу, 2014.
- [2] Слободан Гаћеша, Миле Клашња, Технологија воде и отпадних вода, Београд, 1994.
- [3] http://aemstaticww2.azureedge.net/content/dam/IWW/Volume%2015/Issue%202/1503_IWW_18.gif (приступљено 17.10.2017.)

Крагујевац, новембар 2017.

ментор:
др Вања Шуштершич, ред. проф.

Резиме:

У овом раду размотрен је третман отпадних вода у кланичној индустрији. У уводном делу овог мастер рада, приказани су третмани отпадних вода у прехранбеној индустрији (индустрија сокова, индустрија пива, млекарска индустрија и кланична индустрија). Даље је, дат приказ технолошких поступака у кланичној индустрији. Затим, су приказани процеси третмана отпадних вода који су заступљени у кланичној индустрији. Потом су приказана решења третмана отпадних вода у кланичној индустрији у свету и код нас. Затим је описан рад третмана отпадних вода у четири кланице у Србији. На крају је приказан правилник о условима које треба да испуњавају кланице за одвод отпадних вода у Србији.

Кључне речи:

Отпадне воде, Кланична индустрија, Третман отпадних вода

Abstract:

In this paper the treatment of wastewater in the slaughter industry is considered. In the introductory part of this master's paper, wastewater treatment in the food industry (juice industry, beer industry, dairy industry and slaughter industry) are presented. It is further provided with a demonstration of technological procedures in the slaughter industry. Then, the processes of wastewater treatment that are present in the slaughter industry are shown. Then the solutions of wastewater treatment in the slaughter industry in the world and in our country are presented. The work of wastewater treatment in four slaughterhouses in Serbia is described. In the end, a rulebook on the conditions to be fulfilled by the slaughterhouses for disposal wastewater in Serbia is shown.

Key words:

Wastewater, Slaughter industry, Treatment of wastewater

САДРЖАЈ

1.0. УВОД	1
2.0. ОТПАДНЕ ВОДЕ ПРЕХРАМБЕНЕ ИНДУСТРИЈЕ	2
2.1. Третман отпадне воде у млекарској индустрији	4
2.1.1. Директно испуштање у канализацију и накнадни третман отпадне воде у млекарској индустрији	7
2.2. Третман отпадне воде у индустрији сокова и пива	7
2.2.1. Третман отпадне воде у индустрији пива	7
2.2.2. Третман отпадне воде у индустрији сокова	9
2.3. Третман отпадне воде у кланичној индустрији	10
3.0. ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК У КЛАНИЧНОЈ ИНДУСТРИЈИ	12
4.0. ПРОЦЕСИ ТРЕТМАНА ОТПАДНИХ ВОДА У КЛАНИЧНОЈ ИНДУСТРИЈИ	15
4.1. Пречишћавање отпадних вода у кланичној индустрији	15
4.2. Третман отпадних вода у индустрији меса	16
4.2.1. Механички поступци третмана отпадних вода	17
4.2.2. Издвајање инертног материјала (хватачи песка, масти и уља)	19
4.2.3. Хемијски поступци	22
4.2.4. Биолошки поступци	24
4.3. Предтретман отпадних вода при испуштању у канализацију	33
4.4. Третман отпадних вода при испуштању у реципијенте	34
5.0. ПРИКАЗ РЕШЕЊА У СВЕТУ	36
5.1. Постројење Escoblood за третман отпадних вода из кланичне индустрије	36
5.2. Коришћење крви и отпада	39
5.3. Технологија фирме Huber за третман отпадних вода из индустрије меса	40
6.0. ПРИКАЗ РЕШЕЊА У СРБИЈИ	41
6.1. Кланица „Coco-Rico“	41
6.1.1. Фекалне отпадне воде	42
6.1.2. Индустијске отпадне воде	44
6.2. Кланица „Будућност“	49
6.2.1. Линија клања животиња у кланици	50
6.2.2. Отпадне воде	51
6.2.3. Остали отпад у кланици	53
6.2.4. Обезбеђење воде за пиће и третман отпадних вода у кланици	54
6.2.5. Сепаратор масти у кланици	55
6.2.6. Стручно мишљење о квалитету воде у кланици	56

6.3. Индустија меса „Сатпех“	57
6.3.1. Механичко пречишћавање	58
6.3.2. Хемијско пречишћавање	58
6.3.3. Биолошко пречишћавање	59
6.4. Индустија меса „Yuhor“	60
6.4.1. Механичко пречишћавање	60
6.4.2. Хемијско пречишћавање	61
7.0. ПРАВИЛНИК О УСЛОВИМА КОЈЕ ТРЕБА ДА ИСПУЊАВАЈУ КЛАНИЦЕ ЗА ОДВОД ОТПАДНИХ ВОДА.....	64
8.0. ЗАКЉУЧАК.....	66
9.0 ЛИТЕРАТУРА.....	67

1.0. УВОД

Не постоји опште прихваћена дефиниција отпадних вода. Али једна од могућих је и следећа: **“Вода онечишћена на било који начин током употребе представља отпадну воду”**. У општем случају отпадна вода је онечишћена раствореним органским и неорганским материјама и микроорганизмима [1].

Убрзаним растом броја становника и развојем индустрије, неслућеном брзином су почеле да расту потребе за водом. Погоршање биолошких вредности водних ресурса настаје загађивањем које може бити природно и антропогено.

Упоредо са развојем индустрије и “индустријализацијом” пољопривреде и сточарства расла је и количина и степен загађености отпадних вода, а самим тим и штете које се наносе реципијенту (земљиште, водотокови, акумулације...) односно, екосистему у целини, настали услед испуштања отпадних вода. Поремећаји настали испуштањем непречишћених отпадних вода у екосистему су нарасли до те мере да је пречишћавање отпадних вода постало нужност. Најзначајније количине отпадних вода потичу из насеља и индустрије, а затим из пољопривреде и сточарства, при чему највеће укупно загађење емитује индустрија.

У Србији контрола испуштања отпадних вода није на задовољавајућем нивоу и још увек нормативи и стандарди контроле квалитета отпадних вода нису усклађени са стандардима Европске Уније [1].

По свом настанку отпадне воде се могу поделити на:

- **комуналне (санитарне) отпадне воде** - настају на санитарним чворовима стамбених, јавних, индустријских и других објеката где живе и раде људи, који у физиолошком процесу продукују загађења у течном и чврстом облику. Слично је и са домаћим животињама које се узгајају на фармама и другим појединачним местима,
- **индустријске отпадне воде** - настају у фабрикама и индустријским погонима након употребе воде у процесу производње, као и приликом прања апарата и уређаја,
- **атмосферске отпадне воде** - ове воде настају од падавина и отопљеног снега са урбаног подручја. У ове воде се убрајају и отпадне воде од прања уличних површина, тротоара и слично [1].

2.0. ОТПАДНЕ ВОДЕ ПРЕХРАМБЕНЕ ИНДУСТРИЈЕ

Прехрамбена индустрија за сам процес производње хране мора користити воду квалитета воде за пиће.

Загађење отпадних вода из прехрамбене индустрије је негде око три петине од укупног загађења отпадних вода, мисли се и на индустрију и на становништво. У отпадним водама прехрамбене индустрије, ради се превасходно о органском загађењу. Отпадне воде прехрамбене индустрије не садрже опасне органске и неорганске материје, или их има у веома малим концентрацијама. Органско загађење тј. загађење нутријентима из ових отпадних вода итекако негативно утиче на пријемнике отпадних вода. Према томе, проблем отпадних вода прехрамбене индустрије постоји, и није мали [2].

У фабрикама прехрамбене индустрије све оштрије се поставља питање смањења количине и загађења својих отпадних вода. То смањење највише је повезано са потрошњом воде у фабрици и све мере смањења те потрошње одразиће се на смањење количине отпадних вода. Загађење ће се смањити смањивањем губитка сировина, полупроизвода и производа, средстава за прање и дезинфекцију, мазива, горива, укратко свега што се у фабрици троши, а што значајним својим делом доспева у отпадне воде. Сваки литар уља, млека, шире, сваки килограм скроба, шећера, масти, сваки грам детерџента који доспе у канализацију, све то доноси огромно загађење.

Табела 1. Приказ грана прехрамбене индустрије и потребног пречишћавања [1]

Прехрамбена индустрија	Ефекти на рад ППОВ или на одлагање муља	Претходно пречишћавање
Прерада млека	Шаржно оптерећење	Неутрализација база и киселина за чишћење, регулисање оптерећења нитратима и фосфатима, забрана испуштања сурутке, хлађење до 35°C
Пиваре, дестилерије и производња сокова	Шаржно оптерећење	Неутрализација база и киселина за чишћење, сепарација чврстих материја, сепаратор за тешке метале (налепнице), хлађење до 35 °C, избежавати дезинфекцијска средства са активних хлором, мере против мириса
Кланице	Шаржно оптерећење, средства за дезинфекцију са активним хлором, могуће образовање сулфида	Одвајање чврстих материја, одвајање масноћа, испуштање свежих отпадних вода, дезинфекција

У табели 2. дат је приказ органског загађења које потиче од појединих отпадних вода прехрамбене индустрије и индустрије пића.

Табела 2. Примери органског загађења у прехрамбеној индустрији [2]

1 литар пивског квасца	170 - 500 грама ВРК ₅ (зависно од степена аутолизе тј. саморастварања квасца)
1 литар обраног млека	75 грама ВРК ₅
1 литар сурутке	42 грама ВРК ₅
1 литар пива	80 грама ВРК ₅
1 литар вина	130 грама ВРК ₅

ВРК (Биохемијска потрошња кисеоника) - карактерише биолошку активност отпадних вода. Степен загађености воде органским једињењима дефинисан је количином кисеоника који је потребан за оксидацију коју врше аеробни микроорганизми. Најчешће се одређује **ВРК₅** који показује потрошњу кисеоника у првих пет дана.

НРК (Хемијски потребна количина кисеоника) је количина кисеоника за оксидацију органских компонената и неорганских соли и представља показатељ загађености отпадних вода. Најчешће се изражава потрошњом **O₂** у **mg/L** [1].

Да би се смањиле количине отпадних вода у прехрамбеној индустрији треба зауставити или прихватити све оно што се пролије или проспе, што продире кроз истрошене заптиваче, лоше спојеве, напрсле зидове цеви и судова, све оно што се баца у канализацију, а не мора. У појединим производњама би се на тај начин количина загађења чак и преполовила, након што би се смањили поједини отпадни токови, који доспевају у збирну отпадну воду фабрике, као што су протеини из млека, крв, пиво, квасац...

У табели 3. су приказане операције које се користе за примарни (механички) третман отпадних вода које потичу из прехрамбене индустрије.

Табела 3. Доступне технике за примарни (механички) третман отпадних вода које потичу из прехранбене индустрије [3]

Примаран (механички) третман						
	Решетке и Сепаратори	Филтрација	Седиментација	Флотација, гасни сепаратори	Центрифугирање (сепаратори, центрифуге)	Танкови за мешање
Пиваре	+	+	+			+
Млекаре	+		+	+		+
Производња и прерада уља и масти биљног порекла			+	+	+	+
Дестилерије и производња алкохола	+		+			
Производња скроба	+		+	+	+	+
Производња шећера			+			+
Производња безалкохолних пића, ђусева, минералне воде	+		+	+		+
Производња слада	+		+			+
Прерада меса	+			+		+
Производња вина	+					+
Индустрија слаткиша	+		+	+		+
Индустрија прераде кромпира	+	+	+	+		
Прерада воћа и поврћа	+	+	+			+

2.1. Третман отпадне воде у млекарској индустрији

Од свих индустрија за прераду хране, млекаре стварају, током прераде највећу количину отпадних вода. Млекарска индустрија није повезана са тешким проблемима загађења животне средине, али има огроман утицај на животну средину, зато што су њени загађивачи углавном органског порекла.

Зна се да сви кораци у ланцу прераде млека: производња, прерада, паковање, транспорт, складиштење, дистрибуција и маркетинг, утичу на животну средину. Због разноврсног асортимана млечних производа, постоје различите операције обраде, руковања и паковања производа, па тако настаје отпад различитог квалитета и количине. Ако се он не третира може доћи до његовог депоновања на депоније, па самим тим и до великог проблема загађења [2].

Садржај отпада из млечне индустрије има високу концентрацију органског материјала као што су: протеини, угљени хидрати и липиди, као и високу концентрацију отпадних чврстих материја, што захтева велику биохемијску потрошњу кисеоника (ВРК) и хемијску потрошњу кисоника (НРК), високе концентрације азота, високу концентрацију уља или масти, као и велике промене садржаја у рН вредности. Све ово захтева специјалан третман како би се спречили или минимизирали еколошки проблеми.

Проблем код већине власника млекарске индустрије је тај, да они сматрају да је третман отпадних вода велики инвестициони трошак, који би могао боље да се искористи за основне пословне активности.

У млекарској индустрији одлагање отпадних вода обично резултира (даје као последицу) једним од три проблема:

- високи трошкови за третман индустријске отпадне воде које наплаћује локални водовод и канализација,
- ако се непречишћена отпадна вода или испушта у животну средину или се користи директно као вода за наводњавање земљишта или пашњака, долази до загађења животне средине, односно и до загагађења и површинских и подземних вода,
- а млекаре које су инсталирале аеробни биолошки систем имају проблем уклањања муља [2].

Да би се индустрији млека омогућио допринос очувању воде, потребна јој је ефикасна и исплатива технологија третирања отпадних вода. Како је млечна индустрија огромни потрошач воде, она би могла да користи, односно употреби пречишћену отпадну воду (на пр. као технолошку воду).

Запремина, концентрација и састав отпадних вода насталих у млечној индустрији зависи од производа који се обрађује, производног програма, начина рада, да ли постоји пројектовано постројење за прераду отпадних вода, колико се примењује управљање водама, као и која количина воде се чува. Отпадне воде из индустрије млека и млечних производа могу се поделити на три главне категорије:

- Технолошка вода, која укључује воду која се користи у процесима хлађења и грејања. Те отпадне воде су обично без загађујућих материја и могу са минималним третманом да се поново користе или једноставно испусте у канализацију.
- Отпадне воде за чишћење углавном настају када се чисти опрема и уређаји који су били у контакту са млеком и млечним производима. Ове отпадне воде могу садржати било шта од млека, сира, сурутке, сепаратора за уклањање уља и масти са уређаја, стартер култура које се користе у производњи млека и млечних производа, разблажени јогурт, разређено воће и стабилизујућа једињења.
- Санитарне отпадне воде које се директно одводе у канализацију.

Воде за чишћење могу садржати различите стерилизујуће агенсе и разне киселине и алкалне детерџенте. Због тога рН вредност отпадних вода може да варира у зависности од стратегије чишћења. Најчешће коришћене хемикалије су каустична сода, азотна киселина, фосфорна киселина и натријум хипохлорид.

Објављене информације о хемијском саставу отпадних вода из индустрије за прераду млека и млечних производа су непотпуне и често нетачне. Због тога се може очекивати да ове отпадне воде имају релативно високо органско оптерећење као што су лактоза, масти и протеини (углавном казеин), као и висок ниво азота и фосфора.

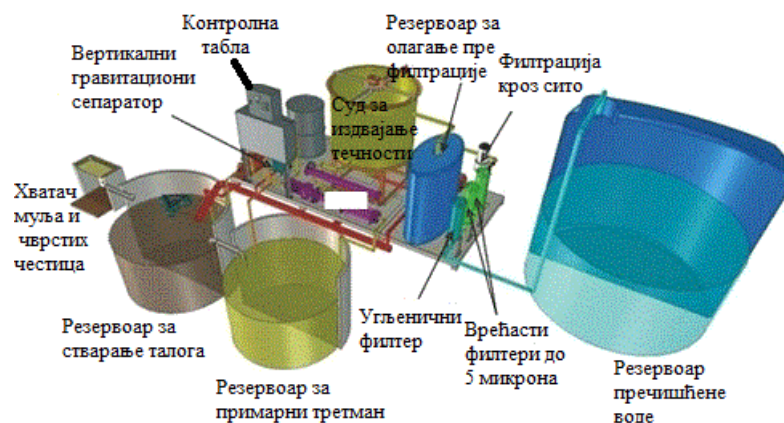
Отпадне воде из индустрије млека и млечних производа су високо биолошки разградиве и могу се ефикасно третирати биолошким системима за пречишћавање отпадних вода. Ове отпадне воде, могу такође да представљају потенцијалну опасност по животну средину ако се не третирају како треба.

Три главне опције за третман отпадне воде из индустрије млека и млечних производа су:

- директно испуштање у канализацију и накнадни третман отпадне воде, ако у општини постоји постројење за пречишћавање отпадних вода,
- уклањање чврстог и специјалног отпада са лица места од стране радника који су задужени за одлагање отпада и испуст у канализацију и накнадни третман отпадне воде, ако у општини постоји постројење за пречишћавање отпадних вода,
- третирање отпадних вода на лицу места помоћу постројења за пречишћавање отпадних вода [3].

Одабрани третман треба да испуни тражене захтеве, и да смањи трошкове везане за дуготрајно испуштање отпадних вода.

На слици 1. је приказан један од могућих начина третмана отпадних вода у млекарској индустрији. Индустријска вода улази у хватач масти и чврстих честица где се таложи сама маст, а вода системом прелива иде даље у вертикални гравитациони сепаратор, затим се филтрира у разним филтерима (угљенични, врећасти...) и после тога пречишћена вода се испушта у канализациони систем.



Слика 1. Један од начина пречишћавања отпадних вода у млекарској индустрији [4]

2.1.1. Директно испуштање у канализацију и накнадни третман отпадне воде у млекарској индустрији

Постројења за пречишћавање канализационих отпадних вода могу да третирају одређену количину супстанци органског порекла. Одређене компоненте пронађене у токовима канализације отпадних вода из млекарске индустрије могу да представљају проблем, као што су масти.

Маст се задржава на зидовима канализационих цеви и узрочник је проблема са таложењем у резервоарима предвиђеним за њено сакупљање. Због тога се препоручује да се на лицу места у индустрији смањи садржај масти, тако да се добије индустријска отпадна вода која може да се меша са санитарном отпадном водом у канализацији.

Постоји велики проблем када је у питању и коначно одлагање генерисаног муља после третмана отпадних вода, зато што муљ може да садржи патогене микроорганизме. Зато се у индустријама за прераду млека и млечних производа препоручује да постоји посебан одвод за санитарну воду директно у канализацију, а да се индустријска отпадна вода прво преради у постројењима за третман, а тек онда испусти у канализацију или, ако је третирана на високом нивоу, да се користи као санитарна вода [4].

2.2. Третман отпадне воде у индустрији сокова и пива

Пошто нечистоће које се могу наћи у отпадној води, у фабрикама за производњу пића првенствено садрже доста шећера и растворљиве су у води, лакше их је уклонити од оних које су присутне у неким другим фабрикама. Уклањање нечистоће и микробиолошка контрола представљају много већи проблем у пиварама.

2.2.1. Третман отпадне воде у индустрији пива

Отпадна вода представља најзначајнији проблем у пиварској индустрији. Најзначајније карактеристике ове воде су велике варијације протока и повећане вредности опасних и штетних материја и показатеља у отпадној води изнад дозвољених граничних вредности прописаних подзаконским актима. Количина отпадне воде зависи од количине употребљене воде. Само вода која је саставни део готовог производа, и вода која испари током спремања самог производа неће завршити у канализационом систему. Главни извор настанка отпадне воде су процеси прања и дезинфекције амбалаже, производне опреме и производних простора, процеси филтрирања, пастеризације и хлађења производа, цеђење, бистрење, одлагање и одбацивање сувишног квасца [5].

Ове воде су оптерећене разним загађујућим материјама, детергентима и другим средствима која се користе приликом прања. Оптерећење отпадних вода загађујућим материјама је различито у зависности од фазе процеса производње пива. У пиварама која користи повратне боце, отпадна вода из линије за паковање има високу вредност ВРК због испирања остатака пива из враћених боца.

Заправо, отпадне воде у пивари карактеришу велике варијације у параметрима, због тога пиваре морају имати одређен степен пречишћавања отпадних вода. У том случају она се не испушта у канализацију директно, већ се третира. У неким случајевима казне и закони треба да подстакну пивару да не испушта непречишћену воду директно у канализациони систем, већ да инсталирају сопствени систем за третман отпадне воде [5].

Предтретман треба да измени физичке, хемијске и/или биолошке особине исхране воде, чиме се побољшавају резултати узводних процеса. Дакле, предтретман се врши физичким, хемијским или биолошким методама, или комбинацијом свих ових метода. Генерално, сложеност и трошак технологија за пречишћавање отпадних вода расте са квалитетом отпадне воде на излазу из система за њен третман. Управљање отпадним водама и одлагање отпада у индустрији пива се сматрају значајним факторима трошкова и важни су аспекти у раду пивара.

Као **прва метода** третмана користи се механичко пречишћавање, при чему се уклањају грубе, чврсте материје из воде, али не и растворене материје у води. У принципу, ова метода доноси мали степен пречишћавања отпадне воде.

Као **друга метода** третмана користи се хемијска метода, при чему се води додају хемикалије. У овај вид третмана спадају процеси:

- подешавање рН вредности - низак рН указује на повећање киселине, док висок показује на повећање алкалности.
- Коагулација и флокулација, су физичко-хемијски процеси који се обично користе за уклањање колоидног материјала или боје вода и отпадних вода. У третману воде и отпадних вода, коагулација подразумева корак где су честице дестабилизоване од коагуланта и формирају се у мање групе. Са друге стране, касније процесом у коме се већи комади (флокови) формирају назива се флокулација. Онда се честице лакше уклањају операцијама таложења, филтрацијом и флотацијом.
- Киселост или алкалност отпадних вода утиче на пречишћавање отпадних вода и на животну средину [6].

Као **трећа метода** третмана користи се биолошка метода, која је заснована на широкој примени активних микроорганизама. У ствари, отпадне воде у пивари имају оба хемијска (веома висок садржај органског састојка) и микробиолошких загађивача третираних биолошким методама. Стога, након пиваре, отпадна вода је подвргнута физичким и хемијским третманима, а може потом бити подвргнута биолошком третману. У поређењу са физичко-хемијским или хемијским методама, биолошке методе имају три предности:

- технологија обраде је зрела,
- висока ефикасност у уклањању ВРК, у распону од 80% до 90%,
- ниски инвестициони трошкови.

Међутим, иако су процеси биолошке обраде посебно ефикасни за третман отпадних вода, захтевају високу енергију на улазу. Биолошки третман отпадних вода може бити или аеробни (са снабдевањем ваздухом или кисеоником) или анаеробни (без кисеоника) [6].

2.2.2. Третман отпадне воде у индустрији сокова

Отпадне воде из индустрије сокова садрже првенствено високе концентрације органских материја. Главни проблеми у третману ових отпадних вода су ниске вредности рН. Индустрија прераде сокова производи велике количине отпадних вода која захтева одређен третман пре испуштања у животну средину. Отпадна вода од воћа углавном се генерише из следећих процеса: прања, испирања, грејања, пастеризације, хлађења и генерално чишћења машина и самог радног простора и производа.

Отпадну воду из индустрије воћних сокова карактерише висок садржај угљених хидрата и минерала, као и варијабилни састав у зависности од врсте прерада сировине. На њихов састав такође утичу процеси чишћења и дезинфекције производних линија. Саме материје које се налазе у отпадној води могу бити чврсте, колоидне и растворене у отпадној води у зависности од врсте сировине који се сок производи, као и процеси који се користе у самој производњи. У исто време у отпадним водама завршавају велике количине различитих компоненти детерџената и дезинфекционих средстава [7].

Биолошки третман је најчешћа метода која се користи за третман отпадних вода у индустрији сокова, због органског садржаја који се налази у самим отпадним водама. Анаеробни третман нуди неколико предности у поређењу са аеробним алтернативама. Анаеробни третман може смањити ВРК₅ и НРК од неколико хиљада до неколико стотина mg/l. Препоручљиво је применити аеробни третман за даље третирање отпадних вода после пролаза кроз анаеробни третман, тако да квалитет отпадне воде може испунити одговарајуће прописе. Отпадна вода са високим садржајем органског оптерећења обично има низак проток и може се третирати помоћу анаеробног процеса, отпадне воде које имају низак садржај органског оптерећења заједно са изливањем из анаеробног третмана могу се третирати аеробним процесом.

Комплетан биолошки третман обухвата, неутрализацију - изједначавање, анаеробним и аеробним третманом или аеробним третманом, одвајање муља (нпр. седиментација или флотација раствореног ваздуха) и одлагање муља. Процеси хемијског и физичког третмана (нпр. коагулација и седиментација - флотација) се повремено користе за смањивање органског садржаја пре него што отпадне воде уђу у процес биолошког третмана. Пошто отпадна вода има високу садржај шећера, може се догађати раст филаментне бактерије са мањом густином, тако да се флотација раствореног ваздуха може користити уместо седиментације, која се и најчешће користи [8].

2.3. Третман отпадне воде у кланичној индустрији

Кланична индустрија произуђује велике количине високооптерећених отпадних вода, којима се значајно угрођавају и деградирају природни пријемници - реципијенти, обзиром да се најчешће испуштају без било каквог облика обраде или пречишћавања. Количина отпадне воде која се упушта у реципијенте првенствено зависи од структуре самог погона, а рачуна се према броју и врсти животиња које се обрађују, или по килограму чистог скелета који се добија од сваке врсте. Отпадне воде индустрије за клање и прераду меса, обзиром на квалитативно квантитативне карактеристике, заслужују посебну пажњу, како са хигијенско - здравственог аспекта, тако и са еколошког и економског аспекта. У погону се у току технолошког процеса рада може трошити мања или већа количина санитарне воде, што зависи од континуитета рада, тренутних потреба, радне дисциплине, као и неких других веома значајних момената.

Отпадне воде кланичне индустрије са собом носе фекалије, сламу, непрерађену сточну храну, разне стомачне излучевине, крв, масноће, разне чврсте отпатке и друге присутне органске материје. Квалитет сирових отпадних вода, као и њихова количина, зависе од интензитета рада кланичних погона, функционалности технолошких сегмената и процеса финализације, па може знатно да варира, не само по данима, него и у току једног производног дана.

Када је у питању кланични отпад и генерално отпад животињског порекла, последњих година се интензивно ради на проблему његовог нешкодљивог збрињавања и утврђују се здравствена правила за његово искоришћавање. Постоји неколико метода којима се може безбедно збринути кланични отпад или лешеве уинулих животиња, а последњих година се озбиљно разматра и употреба кланичког отпада као супстрата за биогас. Тиме се овај отпад збрињава на безбедан начин – процесом анаеробне ферментације и уједно производи биогас као један вид обновљивог извора енергије.

Основна карактеристика ових вода је веома велика разноврсност састава. У њима се могу наћи концентрације детерџената и средстава за прање и санитарију. Из тих разлога у циљу заштите од потенцијалног угрођавања, све отпадне воде, са платоа и радних просторија се морају сепаратно сакупљати (сливници са решеткама, шахтови за одмашћивање) и одводити у водонепропусну септичку јаму на локацији. Током редовног рада у кланицама присутни су непријатни мириси из просторија где се привремено одлажу нејестиви продукти. Пражњење водонепропусне септичке јаме, као прелазног решења, до решавања предтретмана отпадних вода и градске канализационе мреже, обавља се преко комуналног предузећа.

Према Правилнику отпадне воде из кланица објеката треба одвести сепаратно из три различита дела: атмосферске канализације, канализације технолошких отпадних вода и фекалне канализације. Загађеност отпадних вода кланичне индустрије зависи од величине погона, начина евакуације фекалних материја и у највећој мери од степена рекулперације крви. Пре испуштања у канализациону мрежу неопходно је отпадне воде подвргнути механичком уклањању песка и масти, пропустити кроз решетке и фина сита и извршити њихову аерацију у базенима.

Квалитет испуштених отпадних вода у реципијент зависи како од квалитета улазне отпадне воде у систем за пречишћавање, тако и од функционалности и типа система, времена њеног задржавања у систему, као и конкретних услова средине, односно локације на којој се погон налази. Састав и тип постројења за обраду, односно пречишћавање отпадних вода кланичне индустрије зависи од технолошког процеса у кланици, начина вршења клања и врсте животиња, начина припреме и обраде меса, степена финализације технолошке обраде, прераде и паковања са једне стране, као и еколошких карактеристика пријемника - реципијента са друге стране. У табели 4. су приказани параметри оптерећења отпадних вода у кланичној индустрији Русији, САД-у и Мађарској.

Табела 4. Степен оптерећења кланичних отпадних вода [9]

Параметар	Јед. мере	Русија	САД	Мађарска
pH	/	7,1 - 7,8	/	7,5
ИМНОFF -30 °C	mg/l	1,7 - 2,9	/	10 - 12
Суспендоване материје	mg/l	800 - 2 000	840	550 - 650
Етарски екстракт	mg/l	200 - 500	720	100 - 120
НРК	mg/l	1 800 - 2 300	/	/
ВРК₅ (талож. матер.)	mg/l	900 - 1 250	1 300	800 - 900
ВРК₂₀ (талож. матер.)	mg/l	1 350 - 1 700	/	/
Хлориди	mg/l	665 - 1 000	1 220	/
Укупан Р	mg/l	96 - 140	104	145
Укупан N	mg/l	/	31	15 - 20

Унапређење рада сточарских фарми праћено је изградњом мањих, локалних мини кланица, у којима се, поред клања, врши само груба обрада. Такође, развој приватне иницијативе у новије време условило је изградњу већег броја мини кланица, у којима се поред клања и грубе обраде врши и финализација технолошког процеса обраде меса, али у веома малом обиму, што не мора да значи и смањење количине отпадних вода и средстава за прање просторија и технолошких линија. Изградњу тих малих кланица неминовно мора пратити и изградња постројења за обраду, односно пречишћавање њихових отпадних вода. Најчешће су то само системи за предтретман, обзиром да се сматрају довољним за кланични производни програм мањег обима, што је сасвим погрешно и неприхватљиво, како са санитарно - хигијенског, тако и са еколошког аспекта [9].

3.0. ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК У КЛАНИЧНОЈ ИНДУСТРИЈИ

Технолошки поступци у кланицама разликују се у зависности од врсте животиња, а остале разлике се односе на физиологију и величину животиња. Главни поступци производног процеса који се одвијају у кланици су:

- пријем, истовар и одмор животиња пре клања,
- омамљивање животиња,
- клање и искрвављење,
- даљи ток поступка обраде,
- хлађење,
- додатни технолошки поступци-обрада главе, унутрашњих органа, масног ткива, коже [10].

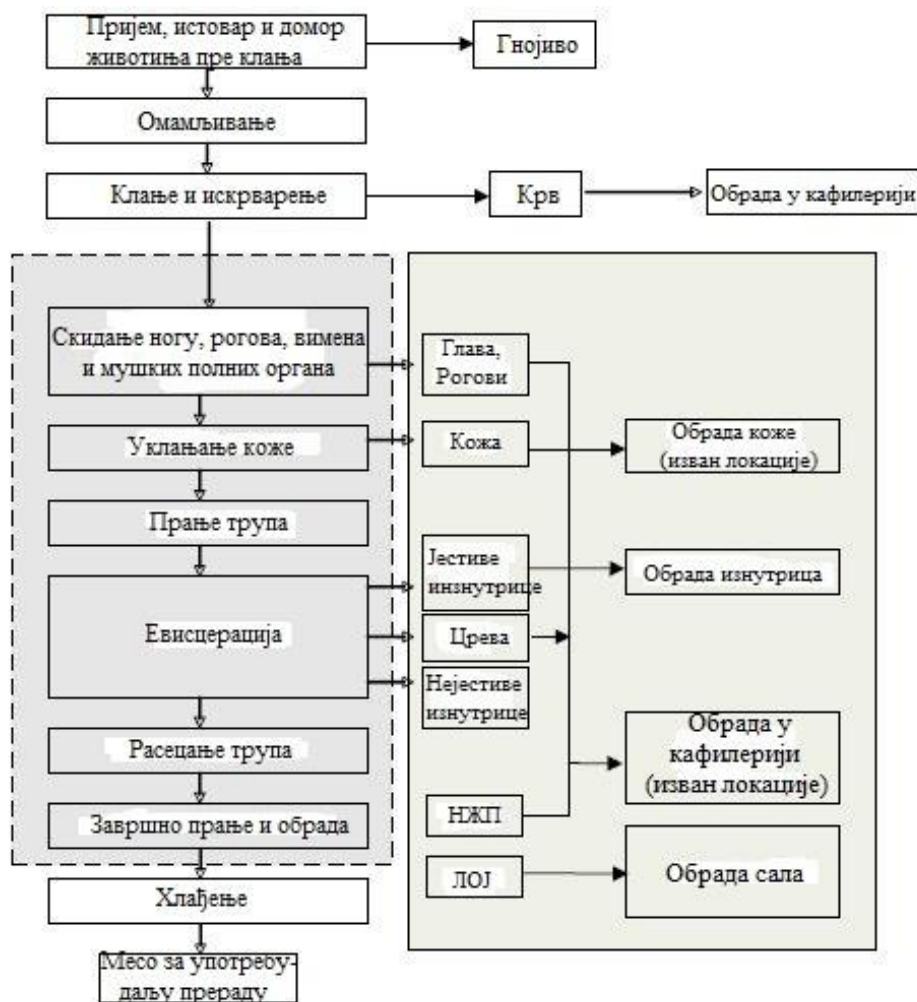
На слици 2. је приказана шема процеса у кланици, где су поред клања и прераде меса приказани и поступци управљања отпадом и искоришћење отпада.



Слика 2. Шематски приказ процеса у кланици [11]

Простор за прихватање и привремени смештај животиња за клање се састоји од рампе за истовар, просторије за смештај и коридора за одвођење животиња на клање. Рампа за истовар се налази у непосредној близини простора за смештај животиња. Пре клања животиње се неко време задржавају у просторима за смештај како би им се омогућио одмор за опоравак од стресног транспорта. Јако запрљане животиње потребно је пре клања опрати и очистити. На сточном депоу се редовно примењује

чишћење како би се смањио утицај на чистоћу воде, а онда следи прање чистијом водом због спречавања појаве непријатних мириса. На слици 3. је приказана шема технолошког поступка клања говеда. Сам технолошки поступак се састоји од припреме и смештаја животиња, затим клања и искрварења животиња, обраде животињског отпада који настаје, и на крају обрада меса и хлађење, и добијање меса за употребу и даљу прераду [10].



Слика 3. Шематски приказ технолошког процеса клања говеда [10]

Омамљивање представља тренутно одузимање свести животиња, а да су при томе функције организама сачуване у физиолошким границама, а нарочито дисање и циркулација. Омамљивање животиња могу вршити само лиценциране и обучене особе. Животиње се одводе на клање и обмањивање узбуђивања и наношења боли. Опрема за омамљивање се редовно одржава у складу са упутствима произвођача. Тако омамљени се доводе до места искрварења и подижу се дизалицом.

Искрварење омамљених животиња треба да почне што је могуће брже након омамљивања и треба извести тако да буде брзо, обилно и потпуно, док физиолошке функције нису ослабиле и пре него што се омамљеним животињама поврати свест.

Клање и искрварење обавља се ножем у висећем положају изнад линије искрварења. Поступак клања и искрварења мора почети највише 60 секунди након омамљивања. Фаза искрварења траје око 3 - 7 минута, узависностиод тежине животиње, а кроз сепараторе одлази 2 - 4 литара крви. Тек након потпуног искрварења може се приступити даљој обради. Крв се збрињава решеткама које су постављене испод окачене животиње [10].

Након клања и искрварења поступци даље обраде се разликују од врсте животиње до фазе хлађење и смрзавања. Све кораке у поступку обављају обучени процесни радници. Користе се стерилизовани ножеви и секире. Процес хлађења мора започети одмах након једног сата након искрварења. Температура у комори за хлађење је 0 до 2 °С. Глава се одстрањује, затим се испира водом и одвози на хлађење.

Унутрашњи орга-ни одлазе на ветеринарске прегледе, исправни органи се додатно прерађују. Кожа се не обрађује, већ се одвози са локације путем правне особе. На слици 4. је приказана шема технолошког поступка клања свиња.



Слика 4. Шематски приказ технолошког процеса клања свиња [10]

4.0. ПРОЦЕСИ ТРЕТМАНА ОТПАДНИХ ВОДА У КЛАНИЧНОЈ ИНДУСТРИЈИ

Основне интервентне мере у циљу смањења отпада из кланица треба да буду смањење потрошње воде по јединици производа и издвајање свих пратећих производа. Смањење потрошње воде не сме угрозити одржавање хигијене у погону, што се постиже строгом технолошком дисциплином. Смањењем потрошње воде смањује се количина отпадних вода, чиме се остварује уштеда, а издвајањем пратећих производа настаје секундарна сировина, која може донети финансијску корист. Највећи загађивачи који се налазе у отпадним водама су:

- биоразградиве органске материје,
- испарљива органска једињења,
- токсични метали,
- неуклоњене чврсте материје,
- нутријенти (азот и фосфор),
- микробиолошки патогени,
- паразити [12].

Степен загађености отпадних вода из примарне производње и прераде меса може се смањити:

- применом савремених услова гајења стока,
- оптимизацијом састава сточне хране,
- сувим изјубравањем,
- максималним скупљањем крви,
- сувим третманом садржаја бурага и црева,
- спречавањем доспевања длаке у канализацију,
- спречавањем одливања саламуре у канализацију,
- постављањем више хватача масти у погону,
- применом централизованог система прања опреме,
- применом савремених биоразградивих средстава за прање,
- постављањем гушћих решетки на свим уливним местима у погону,
- раздвајањем канализационе мреже по врстама отпадних вода [12].

4.1. Пречишћавање отпадних вода у кланичној индустрији

Начин одвајања отпадних вода у индустрији меса се у већини случајева врши гравитационо, без додатног надпритиска у потисном цевоводу. Из тог разлога приликом димензионисања одводних канала и цевовода мора се водити рачуна о њиховом попречном пресеку из разлога што говоримо о води која са собом носи нечистоће које могу бити разних профила и величина. Такође се мора водити рачуна о кривинама у цевоводу и местима њиховог спајања или рачвања, то се ради да би се

избегло запушавање истог. Даље се те цеви усмеравају у сепараторе, септичке јаме, скупљаче, одвајаче. Конкретни пример оваквих начина одвођења биће дати у даљем раду.

4.2. Третман отпадних вода у индустрији меса

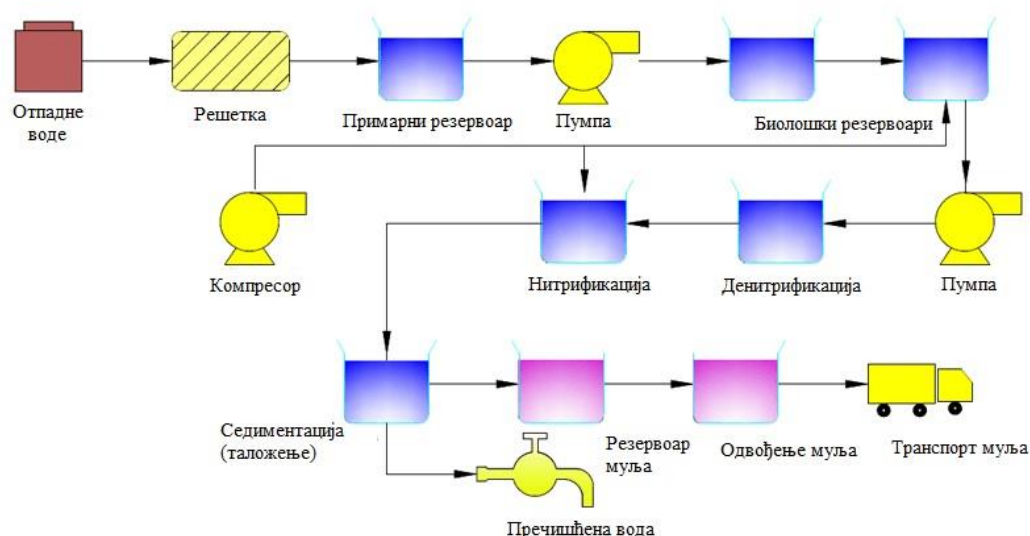
Што се тиче отпадних вода у индустрији меса (кланицама) отпадне воде можемо поделити на:

- фекалне отпадне воде,
- индустријске отпадне воде.

У зависности од врсте отпадне воде користе се различити начини, приступи и третмани оваквих вода. Ради олакшаног приступа и третмана најбоље је не дозволити мешање ове две врсте отпадних вода.

Фекалне отпадне воде се из санитарних просторија објекта одводе канализационом мрежом у водонепропусну септичку јаму, која представља везу између објекта и главног градског канализационог система где се та отпадна вода даље спроводи. Важно је напоменути да у ову групу отпадних вода улази и вода из сливника (кишница).

Индустријске отпадне воде су воде које су по саставу изузетно комплексне, у смислу да са собом могу носити разне материје растворљиве или не растворљиве у води, масноће, трагове крви, песак, животињске длаке (крзно) као и поједине животињске остатке и нечистоће. Вода као таква, са свим тим укључцима у себи, не сме се законски испуштати у таквом стању (нетретирана) у градску канализацију. Из тог разлога неопходно је да свака индустрија меса поседује одговарајуће уређаје, делове и елементе који служе за сепарацију и пречишћавање. На слици 5. је приказана шема третмана отпадних вода у кланичној индустрији [13].



Слика 5. Шематски приказ третмана отпадних вода у кланичној индустрији [14]

Нитрификација (уклањање азота) се примењује да би се спречило да амонијачни азот (NH_4^+-N) доспе у воде, помоћу нитрификационих бактерија у микрофлори аеробног процеса пречишћавања.

Денитрификација је процес којим се уклања нитратни облик азота из отпадних вода настао нитификацијом, односно нитраредукујуће бактерије у анаеробним условима користе кисеоник из нитрата за оксидацију органске материје, редукујући при томе нитрате у првом степену до нитрита, а у другом степену до оксида азота.

Стандардно пречишћавање отпадне индустријске воде у кланичној индустрији обухвата:

- механичке поступке,
- издвајање инертног материјала, уља и масти (хватачи песка, хватачи масти),
- хемијске поступке,
- биолошко пречишћавање.

Степен пречишћавања регулише се административним мерама које прописује свака држава. Овакви прописи дефинишу тачне излазне параметре воде након завршеног пречишћавања, односно на улазу у канализациону мрежу. Наравно, процес пречишћавања отпадних вода је сложен и у већини случајева захтева коришћење више узастопних поступака. Које методе у овим поступцима ће бити примењене и којим редоследом, зависи од степена загађујућих честица које су присутне у отпадној води, као и у којој мери се оне требају уклонити [13].

Зависно од капацитета погона и његове локације, постоје два типа пречишћавања отпадних вода у кланичној индустрији, а то су:

- пречишћавање у (градском) постројењу уз обавезан предтретман у погону,
- пречишћавање у сопственом постројењу.

4.2.1. Механички поступци третмана отпадних вода

Механичким поступцима пречишћавања називамо поступке који се заснивају на физичким особинама воде и нечистоћа (разлика у специфичној маси, облик, тежина, итд.) и на деловање физичких сила (гравитација, притисак, итд.). Ти поступци су основа тзв. претходне обраде, и процеса примарног пречишћавања; као и појединих фаза процеса секундарног и терцијалног пречишћавања отпадних вода. Који ће се од поступака механичког пречишћавања применити, зависи од карактеристике отпадне воде и од траженог степена пречишћавања. У кланичној индустрији примена механичких пречишћивача је честа из разлога што се врло ефикасно може отклонити највећи део тих нечистоћа, јер су физичке нечистоће доминантне у оваквим водама. У ову групу спадају све врсте решетки, сита, таложника (примарних или секундарних), сепаратори масти и уља, хватачи песка, итд [1].

Решетке и сита у кланичној индустрији служе да на својој грудној површини задрже што је више могуће физичких нечистоћа (честица), ношене током отпадне воде. Овим се олакшава даља обрада отпадне воде и штите уређаји и цевоводи од оштећења

и загушења. Пливајући и суспендован груби материјал се уклања проласком отпадне воде кроз одговарајуће димензионисану решетку или сито на којима се он задржава и са којих се затим на одговарајући начин уклања, обрађује и одлаже. Решетка или сито се постављају по правилу на главни канализациони вод на уласку у станицу за пречишћавање воде у кланичној индустрији, односно у фабричко постројење за обраду индустријске отпадне воде [1].

Помоћу решетки се уклањају крупније, нерастворене и пливајуће материје из отпадних вода. Њихова функција је да штите уређаје и цевоводе од оштећења и загушења и да олакшају даљи третман отпадне воде. Решетке преграђују доводни канал и постављају се вертикално или под нагибом, најчешће од 40 - 70 °С. Израђују се од челичних шипки, правоугаоног или кружног попречног пресека које се постављају у канал на једнаком међусобном размаку са величином отвора од 3 до 100 mm. На слици 6. су приказане решетки за грубо механичко пречишћавање отпадних вода.

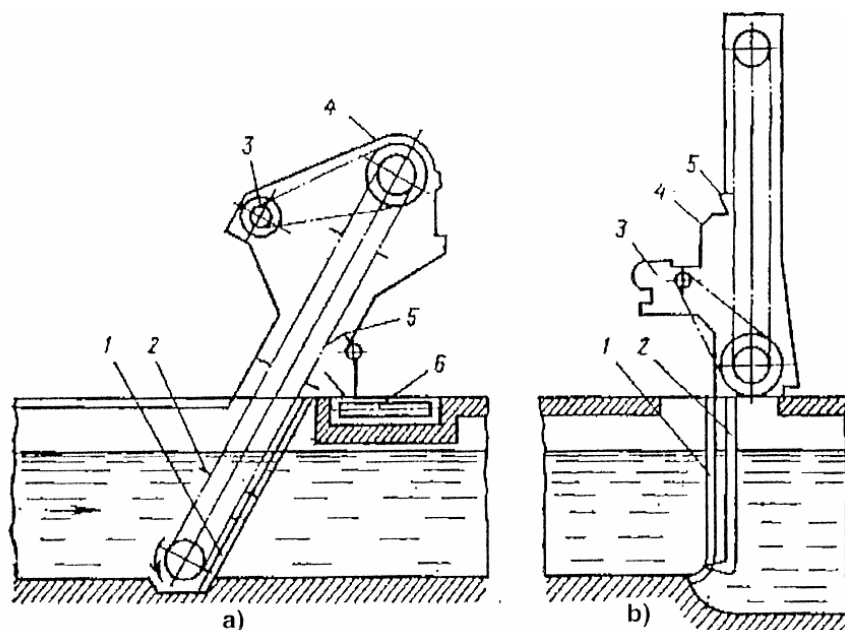


Слика 6. Приказ решетки за механичко пречишћавање (коса аутоматска решетка) [15]

У односу на величину отвора решетки се деле на:

- грубе решетки, са ширином отвора од 50 до 100 mm,
- средње фине решетки, са ширином отвора од 10 до 25 mm,
- фине решетки, са ширином отвора од 3 до 10 mm.

На слици 7. је приказана шема косе и вертикалне решетки које се користе за пречишћавање отпадних вода.



Слика 7. Шема: а) коса и б) вертикална решетка
 1 - решетка; 2 – ланац; 3,4 – погонски механизам; 5 – грabbуље;
 6 – транспортна трака [1]

У одосу на конструкциона решења решетке могу бити:

- косе и вертикалне,
- покретне и непокретне,
- са ручним или механичким (аутоматским) чишћењем,
- са дробљењем наноса.

4.2.2. Издвајање инертног материјала (хватачи песка, масти и уља)

Издајање песка из индустријске отпадне воде у кланици: Под појмом песак обухваћене су суспендоване честице инертног, тј. бионеразградивог материјала у отпадној води кланичне индустрије чије су специфичне масе, односно брзина таложења, много веће од честица органског биоразградивог материјала. Ту спада песак, шљунак, земља, шљака, пепео, и сл. Такви материјали изазивају абразију и убрзано хабање покретних делова уређаја за пречишћавање отпадне воде, који стварају наслаге, талоге који се тешко чисте у цевоводима и каналима, у биолошким реакторима, односно на свим местима где је успорено кретање отпадне воде. Због тога је неопходно да се тај инертни материјал уклони тзв. хватачима песка. При томе се са инертним материјалом уклања и део тешко и споро биоразградивог материјала, као и комади биолошки лако разградивог материјала као што су поједини делови изнутрица животиња [13].

Уклањање инертног материјала се заснива на већим брзинама таложења „песка“ од брзине таложења честица органског материјала, тако да се избором погодне брзине тока отпадне воде тај „песак“ издваја, а органске суспендоване честице односе даље са

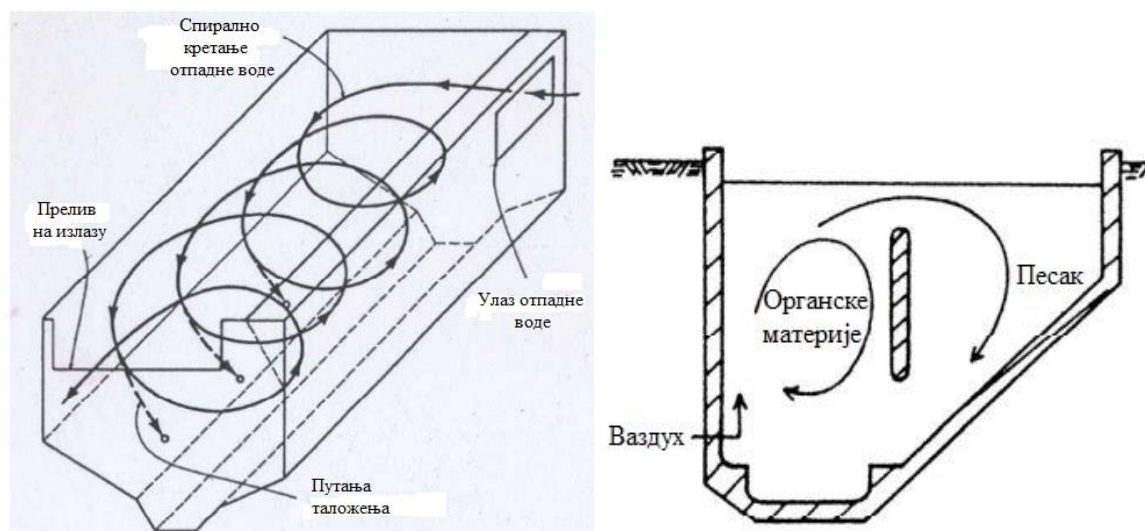
водом. Усваја се да се инертне материје таложе као дискретне честице по режиму слободног таложења. Брзина таложења се обично израчунава по Стокс-овој једначини, за величину и специфичну масу честица које се желе уклонити. Обично се захтева уклањање честица „песка“ већих од 0,15 или 0,2 mm. У зависности од тога на који начин се регулише ток отпадне воде хватачи песка се деле на:

- проточне,
- таложне,
- аерисане коморе.

Проточне коморе: Најстарији тип хватача песка су проточне коморе, односно канали са регулисаном брзином тока отпадне воде на око 0,3 m/s, чиме се постиже таложење песка, а пролажење органских честица са водом, односно ресуспендовање највећег дела органских материја које су се исталожиле заједно са инертним материјалом. Приближно константна брзина тока при различитом хидрауличком оптерећењу постиже се коришћењем преливних канала са излазним отвором канала у облику Вентуријеве цеви или правоугаоним попречним пресеком канала уз употребу тзв. пропорционалног прелива. Исталожени материјал се ређе уклања ручно (у том случају се по правилу постављају коморе у пару: једна је у функцији, а друга се чисти). Најчешће се чисте потапајућим муљним пумпама или неким од механичких уређаја, обично комбинацијом гребача и елеватора или пужног транспортера [13].

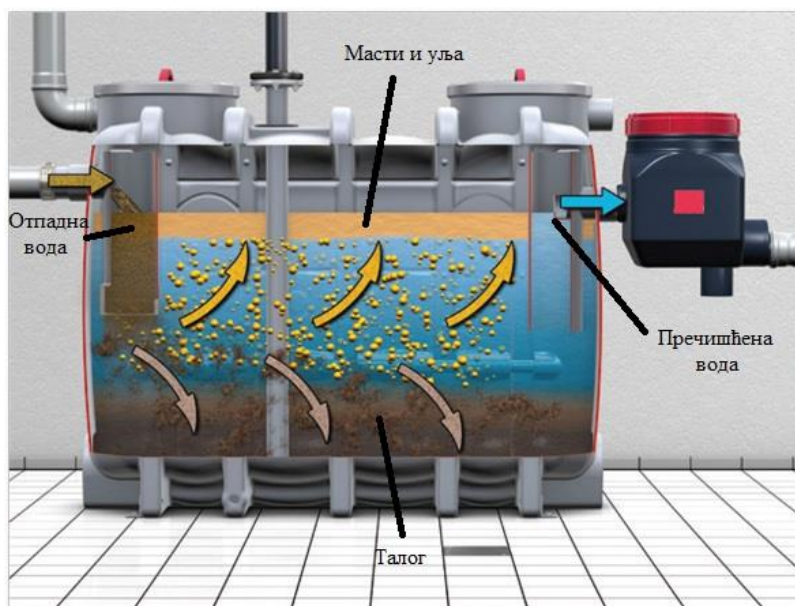
Таложне коморе: тзв. детритори (минерална зрнаста онечишћења) представљају таложнике са краткотрајним задржавањем отпадне воде, обично око три минута, чија површина се прорачунава на основу преливног протока. Таложна комора се поставља у главни канализациони вод, где се дефлекторима постиже приближно праволинијски ток кроз комору, а ротирајући гребачи избацују талог. Битно је рећи да за случајеве хидрауличног преоптерећења и застоја у раду због кварова поставља се обавезно обилазни канал, тзв. бај – пас. Таложна комора се обично комбинује са каналом за прање талог у коме се песак одговарајућим механизмом ресуспендује и помера кроз воду према излазу из канала, а испране органске материје струјање воде враћају у комору.

Аерисане коморе: Уређаји у којима је обједињено издвајање инертног талогa и његово прање од органских материјала при чему је избегнута употреба механичког уређаја (који су иначе најподложнији кваровима). Аерисана комора је базен у коме је спирално кретање постигнуто комбинацијом увођења отпадне воде са стране и попречним кретањем воде изазваним увођењем ваздуха дуж једне стране коморе. На овај начин, одговарајућом контролом количине ваздуха постиже се одржавање органских материјала у суспензији и њихово изношење, а таложење тежих, инертних честица је у каналу на дну коморе, одакле се уклањају неким од механичких уређаја (кофичасти, пужни транспортер и слично) или тзв. муљним пумпама. Време задржавања отпадне воде је око 3 min, а потребна количина ваздуха је обично 0,15 – 0,45 m³/min, по метру дужине коморе (слика 8.). Предност аерисаних комора, сем добијања врло чистог талогa, је и у томе да могу да служе и за издвајање масноћа услед ефекта флотације диспергованим ваздухом [13].



Слика 8. Спирални ток отпадне воде у аерисаној комори [16]

Уклањање уља и масти из отпадне индустријске воде у кланици: Из отпадне воде је потребно уклонити материје лакше од воде као што су масноће, комадићи сапуна или животињски остаци који су лакши од воде. Те материје отежавају пречишћавање. Материје лакше од воде се уклањају тако што се успоравањем тока воде омогући њихово испливање на површину, са које се скупљају на погодан начин. Хватачи масти су правоугаони, или кружни базени у којима се остварује краткотрајно задржавање отпадне воде, у току 3 – 5 min. Да би се спречило таложење тежих суспендованих материја обично се примењује аерација, од 4 – 8 m³ ваздуха/m³ отпадне воде. Увођење ваздуха поспешује издвајање масноћа (ефекат флотације). Вода излази из базена испод преградног зида, а издвојена уља и масти и друге материје лакше од воде скидају се са површине тзв. скимерима (скупљачи пене) различитих конструкција и пребацују у сабирни суд. Хватачи масти су често интегрисани са таложницима. Уређаји за чишћење таложника су конструисани тако да се истовремено са уклањањем талоба са дна уклањају, у посебне прихватне судове, и флотиране масноће са површине. Специјално за кланице, као посебни уређаји, хватачи масти се примењују за претходну обраду отпадне воде. Издвојена уља или масти из отпадних вода кланичне индустрије се могу спаљивати, закопавати или подвргнути биолошкој обради. На слици 9. је приказан један хватач масти и уља [13].



Слика 9. Приказ хватача масти и уља [17]

4.2.3. Хемијски поступци

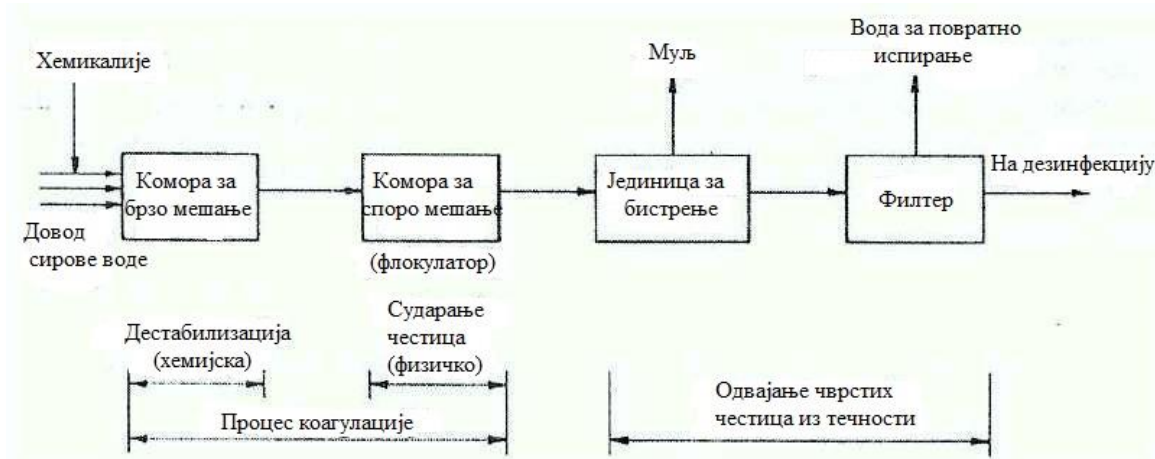
Хемијским процесима пречишћавања називамо процесе у којима се пречишћавање обавља помоћу одређених хемијских реакција или одређених хемијских феномена (адсорпција). По правилу су то адитивни процеси, односно хемикалије које се уносе у воду да би се уклонило загађење.

Уклањање суспендованих и колоидних материја у отпадној води кланице врши се коагулацијом и флокулацијом (настале флокуле се издвајају из воде таложењем, флотацијом или филтрацијом). То је свакако најзаступљенији поступак хемијског пречишћавања отпадне воде. Коагулација и флокулација су поступци бистрења воде хемијским путем. Њихов задатак је да се пре свега елиминишу колоидно диспергована онечишћења, од којих најчешће потичу боја и мутноћа воде. Ова онечишћења се веома тешко сама од себе таложе и зато се не могу лако и брзо уклонити механичким путем.

Супстанце које чине мутноћу воде, тј. суспендоване честице и колоидно растворена једињења су у води на рН вредности око 7 најчешће наелектрисане негативно. Под појмом коагулација се обично подразумева само неутрализација електроенергетског привлачења супротно наелектрисаних честица што изазива њихово укрупњавање. Задатак поступка коагулације је да стабилне колоидне системе дестабилизују додавањем позитивно наелектрисаних коагуланата [13].

Појам флокулације подразумева контакт макромолекула флокулационог средства са већим бројем честица, односно везивање појединачних честица, за више супротно наелектрисаних места флокулационог средства, при чему се јавља тзв. молекулско премошћавање. Флокулација је процес окупљања "коагулираних" честица у циљу стварања веће агрегације или флокула. Удруживање колоидних честица се одвија у две фаза. Прва у којој напон одбијања између честица мора бити савладан, у мери која је неопходна да постану дестабилизвана, и друга у којој мора бити контакт

између тако дестабилизованих честица како би се дошло до њиховог удруживања (агломерације). Дестабилизација се постиже додавањем хемикалија, уз брзо мешање у одговарајућим коморама. Агрегација (сакупљање) честица се изводи са спорим мешањем у флокулационим коморама. На слици 10. је приказана типична шема процеса коагулације.



Слика 10. Блок шема процеса коагулације [13]

Предности у односу на биолошке процесе су: једноставнија и јефтинија опрема, једноставније и сигурније вођење и контрола процеса пречишћавања, постројење се лако зауставља и поново пушта у погон без негативног утицаја на процес пречишћавања. Главни недостатак је знатно мања ефикасност пречишћавања (не уклањају се растворене материје). Осим тога, настају знатне количине волуминазног талога, муља, чија је обрада скупа.

На слици 11. је приказан кружни тип таложника са механичким скрепером за континуално уклањање муља и површинским згртачем пливајућих материја (масноћа) и пене. Отпадна вода се уводи кроз централну, улазну зону која обезбеђује равномерну расподелу и радијалан ток флуида. Преливни канали лоцирани су по ободу таложника и омогућују уједначено уклањање избистрене воде из базена. Пена која се формира на површини воде механички се сакупља и посебним каналом одводи у шахт. Исталожени муљ се гребачима повлачи са дна у централну комору одакле се пумпама пребацује у прихватни шахт и одвози на линију третмана муља (згушњивач муља) [13].



Слика 11. Приказ кружног таложника [16]

На ефикасност таложења утичу поремећаји који могу настати у улазној и излазној зони таложника услед неуниформног тока отпадне воде, затим као последица кретања уређаја за уклањање талога са дна и нечистоћа са површине и ресуспендовања исталожених честица, кретања воде услед разлике у температури или деловања ветра. Кључни елементи за успешно функционисање таложника су повремена евакуација исталоженог муља, конфигурација муљних пумпи, природа и густина муља. Запремина исталоженог муља зависи од низа фактора као што су карактеристике отпадне воде, степена пречишћавања, карактеристика суспендованих честица, дубине таложника, примењеног начина уклањања муља и времена задржавања муља у таложнику.

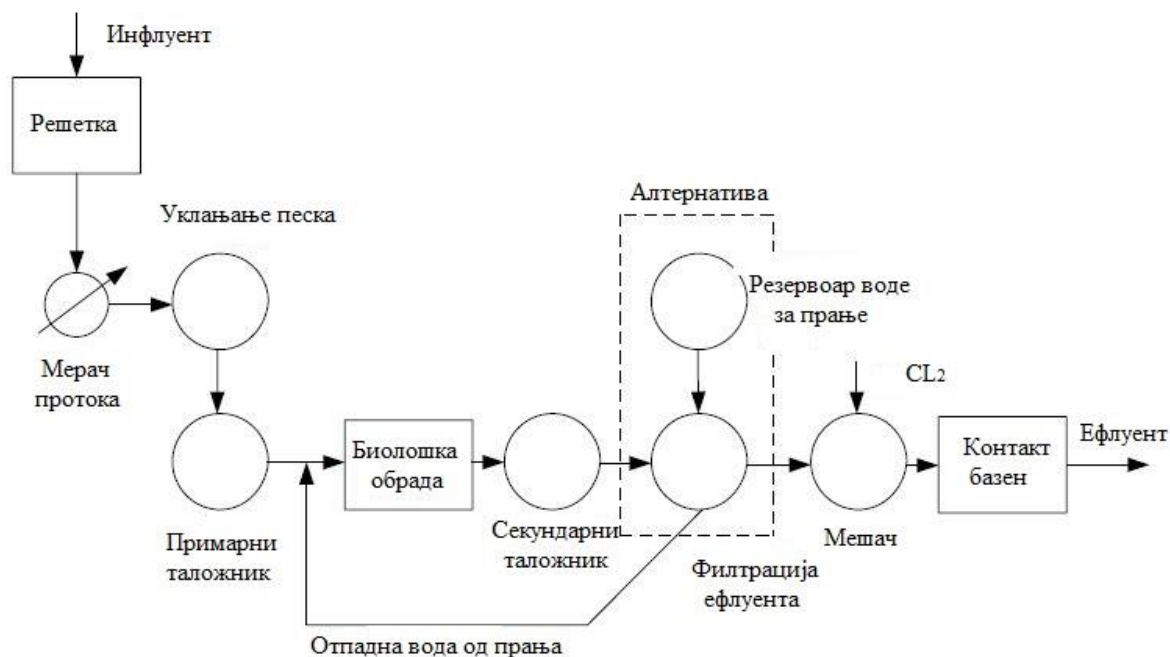
Поступак хемијског таложења заснива се на превођењу растворених материја отпадних вода са погодним реагенсима у нерастворена једињења, која се затим уклањају таложењем или флотацијом (уколико се ради о већим концентрацијама). Поступак је погодан за уклањање растворених материја из отпадне воде, као што је на пример у кланици, крв настала испирањем животиња. Битно је рећи да се огромне количине крви одстрањују још у самом почетном процесу кланичне индустрије, тј. не дозвољава се њихово мешање са отпадном водом. Поред тога једна количина крви настала испирањем ће свакако завршити у отпадној води и њу је потребно хемијски одстранити из воде пре испуштања у канализацију [13].

Важно је напоменути да крв за коју се може рећи да представља један од најпроблематичнијих загађивача воде у кланичној индустрији због својих особина „оптерећује“ воду из разлога што упија кисеоник из ње и на тај начин отежава друге начине пречишћавања као што су биолошки начини пречишћавања. У односу на остале индустрије, у кланичној индустрији управо крв представља највећи проблем као и његово одстрањивање и неопходно је имати технологију за овај тип пречишћавања која ће бити у стању да испуни захтев. У осталим индустријама могу постојати и остали примери загађења који се одстрањују хемијским поступцима, као што су појава тешких метала у води или нарушавање рН вредности саме отпадне воде.

4.2.4. Биолошки поступци

Након уклањања суспендованих честица, и колоидно диспергованих честица које могу да се талоче, преостале неталоживе колоидне честице и растворене органске материје морају се из воде уклонити тзв. секундарним пречишћавањем, а то се најчешће изводи биолошким процесима пречишћавања. Биолошко пречишћавање заснива се на активности комплексне микрофлоре, која у току свог животног циклуса усваја органске и поједине неорганске материје које чине загађење отпадне воде, користећи их за одржавање животних активности и за стварање нових ћелија. Након завршеног пречишћавања обави се, на погодан начин, сепарација микрофлоре и пречишћене отпадне воде у којој заостаје мала количина органске материје која је биолошки неразградива, као и продукти метаболизма које је микрофлора излучила у воду. Биолошким пречишћавањем је могуће из отпадне воде уклонити највећи део органског загађења али је није могуће у потпуности пречистити. На слици 12. је

приказана шема биолошког третмана отпадних вода која се може применити у кланичној индустрији [13].



Слика 12. Типична технолошка шема биолошке обраде отпадних вода [1]

Биолошки процеси пречишћавања су у основи исти као и процеси самопречишћавања у природним водама, разлика је у томе што се биолошки поступци заснивају у већој или мањој контроли раста и развоја микрофлоре и по томе су слични процесима индустријске микробиологије, од којих се пак разликују у неколико битних елемената:

- микрофлора потиче из природне средине, а њен раст и развој се не одвијају у оптималним физиолошким условима,
- концентрација супстрата је обично прениска за оптималан раст и развој микрофлоре,
- процес се води у циљу разградње органских материја, а не у циљу стварања биомасе или продуката метаболизма микрофлоре.

Биолошко пречишћавање се примењује за:

- уклањање органских материја,
- уклањање азота (као биогеног елемента) помоћу поступака нитрификације и денитрификације,
- разградња примарног муља из процеса примарне обраде отпадних вода,
- разградња секундарног муља из процеса биолошке обраде отпадних вода помоћу поступка стабилизације муљева или дигестије.

Биолошки процеси пречишћавања вода могу се одвијати као аеробни и анаеробни, уз помоћ аеробних (у присуству кисеоника) или анаеробних (без присуства кисеоника) микроорганизама [1].

Аеробни процеси се користе за обраду вода са малом и средњом концентрацијом органских материја, а анаеробни за воде са великим органским оптерећењем. Аеробни процеси су далеко више заступљени код обраде отпадних вода.

Аеробни поступци се могу одвијати на два начина:

- са суспендованом микрофлором (са активним муљем),
- са имобилисаном микрофлором на инертном носачу (биолошка филтрација).

Аеробни поступци са суспендованом микрофлором деле се на:

- поступке са активним муљем у биоаерационим базенима,
- поступке у аерисаним лагунама (биолошким лагунама),
- поступке у аеробним (плитким) језерима (биолошким вештачким језерима).

Поступци са суспендованом микрофлором за обраду великих количина слабо и средње оптерећених отпадних вода, односно поступци са активним муљем који се одвијају у биоаерационим базенима су највише у примени. Код аеробног биолошког пречишћавања потребно је обезбедити довољну количину кисеоника (остварити велику површину контакта вода-ваздух). Лагуне и плитки базени имају велику површину, чиме је обезбеђено уношење кисеоника. У базенима са активним муљем уношење кисеоника врши се удувавањем ваздуха или мешањем помоћу механичких аератора, чиме се повећава површина контакта. На слици 13. је приказан пример аерационог базена [1].



Слика 13. Пример биолошког третмана (аерациони базен) [1]

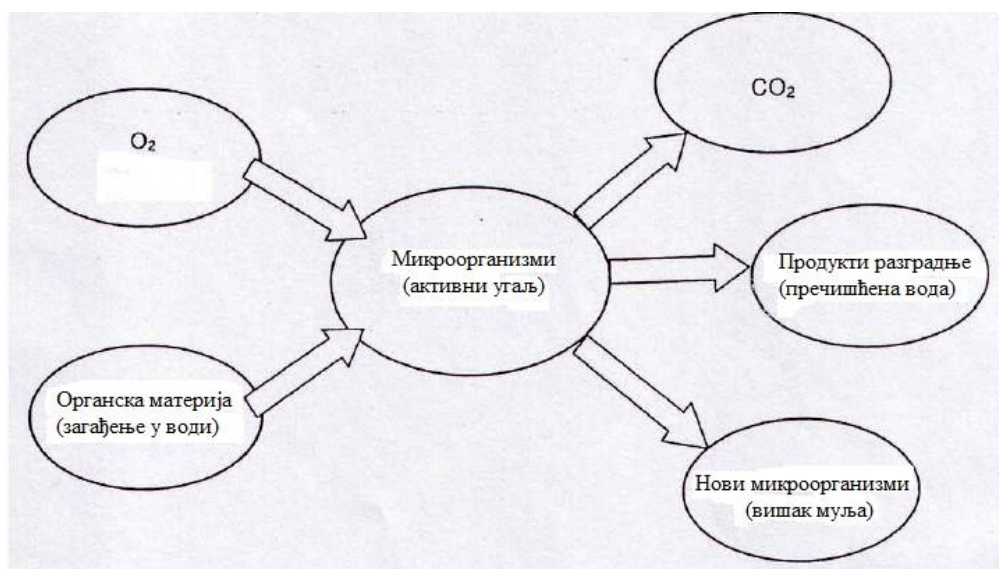
Код биофилтара је велика површина контакта обезбеђена филтарском испуном преко које се отпадна вода слива, а довод кисеоника се остварује промајом или удивавањем ваздуха.

Према конструкцији биофилтри могу бити:

- са испуном од грубог зрнастог материјала (камена, угља, шљаке, пластичних елемената) који се називају капајући или прокапни филтри,
- са површинама у облику дискова који ротирају (биодискови, ротациони биолошки контактори - РБК).

Процес биофилтрације је старији поступак од процеса са активним муљем чијим увођењем у примену су били потиснути. Увођењем пластичних инертних испуна (носача) обнавља се и расте примена биофилтара [1].

Процес са активним муљем спада у аеробне процесе биолошког пречишћавања отпадних вода јер се одвија помоћу аеробне микробиолошке популације. Савремени поступци са активним муљем се могу применити и за уклањање азотних материја из отпадне воде. У систему са активним муљем микроорганизми се налазе у лебдећем стању, тј. не образују слој на зидовима радних површина (као што је случај при примени филтара). У основи микроорганизми оксидирају растворене и суспендоване органске материје у угљендиоксид и воду у присуству кисеоника. Део органских материја се синтетише у нове ћелије или се користи за раст постојећих ћелија, а остатак се састоји од отпада и вишка муља (слика 14.).



Слика 14. Биолошки поступка са применом активног муља [1]

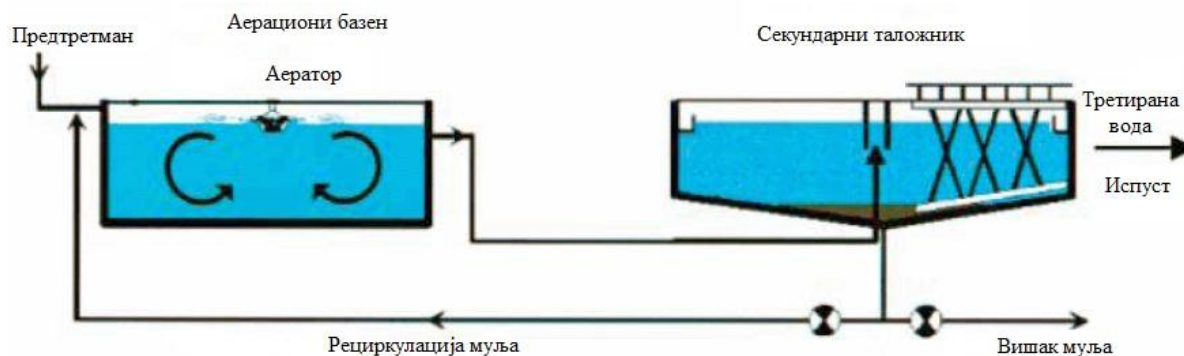
Отпадне воде се аеришу у биоаерационом базену стварајући услове погодне за интензивни процес биоразградње (редукција садржаја органских материја око 95 %). Након аерације, следи таложјење где се одваја биомаса – микробиолошки муљ. Део

муља се води натраг у процес (активни муљ) где служи као активатор биолошког процеса. Остатак муља се одводи у уређај за обраду муља односно одлаже на одговарајући начин. Бистра пречишћена вода (ефлуент) се испушта у пријемник (реципијент), или по потреби води на додатну обраду (дезинфекцију, филтрацију и сл.)

Важни сегменти овог поступка су:

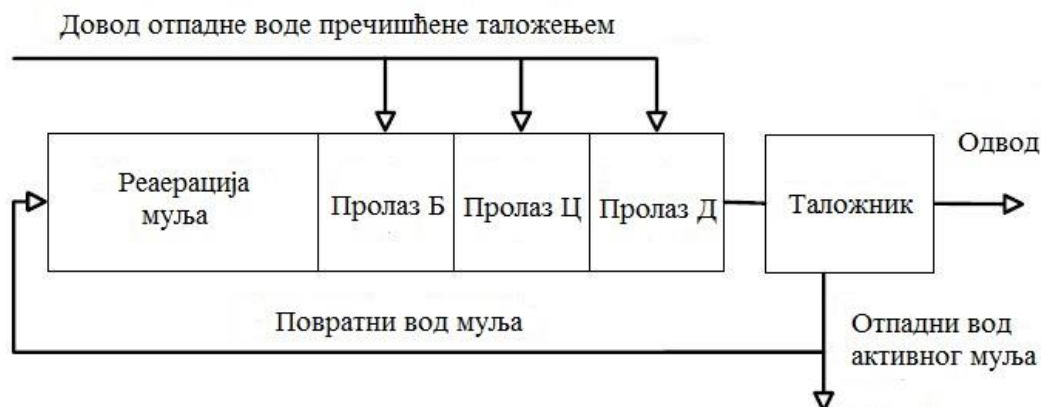
- реактор за аерацију (биоаерациони базен),
- уређаји за аерацију и мешање,
- таложник,
- активни муљ,
- повратни муљ.

Принцип „активног муља“ се заснива на интензивирању природних процеса пречишћавања. Процес „активног муља“ подразумева мешање непречишћене отпадне воде са рециклираним муљем, који је бактериолошки веома активан. Постројење овог типа има следеће кораке: прелиминарни и понекад примарни третман, аерациони базен, секундарни таложник, испуст третиране воде, третман муља (слика 15.) [1].



Слика 15. Поступак са активним муљем [1]

За почетни стадијум процеса потребна је највећа количина кисеоника, јер тада има највише органских компонената у средини, док се у наставку процеса потреба за кисеоником брзо смањује. Ово сазнање омогућило је да се изврши рационализација у потрошњи ваздуха и оствари боље искоришћење ваздуха. Систем са постепеним (по ступњевима) засићењем кисеоником приказан је на слици 16. У овом систему активни муљ се поново враћа у аератор. Повратни активни муљ се засићује кисеоником, а затим му се постепено додаје отпадна вода. На овај начин се додавањем отпадне воде остварује освежавање муља, равномернија расподела кисеоника и смањење запремина резервоара (потребних за одвијање процеса).



Слика 16. Систем аерације у више ступњева [1]

Аерисане лагуна се могу сматрати једним од јефтинијих техничких поступака пречишћавања отпадних вода поступком активног муља. Оне одговарају систему са славим оптерећењем масе муља, са продуженом аерацијом, са или без рецикулације активног муља. Најчешће се користе за пречишћавање комуналних и биолошки високо оптерећених индустријских отпадних вода. Биолошки процеси прераде отпадних вода у аеробним лагунама примењују се у подручјима са погодним климатским условима. Могу се у потпуности остварити аеробни услови. Кисеоник се ствара у процесу фотосинтезе. У дубљим лагунама примењује се механичка аерација. Уношење ваздуха дифузерима постављеним при дну лагуна, погодно је решење у условима где је лагуна више месеци прекривена ледом, те је онемогућено коришћење површинских аератора. Дубина лагуна је од 3 - 4 метара. Хидрауличко задржавање отпадне воде је од 3 - 30 дана, најчешће 5 - 8 дана. Како је трећина до половине преосталог загађења пречишћене отпадне воде, тј. ефлуента лагуна, садржана у суспендованим честицама, то се из ефлуента пре коначног испуштања мора таложењем уклонити муљ. За издвајање муља се праве често секундарни таложници, при чему се муљ рециркулише, нарочито у зимским периодима да би се повећала ефикасност пречишћавања (слика 17.) [1].



Слика 17. Аеробне аерисане лагуна [15]

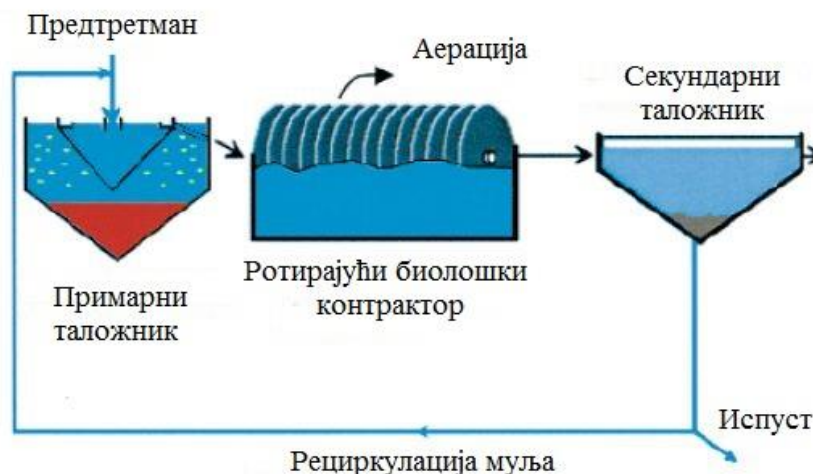
Како би се спречио губитак воде из лагуне инфилтрацијом у подземље, исте треба градити у водоотпорном материјалу или је потребно извршити облагање дна и бокова лагуне непропусним фолијама. Ефекат пречишћавања аерисаних лагуна је око 95% у погледу смањења ВРК₅.

Аеробна језера су велики и плитки земљани базени у којима се пречишћавање отпадне воде одвија уз минималну регулацију, практично као процес природног самопречишћења. Неопходна количина кисеоника за биолошку оксидацију загађења отпадне воде се обезбеђује метаболизмом алги, а бактерије које разграђују загађење продукују материје за раст алги. Додатне количине кисеоника се обезбеђују дифузијом атмосферског кисеоника кроз површину воде. Не рачунајући алге остала микрофлора је у основи иста са микрофлором слабо оптерећених поступака са активним муљем. Време задржавања отпадне воде у аеробним језерима је дуго, обично не мање од 90 дана и лимитирано је количином кисеоника унетог из атмосфере и произведено фотосинтезом алги (слика 18.) [1].



Слика 18. *Аеробна језера [15]*

Када су у питању **ротациони биодискови** микро-организми се развијају и формирају биолошки филм на површини диска (биодиск). Дискови су делимично потопљени тако да се њиховом ротацијом врши аерација биомасе (слика 19.).



Слика 19. Шема ротирајућег биолошког контрактора (биодска) у биолошком третману [15]

Основна карактеристика анаеробног у односу на аеробни поступак пречишћавања је да подноси већа органска оптерећења и да је у стању да пречишћава отпадне воде са много већом концентрацијом загађења. Најраспрострањенији, начин анаеробне прераде отпадних вода је **анаеробна дигестија**, а то је:

- употреба микроорганизама у одсуству кисеоника за стабилизацију органских материја превођењем у метан и неорганске продукте укључујући угљен-диоксид.

Анаеробни биолошки процеси су процеси при којима се уз помоћ микроорганизама (анаеробних метаногених бактерија) и без присуства кисеоника, разграђују растворене органске материје и честице органског порекла, у биогас кога чине метан и угљен-диоксид. При томе настаје мала количина биомасе анаеробног муља. Анаеробним процесима пречишћавања подвргају се отпадне воде из производње млека, шећера, месних прерађевина, прераде квасца, са фарми животиња. То су високе онечићене воде чијим би аеробним пречишћавањем настала велика количина активног муља [1].

Предности примене анаеробног над аеробним процесима пречишћавања су:

- мала количина произведене биомасе анаеробних микророганизама (анаеробног муља) будући се око 90 % биоразградљивих састојака с угљеником преводи у биогас, а свега 10 % у биомасу анаеробних микроорганизама,
- мала потреба за храњивим састојцима (азот и фосфор) с обзиром на мали прираст биомасе анаеробних микроорганизама, стога се као сувишни састојци могу наћи у пречишћеној води или стабилизованом (ферментисаном) муљу,
- процес се проводи у затвореним реакторима (ферменторима), па је ширење неугодног мириса из отпадне воде или муља или разградних продуката спречено,

- процес је анаеробан (без уноса кисеоника), па је потребна енергија за одржавање процеса знатно смањена,
- коначни производ анаеробног процеса обраде отпадне воде је - пречишћена вода са учинком уклањања органских састојака преко 80 %, произведени гас као извор енергије или топлоте и биомаса анаеробних микроорганизама (анаеробни муљ) која се може употребити као ђубриво уколико у њима нису присутне значајније концентрације метала или других токсичних састојака.

Недостаци процеса су:

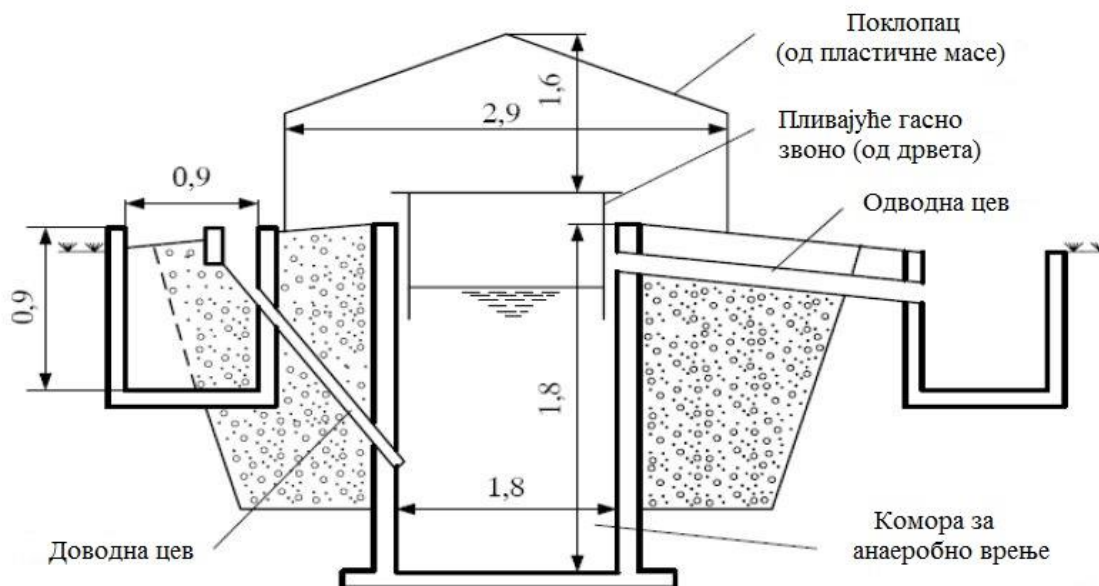
- велика осетљивост процеса и због незнатног колебања вредности одабраних основних чинилаца вођења процеса (рН вредност и температуре),
- утрошак топлоте јер је процес анаеробне разградње отпадне воде или муља, ендотерман, па се отпадна вода или муљ као супстрат у реактору (ферментору) морају грејати ако је процес дисконтинуалан, како би се одржала одабрана температура процеса (мезофилна или термофилна), или их предгрејавати, ако је процес континуалан,
- присутност хранљивих састојака са азотом и фосфором у пречишћеној води, због њиховог малог утршка током раста анаеробне биомасе микроорганизама.

У анаеробној преради органског отпада постоје три основне фазе (ступња), као што је приказано на слици 20.



Слика 20. Фазе анаеробне прераде органског отпада [1]

Задатак дигестора је да обезбеди што боље услове за стабилизацију, као и одвајање воде која је доста загађена. Сами дигестори могу бити различитих конструкција, у Европи су конструкције дигестора који се постављају надземно граде углавном од челичног лима и потпуна је аутоматизација процеса (слика 21.).



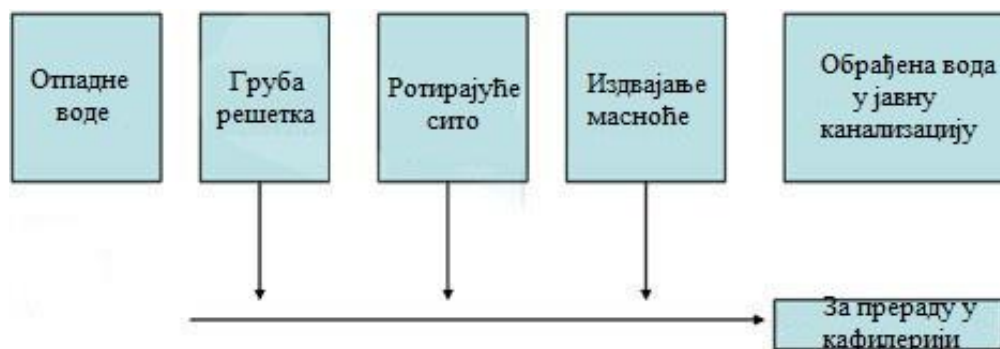
Слика 21. Приказ анаеробног дигестора [15]

4.3. Предтретман отпадних вода при испуштању у канализацију

За испуштање отпадних вода из кланичне индустрије у јавну канализацију потребно је:

- смањити ниво таложивих и суспендованих материја,
- смањити садржај масноћа,
- смањити вредност биолошке потрошње кисеоника,
- смањити садржај нутријената,
- кориговати рН,
- користити биоразградиве детергенте и микробиоциде.

На слици 22. приказана је шема третмана отпадних вода коју је потребно спровести пре него што се отпадна вода испусти даље у канализацију [12].



Слика 22. Шема минимално потребног третмана отпадних вода из клиника пре испуштања у канализацију [12]

4.4. Третман отпадних вода при испуштању у реципијенте

Постоје три фазе за третман отпадних вода из клиничне индустрије када се оне испуштају у реципијенте [12]:

- примарна има исти задатак као предтретман,
- секундарна има задатак да уклони преостала биоразградива једињења и нутријенте, а у том циљу користе се аеробни, анаеробни и флокулативни биолошки процеси,
- терцијарна има задатак да уклони преостале нутријенте, као азот, фосфор, гасове и хлориде.

На слици 23. је приказан потпуни технолошки процес обраде отпадних вода које потичу из клиничне индустрије пре њиховог испуштања у реципијент.



Слика 23. Технолошка шема потпуне обраде отпадних вода клиничне индустрије за испуштање у реципијент [12]

У циљу секундарне обраде користе се аеробни биолошки процеси:

- применом активног муља,
- аеробни биолошки филтери,
- аеробне лагуне,
- аеробни процеси са покретним носачима микроорганизама (биодиск, биоспирала),
- процеси у флуидизованом слоју,
- процеси аквакултуре.

У оквиру секундарног задатка анаеробни поступци су:

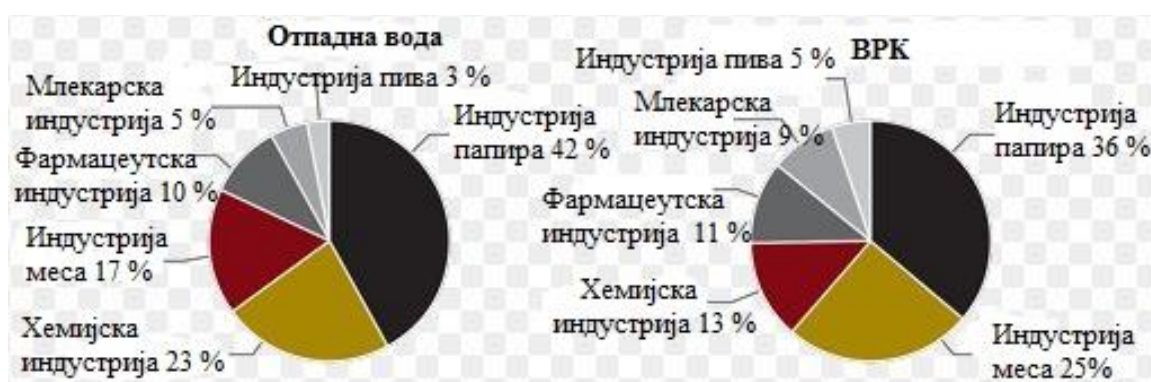
- анаеробни контакт процес (скупни биореактори и пратећа опрема),
- анаеробни биофилтери,
- анаеробне лагуне (значајан простор, али јефтиније).

Штедња воде је пожељна и корисна, а пречишћавање отпадних вода законска обавеза, а свакако треба имати на уму и следеће:

- воде ће бити све мање,
- биће све скупља,
- мора се штедети јер се два пута плаћа, први пут када се доводи у погон и други пут када се као загађена мора пречистити [12].

5.0. ПРИКАЗ РЕШЕЊА У СВЕТУ

Кланични отпад и одлагање отпада је главни изазов животне средине у свим деловима света. Хемијске особине отпадних вода кланица су сличне оној код комуналних отпадних вода. Кланице производе животињске нуспроизводе - *animal by products (ABP)*, попут крви, костију и масти које нису намењене за исхрану људи. У неколико Европских земаља обрада АВР довела је до изградње постројења која намећу високе трошкове за прераду крви. У многим земљама изван ЕУ, менаџмент АВР није регулисан и крв се одлаже директно у животну средину [18]. На слици 24. је приказано је учешће различитих сектора индустрије у отпадним водама за Европу и САД, као и проценат укупног органског загађења ВРК, у отпадним водама за приказане индустрија за Европу и САД.



Слика 24. Састав индустријских отпадних вода за Европу и САД [19]

5.1. Постојење Esoblood за третман отпадних вода из кланичне индустрије

Европска комисија је доделила средства за развој иновативних пројекта за еколошко депоновање крви у кланицама. Пројекат обухвата развој две врсте постројења за пречишћавање: крв сепаратор и коагулатор који се користи у кланицама, где се стерилише, згрушава и раздваја крв у чврстој фази и течној фази. Euro Membrane је систем за третман отпадних вода, филтрирање третираног течног дела који се не може послати директно на биолошко пречишћавање у кланицама због своје високе органске компоненте. На слици 25. је приказан део постројења за пречишћавање у једној италијанској фабрици.



Слика 25. Део постројења за пречишћавање у једној италијанској кланици [18]

Материје, додаци попут коже, косе, костију и копита се чувају ван кланице у огромним посудама док се не одвезу. У већини земаља ова врста отпада мора бити термички третирана, дакле мора да се провери да не представља опасност за здравље људи и животиња. Тек тада се може одлагати у општинским канализацијама или у постројења за спаљивање. Количина крви након омамљивања животиња је огромна. Обично се чува у великим казанима, док се не сакупи, једном дневно или барем једном недељно због непријатних мириса. Одвози се у објекте за прераду крви или постројења за пречишћавање. Третманом се обезбеђује да не постоји опасност по људско или животињско здравље када се одлаже у канализацију, на депонију или шире по земљи, за сточну храну. Отпад крви се користи у храни за кућне љубимце, за људску исхрану, за кобасицу [18].

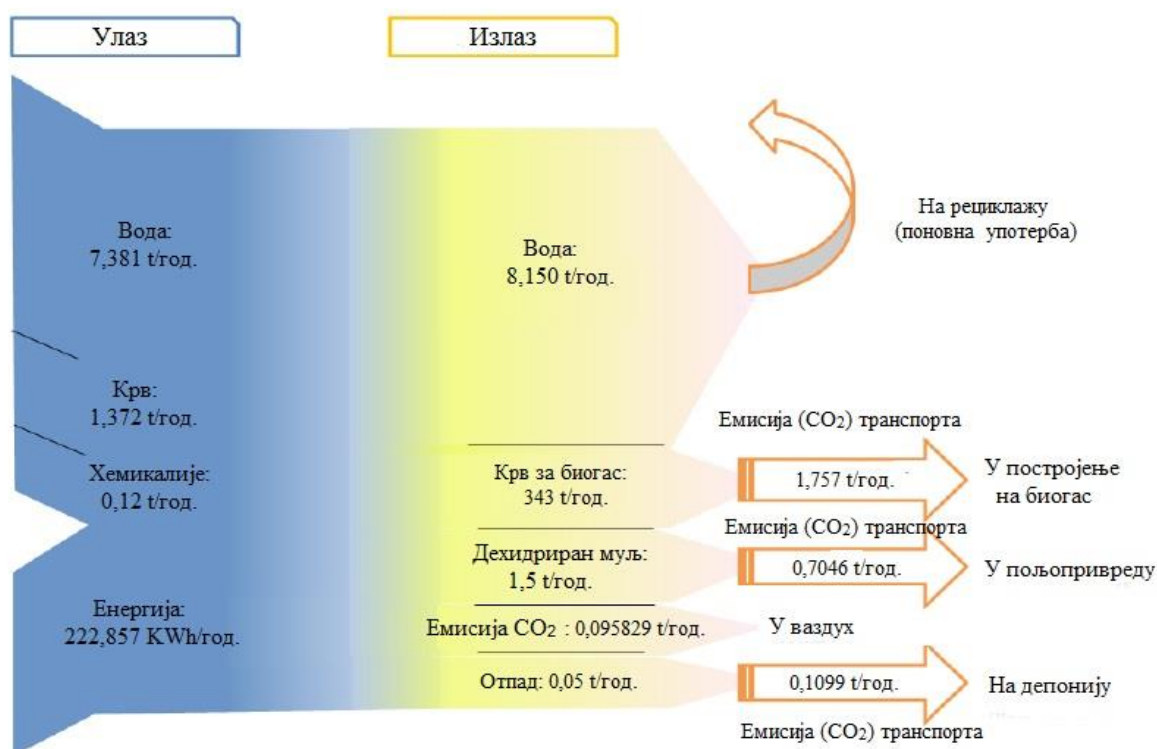
Ecoblood пружа решење за обраду животињске крви у кланицама. Пројекат је спроводен први пут на тржишту уз примену технологије за обраду крви у италијанској кланици средње величине Оливиери (*Olivieri Meatpacking Company*). Решење садржи коагулатор крви и третман са мембранском филтрацијом. Резултати који су добијени након пројеката су:

- обезбеђено је еколошко решење за обраду крви из кланица,
- промовисан материјал за поновну употребу и рециклажу, а уз помоћ одговарајућих технологија је могуће коришћење за производњу питке воде или производњу биогаса,
- доприноси смањењу утицаја друмског саобраћаја у вези са преносом отпада из кланица,
- анализира се потенцијал за продају крви фирмама које се баве производњом биогаса које се налазе близу кланице,
- прате се еколошки и економски утицаји предложеног техничког решења,
- параметри отпадних вода су испуњени и решења су исплатива и еколошки одржива [18].

Пројекат **Ecoblood** је изабран у конкуренцији од 200 предложених пројеката који су били потенцијални корисници финансијских средстава више од 600 пријављених апликација у 2009. години. Укупни буџет пројекта износио је 1 240 672 евра, од чега је Европска комисија покрила 50 % укупних трошкова пројекта, а министарство животне средине у Италији финансирало је 17 %. Систем **Ecoblood** доноси значајне уштеде трошкова сакупљања крви за оператере клиника и као резултат даје кратко време отплате, на пример, у случају пројектног партнера клинике Оливиери, време враћања је 2 године. Поред економских аспеката, пројекат подстиче и пословну сарадњу. **Ecoblood** окупља стручњаке из различитих области:

- опрема за клање,
- пречишћавање отпадних вода,
- инжењера, који заједно могу пратити већи део процесног циклуса.

На слици 26. приказана је потрошња воде на улазу, и стање воде на излазу за око 2 000 грла говеда недељно, приказано на годишњем нивоу. Приказано је колико се пројектима **Ecoblood** и другим сличним пројектима може побољшати квалитет воде на излазу, као и могућност поновне примене и значајне уштеде воде [18].



Слика 26. Приказ процене животног циклуса (LCA - Life Cycle Assessment) [18]

Укључивање овог система такође нуди бројне еколошке предности као што су:

- смањивање угљен диоксида олакшало се обрадом крви захваљујући мањем транспорту и смањену потрошњу енергије,

- побољшана је ефикасност ресурса захваљујући рекулперацији воде и поновном употребом у кланицама, гориву за производњу биогаса и коришћење третираног муља у пољопривреди,
- повећано је управљање отпадом и спречавање илегалног одлагања крви у животну средину.

5.2. Коришћење крви и отпада

Крв је црвена течност, која се састоји од воде, хелија, ензима, протеина и других органских и неорганских супстанци које се могу раздвојити у две фракције, хелијску фракцију и плазму. Крв садржи низ једињења, која имају потенцијалну комерцијалну вредност и драгоцен су извор протеина. Тоне крви се сваке године прикупљају у кланицама, па се она прерађује и продаје, као производ мале вредности, као храна за животиње и ђубриво или одбацује кроз отпадне воде. Процењује се да се користи око 30 % од крви произведеног од клања. Коришћење животињске крви из кланице нуди економске, хранљиве и еколошке предности [20].

Крв из кланица животиња може бити прикупљена на два начина. Прва метода је одвођење крви одакле се животиња одводи до канте или тацне. Приликом коришћења ове методе, крв сакупљена на овај начин је погодна за примену хране. Друга метода је преко затвореног система, где крв из кланице животиње није изложена ваздуху и испушта се директно из тела животиње. Ова метода може бити скупља. Користећи кланичну крв са новим начинима обраде, смањује се количина крви као загађење животне средине.

Постоји неколико метода за коришћење кланичног отпада, укључујући производњу биогаса за производњу вештачких ђубрива и коришћење као сточна храна. Анаеробна дигестија је један од најбољих опција за управљање отпадом из кланица које се користи за производњу енергије из биогаса, смањење емисије гасова стаклене баште и ефективне контроле загађења у кланицама. Анаеробна дигестија може постићи висок степен НРК и уклањање ВРК из кланице ефлуента по значајно нижој цени од сличних аеробних система [20].

Потенцијал биогаса из кланица је виши од животињског ђубрива, а креће у распону од 120 - 160 m³ биогаса по тони отпада. На слици 27. је приказана отпадна вода из кланица која се користи за производњу биогаса.



Слика 27. Отпадна вода за производњу биогаса [20]

5.3. Технологија фирме Huber за третман отпадних вода из индустрије меса

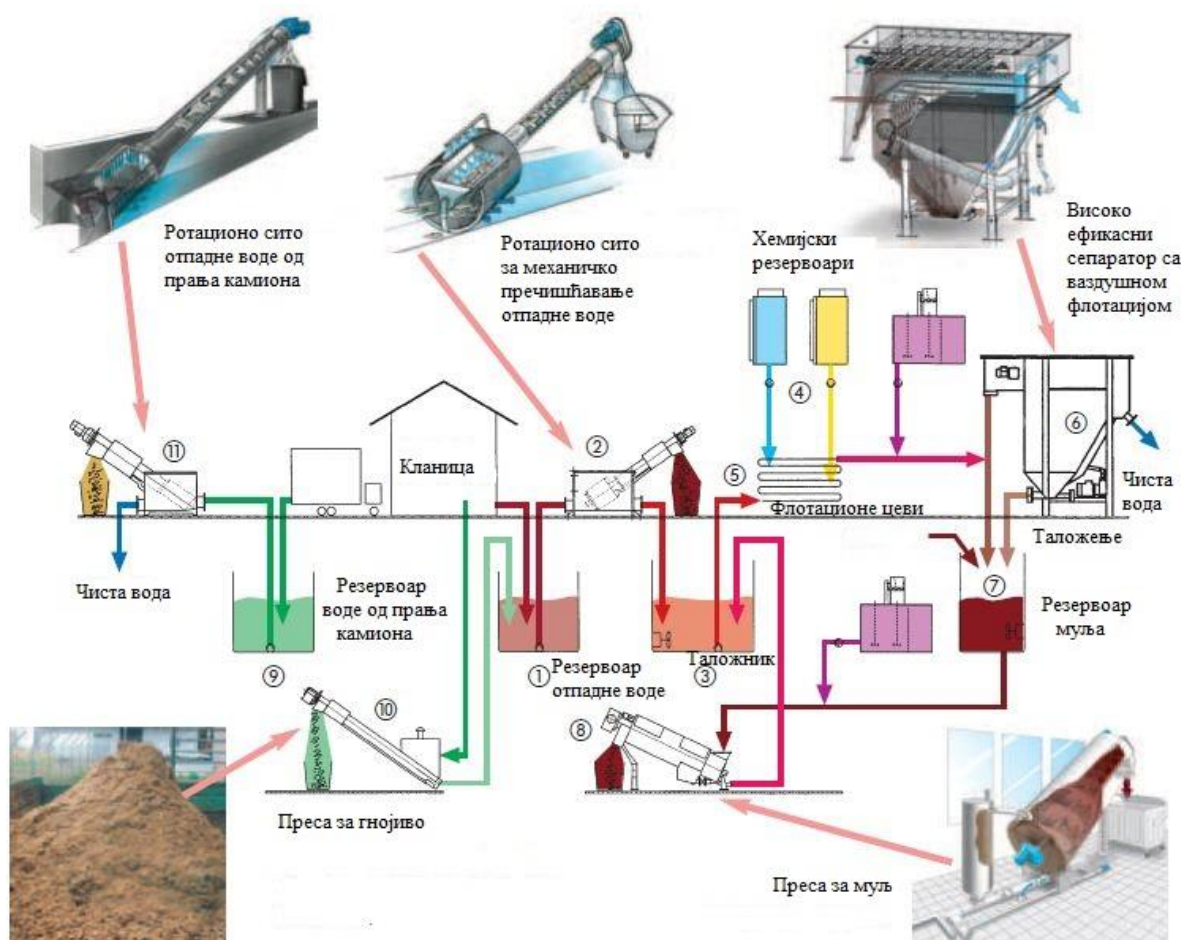
У овој тачки приказано је решење фирме Huber technology, везано за третман отпадних вода и самог отпада, о чему ће у наставку бити више речи.

Отпадне воде из кланице прикупљају се у јами, одакле се после ротационим ситом механички пречишћавају, и све грубе честице се одводе у контејнере. Затим отпадна вода одлази даље у таложник, одакле се испумпавају и уз присуство хемијског третмана или без, одводе у високо ефикасни уређај за флотацију. Одатле се пречишћена отпадна вода одводи у јавну канализацију или реципијент.

Муљ се ваздушном флотацијом одводи даље у резервоар за муљ, а даље се муљ вијак пресама одводи у контејнере [21].

Гнојиво из кланице се одводи преко уређаја који се обезводњава за 30 % до 40 %, и може се даље користити као ђубриво и за компостирање.

Отпадне воде настале прањем камиона који превозе стоку садрже сламу и пиљевину које не само да повећавају НРК, већ могу и запушити канализацију. Због тога се овим уређајем уклањају грубе честице из воде (слика 28.).



Слика 28. Приказ решења Huber technology [21]

6.0. ПРИКАЗ РЕШЕЊА У СРБИЈИ

У овом делу рада биће приказан опис четири кланице из Србије и њихова решења у третману отпадних вода у кланичној индустрији. У табели 5. је приказана производња у индустрији меса у Србији у 2015. години.

Табела 5. Приказ индустријске производње меса у 2015. години у Србији [22]

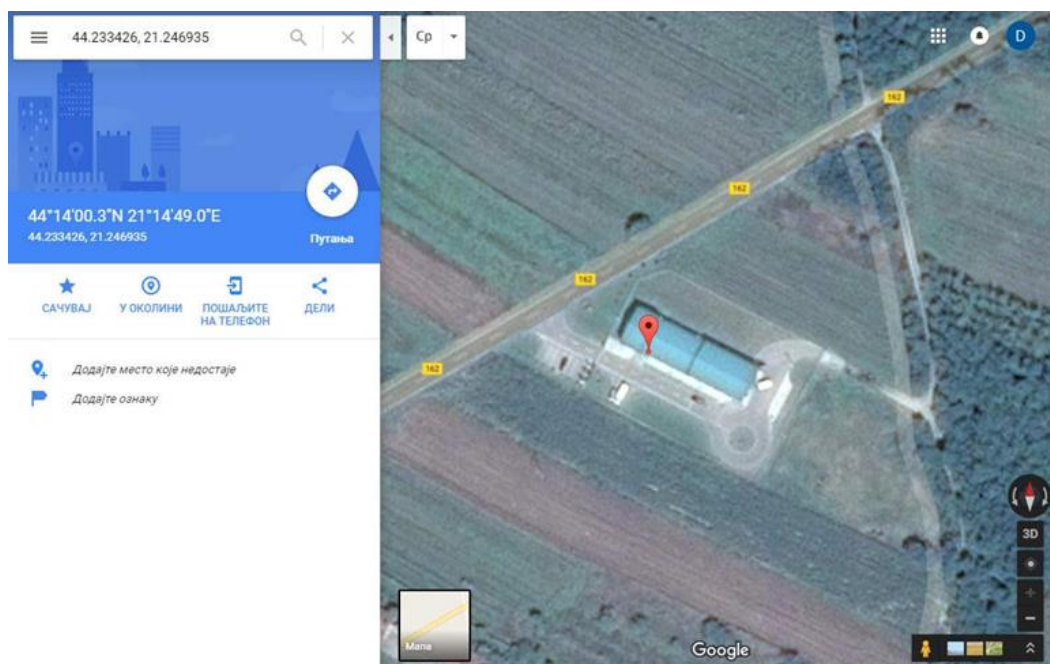
Производ	Јединица мере	Производња	Залихе	Реализација
Прерада и конзервисање меса	Тона	79 849	1 944	59 877
Прерада и конзервисање живинског меса	Тона	39 563	804	32 156

6.1. Кланица „Coco-Riko“

На удаљености од 5 km од Свилајнца у селу Луковица на површини од 60 ари налази се кланица пилића „Coco-Riko“ (слике 29. и 30.). Основана је 11. априла 2005. године.



Слика 29. Слика кланице [23]

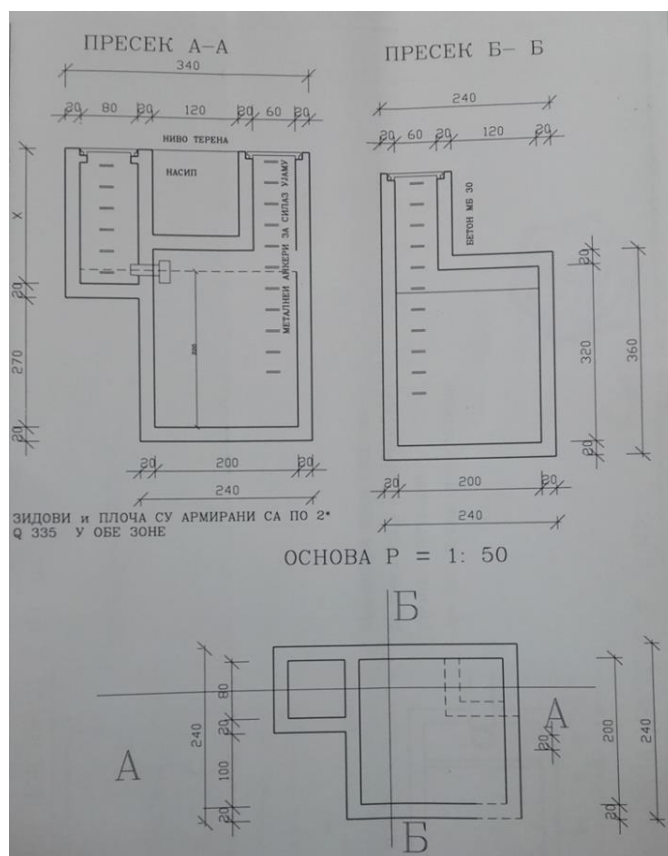


Слика 30. Сателитски приказ локације кланице [23]

Све отпадне воде у кланици су подељене у две категорије: фекалне (санитарне) и индустријске. Њихово сакупљање и развод се врше у две одвојене цевне мреже.

6.1.1. Фекалне отпадне воде

У овој кланици, ове воде се одводе из санитарних просторија (тоалети, канцеларије, вешерај, ресторан...). Фекалне отпадне воде су прикључене на јаму за фекалне отпадне воде. Развод по објекту се врши PVC канализационим цевима и фазонским комадима. Сваки завршетак се вентилира са ваздушном вертикалом. Одвод из објекта се врши PVC канализационим цевима Ø 150. У графичким прилозима дата је шема развода канализационе мреже. На слици 31. је приказана шема јаме фекалних отпадних вода.



Слика 31. Шематски приказ јаме фекалних отпадних вода [23]

Јаме служе да се у њима акумулира ова врста отпадних вода и без икаквог додатног пречишћавања и сепарације, системом прелива се даље шаље у градску канализацију (слика 32.).



Слика 32. Јаме фекалних вода

Кишница такође спада у ову категорију вода и она се системом сливника и канала усмерава ка таложнику који је приказан на слици 33. где се пречишћава и одводи даље путем канала.



Слика 33. Таложник за пречишћавање кишнице

6.1.2. Индустијске отпадне воде

Сам процес настанка ове воде у овој кланици почиње у самом одељку за клање живине. Најпре се крв живине настала клањем скупља у посебне судове и не дозвољава се одлазак у отпадне воде. Након клања, чупања и шурења следи испирање спољашњих делова тела живине при чему настаје запрљана индустријска вода у кланичној индустрији која се усмерава ка систему одвода индустријске воде. Након кланичне обраде и одстрањивања унутрашњих органа и испирања изнутрица, такође добијамо воду која се усмерава у исти систем одвода. Једно клање захтева од 25 – 35 m³ воде. Уређај на коме се врши цео процес клања и обраде приказан је на слици 34.



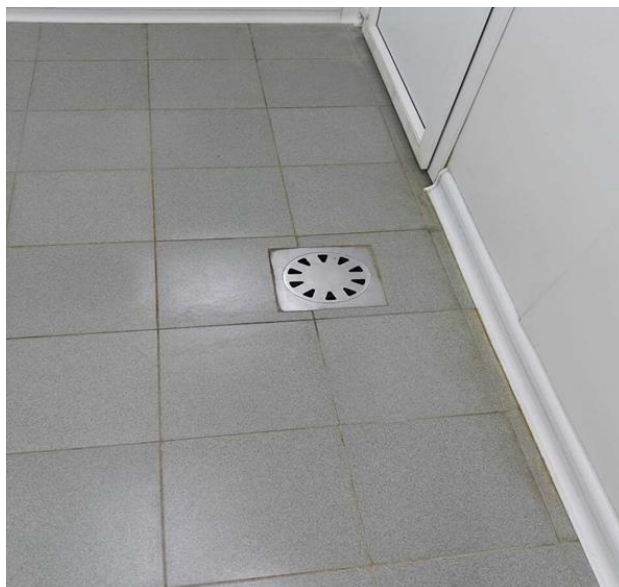
Слика 34. Уређај где се врши клање и обрада живине

На слици 35. приказане су посуде које служе за сакупљање крви, да би се омогућило што мање одвођење крви у канализацију и њено мешање са индустријском отпадном водом.



Слика 35. Посуде за сакупљање крви

Потрошена индустријска вода се прикупља системом сливника као што је приказано на слици 36. и спроводи се системом канализације даље до елемената за третман и складиштење.



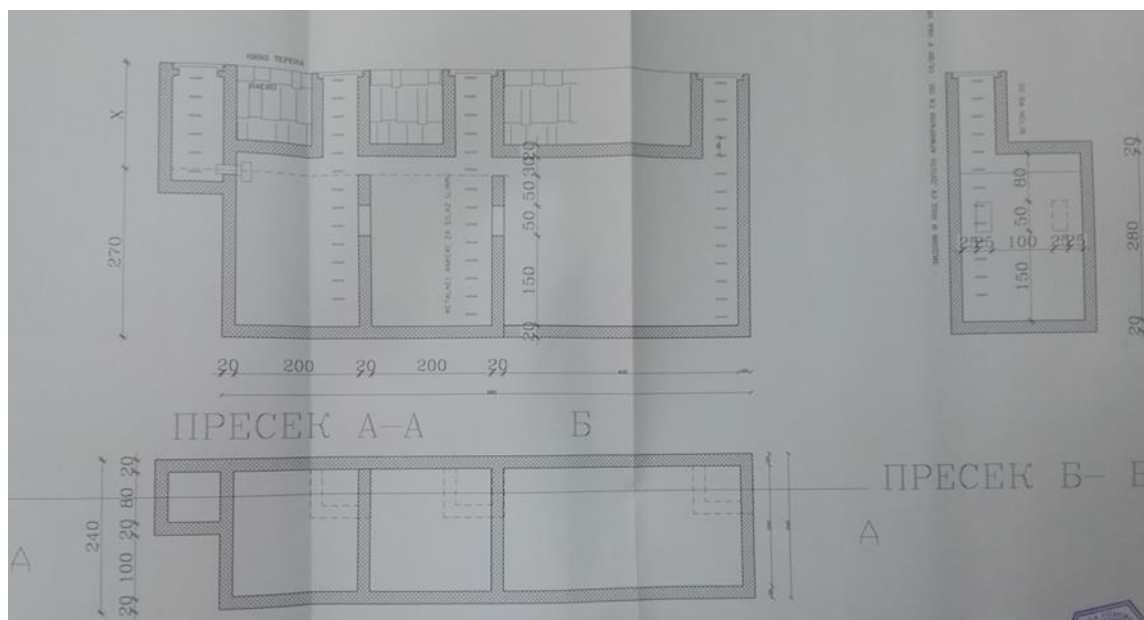
Слика 36. Одводници индустријске отпадне воде

Сва вода скупљена системом за одвод индустријске воде најпре наилази на први степен пречишћавања, а то је механичко пречишћавање (решетке и сита) које спречава даљи пролазак крупнијих честица као што су евентуално делови унутрашњих органа, перје, нокти, земља, песак... Даље се усмерава ка јамама, постоје три које су редно повезане. На слици 37. приказан је површински део испод кога су смештене јамае за индустријску отпадну воду.



Слика 37. Јаме за индустријску воду

На слици 38. је приказан план јама и њихове димензије и облик.



Слика 38. План јама индустријске отпадне воде

Јаме такође служе да се у њима таложе ситније нечистоће, а материје лакше од воде које плутају као и сама вода системом прелива усмерава се даље и доводи се до сепаратора масти (слика 39.).



Слика 39. Јаме за индустријску воду

Масноће и уља која су доспела у воду од процеса клања преко процеса испирања у овом делу се уређајем за одвајање масти издвајају из воде (слика 40.). Чишћење ових уређаја се врши ручно, издвајањем масне коре, из самог сепаратора и издвојена маст завршава на депонији. Након овог процеса вода се усмерава и испушта у градску канализацију без хемијског и биолошког третмана.



Слика 40. Одвајач масти

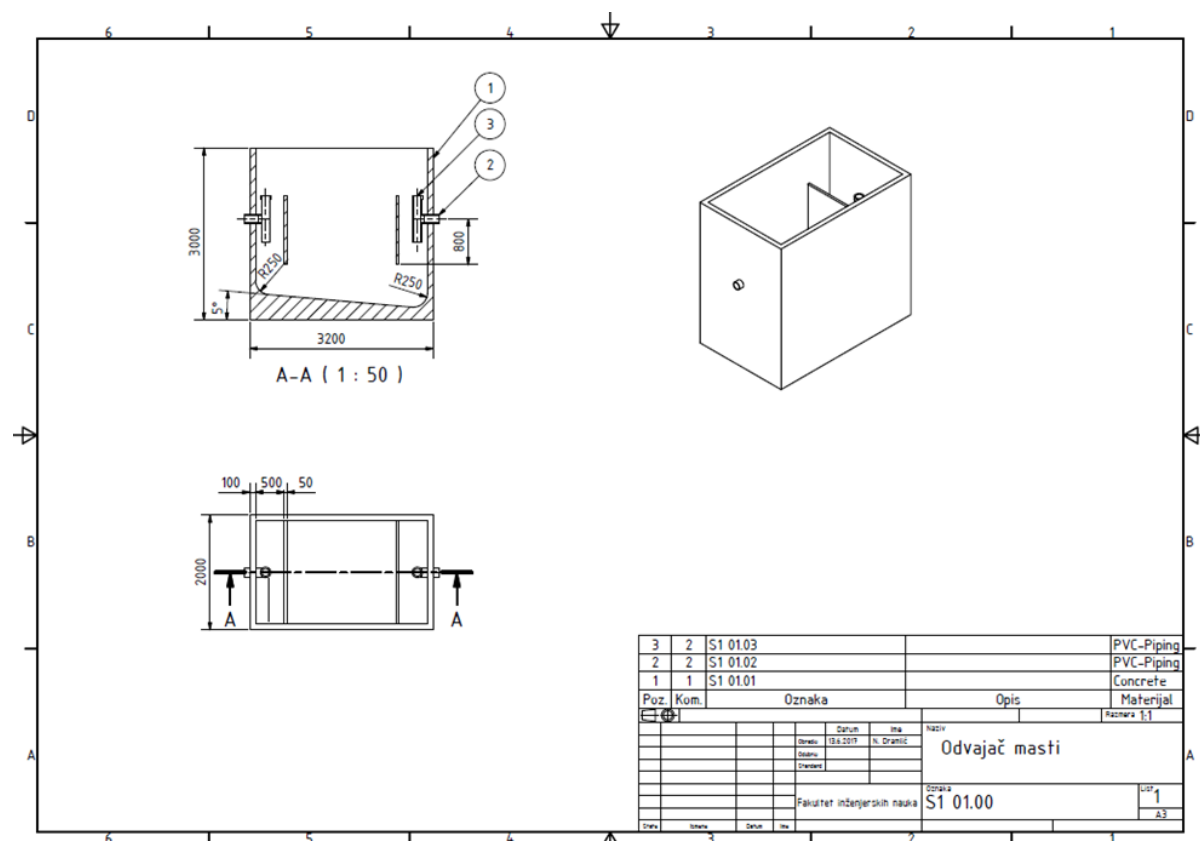
Уређаји који се користе за пречишћавање воде у кланичној индустрији, користе особину масти и уља да се не мешају са водом и да плутају по њеној површини, па су у складу са тим и конструисани. Састоје се од доводне цеви (улаз), прихватног базена (акумулације), вертикалних преграда (имају улогу у задржавању масти и уља, као и у усмеравању и успоравању воденог тока на том делу сепарације) и одводне цеви (излаз). У зависности од конструкционог решења могу бити кружног или правоугаоног облика.

Димензионисање ових уређаја врши се на основу два главна параметра, а то су: концентрација масноће у води (оптерећење воде) и протока у јединици времена. Одвајач масти је израђен са отвором за чишћење (металним поклопцем) Ø 600 mm [23].

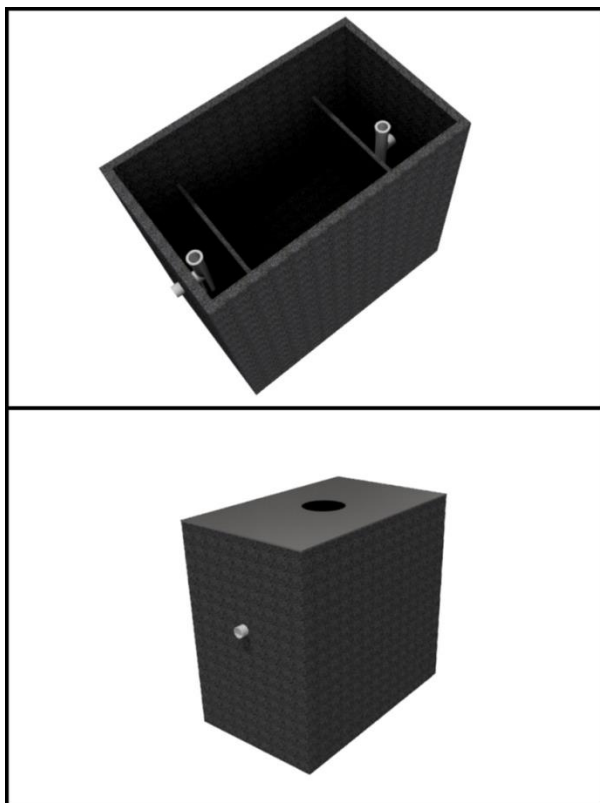
На примеру кланице конструисан је одвајач масти који мора да одговори следећим прорачунским захтевима:

- максималан капацитет је 400 комада /h (12,5 пута по 32 комада),
- количина воде потребна за махималан капацитет је 30 m³.

На основу ових критеријума неопходно је конструисати одвајач масти који може одговорити захтеву задатог протока потрошене индустријске воде коју је неопходно пречистити. Димензије и 3D модел урађеног примера за ову кланицу су дати на сликама 41 и 42.



Слика 41. План одвајача масти



Слика 42. 3Д модел одвајача масти

За потребе ове кланице постројење за хемијски третман воде би коштало 30 000 € и на изласку би се добијала техничка вода која се може користити у техничке (санитарне) сврхе. То за сада није потребно јер закон то не налаже и зато што је анализом воде која одлази у канализацију утврђено да је вода задовољавајућег квалитета.

6.2. Кланица „Будућност“

На 5 километара од центра, града Крагујевца, у насељу Грошница налази се Кланица Будућност. Основана је 29. септембра 1994. године. Укупна површина је 19 ари 91 m². Локација кланице се налази у зони становања где је дозвољено привређивање уз поштовање услова заштите животне средине. На удаљености око 120 m налази се река Грошница са потоцима, а језеро Водојажа се налази на 6 km. На слици 43. приказан је изглед објекта кланице Будућност.



Слика 43. Изглед објекта кланице *Будућност*

Може се закључити да је еколошки прихватљива и одржива, законским прописима и захтевима, локација опремљена и уређена. У оквиру кланице постоји производња, прерада и промет меса и прерађевина од меса.

6.2.1. Линија клања животиња у кланици

Простор за клање и обраду трупова подељен је у три целине:

- простор за омамљивање и подизање на колосек,
- простор за искрварење,
- простор за скидање коже.

Испод висећег колосека (глајз) за клање и обраду (иза простора за искрварење) у поду постоји жљеб са падом и сливницима са решеткама. Технологија рада на линији клања животиња представља редослед синхронизованих и повезаних технолошких операција. Омамљеној животињи се задње ноге вежу ланцем куке за искрварење, помоћу дизалице се подигне на линију (колосек) за искрварење и догура до базена за искрварење. Базен за искрварење је тако изграђен да је онемогућено прскање крви на околне површине. Крв се из базена за искрварење одводи кроз сливник гравитацијом до простора за сакупљање крви где се улива у одговарајуће посуде, бурад, одвози у простор за чување нејестивих делова и предаје на даљу обраду. Искрвареним животињама се са решеткастог постоља, из базена за искрварење, одсецају делови сатаром или пнеуматским клештима (слика 44.).



Слика 44. *Искрварење*

Кожа и остали делови се одвозе колицима до просторија које су намењене за то. Просторија за клање животиња повезана је са сточним депоом, са просторијама за сакупљање и обраду нејестивих делова и са хладњачом. Одржавање сталне хигијене у комплексу и поштовање услова одлагања продукта клања у највећој мери се елиминишу потенцијални непријатни мириси. Потрошња воде у депону и кланици, анализира се кроз употребу за напајање животиња, технолошку и санитарну воду. Потребне количине воде за кланицу пројектују се према нормативима [24]:

- за крупно грло 500 литара,
- за ситно грло 200 литара.

Потребна количина воде за сточни депо је:

- за крупно грло 50 литара/ грло/дан,
- за ситно грло 25 литара/грло /дан.

6.2.2. Отпадне воде

Фекалне (санитарне) отпадне воде се из санитарних просторија објекта одводе интерном канализационом мрежом у водонепропусну септичку јаму, која представља прелазно решење до реализације насељске канализационе мреже као дела укупног система градске канализације у том делу насеља.

Ове воде настају у технолошком поступку на локацији. Просечна месечна потрошња воде у кланици је око 80 - 100 m³ (у зависности од турнуса). По завршетку турнуса клања животиња на крају радног времена просторије објекта за клање животиња се детаљно чисте, а једном недељно се врши генерално прање и чишћење. Објекат за клање животиња припада занатском типу објекта (према Правилнику о условима које морају да испуњавају објекти за клање животиња) и у свом комплексу

има решен одвод технолошких отпадних вода. Отпадне воде пролазе кроз постојећи систем за предтретман - примарну обраду (одмашћивање и грубо таложење). У производним просторијама објекта где се изводе технолошки поступци (на линији клања животиња) обезбеђени су одводи отпадних вода како би се избегло разливање отпадних вода по подној површини. Отпадне воде се одводе преко постојећих сливника са решеткама који су изграђени и снабдевени ефикасним системом за спречавање повратка непријатних мириса и систем шахтова за примарно одмашћивање. У кланици постоји седам преливних јама за одвођење отпадних вода (слика 45.) [24].



Слика 45. *Прва преливна јама*

На слици 46. су приказане наредне три преливне јаме за одвођење отпадних вода насталих у кланици.



Слика 46. *Преливне јаме за одвођење отпадних вода*

На слици 47. су приказане последње три преливне јаме за одвођење отпадних вода у кланиници.



Слика 47. Сепаратори за одвођење отпадних вода

У комплексу је успостављена контрола квалитета отпадних вода, узорковањем отпадне воде на излазу из објекта, поверавањем Институту за заштиту здравља, Крагујевац. Атмосферске воде са платоа и кровова објекта се одводе кроз изведено одводњавање преко сливника и оне се могу уливати у канализацију без пречишћавања.

6.2.3. Остали отпад у кланици

Отпад који се јавља у комплексу, као последица успостављене технологије рада су разнородни. То су велике количине нејестивих продуката клања:

- рогови,
- доњи делови ногу,
- кожа,
- папци.

Све отпадне материје клања које имају употребну вредност се организовано и контролисано уступају специјализованим организацијама, а из објекта се одвозе кроз нечисти део комплекса наменским возилима. Крв из процеса се мора сакупљати у бурад са поклопцем којима се испоручује са комплекса. Привремено одлагање, до испоручивања, одвија се у просторији за прикупљање нејестивих делова клања, а то су контејнери за отпад са поклопцем. Подови просторија су решени са нагибом према сливнику са решетком за задржавање отпадних материја (длака, изнутрица, разних облика масноћа и сала, згрушане крви, делова ткива) који се прикупљају. Отпаци из кланице су крв, масти, садржај, бубрег, излучевине, длаке, чекиње, делови меса. Ови отпади садрже суспендоване и растворене материје са ВРК који варира од 230/2 000 mg/l. Од свих ових отпадака крв је најважнија и она садржи око 20 % укупне количине чврстих материја. Из тих разлога, крв се мора хватати и сакупљати у бурад са поклопцем. За уклањање длака, чекиња, комада ткива, служе решетке које имају мали

ефекат на смањење ВРК али уклањају 20 - 25 % чврсте суспендоване материје. По реализацији градског канализационог система обавеза је да се реши третман отпадних вода из комплекса, према условима за испуњавање квалитета вода које се могу упуштати у канализациони систем града Крагујевца, а према одредбама Правилника о квалитету вода које се могу упуштати у канализацију, ЈКП “Водовод и канализација” Крагујевац. Инфраструктурна опремљеност комплекса је димензионисана и услови су прописани ГП-ом Крагујевац којих се треба придржавати. Комплекс је прикључен на градски водоводни систем са обезбеђеним капацитетом воде за све потребе. Површина карантинског дела мора обезбедити простор за око 1 % укупног броја животиња која се дневно коље [24].

6.2.4. Обезбеђење воде за пиће и третман отпадних вода у кланици

У овом делу рада су описани пројектни задаци које мора да испуни водовод, да би се обезбедила неопходна количина воде за пиће као и испуштање отпадних вода у канализацију и третман отпадне воде које треба примењивати у кланичној индустрији, а који су примењени у кланици Будућност.

6.2.4.1. Вода за пиће

У кланици је потребно обезбедити довољне количине пијаће воде за технолошки процес, прање и хигијенско одржавање погона, довољне количине воде за санитарне потребе и функционисање расхладног постројења. Количине потребних вода се обезбеђују из градског водовода или бунара. У циљу снабдевања објекта водом из затворених бунара у спољној разводној мрежи преко хидрофора, водоторња, мора се обезбедити:

- довољан притисак на најудаљенијем месту потрошње,
- хлоринатор снабдевен алармним системом који обезбеђује одговарајућу концентрацију резидуалног хлора у води,
- контактено време хлора и воде од најмање 20 минута пре коришћења воде.

До потрошачких места у објекту, потребно је воду довести благим нагибом цевоводима ван зидова. Хоризонталне водоводе је потребно извести под благим нагибом, а на најнижим местима потребно је поставити испустне славине. Под појмом вруће воде подразумева се вода температуре најмање 83°C на местима потрошње, а под појмом топле воде подразумева се вода температуре 40°C. На месту потрошње вруће воде (санитација) потребно је поставити кружне термометре. На местима потрошње воде са навојем треба поставити вентиле против повратне сифонаже [25].

6.2.4.2. Канализација

Канализациона мрежа треба да је тако изграђена да обезбеди стално и потпуно одвођење течности и суспендоване нечистоће. Отпадне воде из објекта одводе се у

природни реципијент. Отпадне воде пре уливања у природни реципијент морају проћи кроз одговарајући систем за пречишћавање или само грубо таложење, с тим да се мора уливати у главни одвод градског система пре пречишћавања отпадних вода. Као део система третмана пречишћавања у фази предтретмана мора да постоји решетка (сито) са отворима промера до 6 mm, ради задржавања и сакупљања отпадака или други одговарајући систем са истим ефектом. Сливнике поставити у свим коморама за хлађење и гардеробама. Нормални нагиб пода према сливницима је 1,5 %. Сваки сливник мора бити снабдевен ефикасним системом, са звоном, решеткама и корпом за сакупљање комадића меса. На местима велике потрошње воде за прање и на прљавим местима треба обезбедити посебно добро одвођење отпадних вода и спречити разливање по околним просторима. Цеви у поду морају имати унутрашњи пречник најмање 10 cm. Сабирна цев мора бити таквог пречника да може одвести воду свих протока са предвиђеном резервом од 5 % ради сигурности. Цеви у погону треба да су од поцинкованог метала или пластичне. Цеви такође треба да имају отворе за чишћење (ревизионе отворе) који су добро заптивени и приступачни и да су постављени по групама потрошача изван објекта. Све потрошаче воде у објекту са прекидом преко сифона треба везати директно на канализациону мрежу. Испод испаривача у хладним просторијама треба обезбедити одвод воде који је директно везан на канализацију преко сифона [25].

6.2.5. Сепаратор масти у кланици

Овај уређај се састоји од армирано - бетонских елемената, унутрашње површине су премазане водонепропусним материјалима, конструктивни елементи су изграђени од нерђајућег челика или од пластичних маса. Таложење и сепарација уља врши се без додавања хемикалија, испливавањем лаких течности и таложењем услед гравитационе силе. Заштиту против преливања минералним уљима, односно заштиту против опасности од изливања при евентуалном успору, обезбеђује пливајући ваздушни пловак. Примену уређаја са преливом кишнице препоручује се код великих паркинг површина, где је могућ велики протицај воде, када је потребно већу количину кишнице пропустити кроз сепаратор (слика 48.).

Редовно одржавање се врши у одређеним месечним интервалима или у случају евентуалних ванредних догађаја. Треба га проверавати сваких три до четири месеца, а најмање једном годишње и да се после пражњења чисти. Дебљину муља у таложницима треба пратити, јер одстрањен муљ спада у опасан отпад. При одлагању ових материја треба поступити према елементима “Правилника о начину поступања са отпаcima која имају својства опасних материја” (Службени гласник РС бр.12/95). О раду уређаја треба водити дневник рада и у случају нерешивих проблема обратити се стручњаку [26].



Слика 48. Сепаратор масти у кланици

Пражњење уређаја и опасног отпада може да врши лиценцирано стручно предузеће. Забрањено је одстрањени отпад из уређаја одлагати у природној околини, упуштати у водопријемнике, у канализације или депоновати у поља за сушење.

6.2.6. Стручно мишљење о квалитету воде у кланици

Институт за јавно здравље Крагујевац је испитао отпадне воде у Кланици Будућност и један такав пример из 2012. године је приказан (слика 49.).

Један одређени број параметара (орто-фосфати) није могао да буде одређен, зато што је вода била веома крвава. Отпадна вода није показивала значајне знаке оптерећења осим у погледу боје и мутноће, садржаја органских материја (изражено као утрошак К- перманганата), седиментних материја (2,0 mg/l) и масти и уља (600 mg/l), док је садржај кисеоника јако низак ($< 0,50$ mg/l). У погледу микробиолошких карактеристика добијени резултати указују на фекално загађење високог степена, које је карактеристично за санитарне отпадне воде. Утицај отпадних вода на коначни реципијент није дат зато што испитивања нису рађена, али вода оваквог квалитета мора да има негативан утицај на воде реципијента, па је неопходно да се примени одговарајући техничко - технолошки поступак за пречишћавање отпадних вода овог предузећа. Наведено мишљење је дато у односу на Одлуку о санитарно - техничким условима за испуштање отпадних вода у јавну градску канализацију (Службени лист града Крагујевца 9/93), Закон о водама (Сл. Гласник СРС 33/10, 93/12), Правилник о опасним материјама у водама (Сл. Гласник СР Србије 31/82), Правилник о начину и минималном броју испитивања квалитета отпадних вода (Сл. Гласник СР Србије 47/83 и 13/84) и друге законске одредбе из ове области. Вода се испитивала са температуром ваздуха 17,2 °C и температуром воде 19,1 °C и реципијент је градска канализација [27].

Резултат физичко-хемијског испитивања отпадне воде				Број ОВ 227	
Параметар	Мер. јед.	МДК	Испитана вредност	Метода испитивања	
Водоник сулфид (H ₂ S)	mg/l	без	н.д.	EL. 025 метода P-V-51/A	
Остатак испарења нефилтроване воде	mg/l	-	562	EL. 025 метода P-IV-7*	
Остатак испарења филтроване воде	mg/l	-	524	EL. 025 метода P-IV-7*	
Суспендоване материје	mg/l	500	38	EL. 025_ P-IV-9	
Седиментне материје	ml/l	1,0	2,0	EL. 025_ P-IV-8	
Масти и уља (етарски екстракт)	mg/l	40,0	600		
Феноли	mg/l	0,40	0,0100	EL. 025 метода P-V-14/A*	
Детерџенти	mg/l	10,0	0,046	EL. 025 метода P-V-13/B*	
Хром (Cr)	mg/l	0,60	-	SRPS EN ISO 11885:2008*	
Олово (Pb)	mg/l	0,5	-		
Кадмијум (Cd)	mg/l	0,1	-		
Бакар (Cu)	mg/l	1,0	-		
Цинк (Zn)	mg/l	3,0	-		
Никал (Ni)	mg/l	3,0	-		
Жива (Hg)	mg/l	0,01	-		
Арсен (As)	mg/l	0,10	-		
Алуминијум (Al)	mg/l	20,0	-	EL. 025 метода P-V-1/B*	

Слика 49. Резултат физичко - хемијског испитивања отпадне воде [27]

На основу добијених вредности испитиваних параметра, узорак отпадне воде, у физичко - хемијском погледу према Одлуци о санитарно - техничким условима за испуштање отпадних вода у јавну градску канализацију, Сл. Лист града Крагујевца Бр. 9, од 21. јуна 1993. године, НЕ ОДГОВАРА због повећане концентрације седиментних материја, масти и уља [27].

6.3. Индустрија меса „Carnex“

Индустрија меса Carnex се налази у општини Врбас, и представља једну од водећих компанија у Србији у области индустрије меса. Компанија је у мају 2012. пустила у рад једно од најмодернијих постројења за третман отпадних вода, чија је инвестиција износила преко 2 милиона евра.

Капацитет самог постројења за пречишћавање отпадних вода индустрије меса базира се на укупном меродавном оптерећењу отпадних вода од 40 000 ЕС (еквивалентни становник (ЕС) јесте потрошња воде од 150 литара на дан) и на средњем дневном протоку од 2 300 m³. Квалитет отпадне воде на излазу из постројења дефинишу и најзначајнији специфични параметри отпадних вода кланичне индустрије:

- BPK₅ 1 200 mgO₂/l,

- НРК 2 200 mgO₂/l,
- суспендоване материје 225 mg/l,
- укупан азот 175 mg/l,
- укупан фосфор 30 mg/l,
- хлориди 300 - 500 mg/l,
- уље и масти 600 mg/l,
- рН 6 - 8,
- температура 15 - 25 °C [28].

6.3.1. Механичко пречишћавање

Сам процес започиње испуштањем отпадних вода преко интерне канализације и грубе решетке у пумпну станицу, у којој је снага пумпи базирана на максималном часовном протоку од 200 m³/h. Из пумпне станице се отпадне воде транспортују на ротационо сито чији је задатак уклањање грубе нечистоће из отпадне воде у циљу заштите процесне опреме даљег третмана. Ротационо сито има систем за аутоматско чишћење. Током механичког пречишћавања грубе нечистоће и честице чији је пречник већи од отвора на ротирајућем бубњу задржаће се унутар бубња, а затим помоћу пужног транспортера се транспортују у прихватни суд. Ротационо сито је такође димензионисано на максимални часовни проток [28].

6.3.2. Хемијско пречишћавање

Отпадне воде се затим даље транспортују у флотациону јединицу на даљи третман. Као флотациона јединица се користи DAF јединица (Dissolved Air Flotation) односно флотација са раствореним ваздухом. За време рада се у флотатор уводи смеша ваздуха и воде под притиском (у цевоводу под притиском ваздух се раствара у води), при чему долази до експанзије раствореног ваздуха у облику микромехурова пречника 20 - 40 μm. Генерисани мехурићи се спајају са честицама из отпадне воде и искоришћавањем силе потиска заједно испливавају на површину воде генеришући на тај начин пливајући муљ.

Пливајући муљ се константно одстрањује и одводи на линију за третман муља, док ће муљ са дна флотатора кружити. Перформансе DAF јединице, као што се може претпоставити, зависе од загађености отпадних вода, од растворљивости ваздуха у води (на растворљивост значајан утицај има температура воде) и од притиска под којим се ваздух удувава у воду. Под идеалним условима, а без коришћења хемикалија за коагулацију и флокулацију редуковање органског оптерећења отпадне воде је за 27 %, а количине суспендованих материја за 85 %, концентрације укупног азота за 7 % и концентрације укупног фосфора за 3%. Поред значајног смањења концентрације суспендованих материја DAF јединица је изузетно погодна и за редуковање количине масти и уља у води (85%).

Отпадне воде се након пречишћавања у DAF јединици транспортују на даљи биолошки третман у реактор. С обзиром да су критеријуми за концентрацију фосфора

у води која се испушта у природни реципијент веома строги, а количина фосфора у отпадној води висока неопходно је пре биолошког уклањања фосфора у реактору извршити његово хемијско таложење. Као преципитант одабран је раствор FeCl_3 , који се у пракси показао веома ефикасним за редуковање количине фосфора у отпадној води, а и економски је исплатив. На овај начин се може постићи гарантована концентрација фосфора у води од 2 mg/l [28].

6.3.3. Биолошко пречишћавање

За биолошки третман отпадне воде изабран је секвенцијални шаржни реактор (Sequencing Batch Reactor - SBR) који је базиран на процесу са активним муљем и аеробном стабилизацијом муља. Пречишћавање отпадне воде се обавља у два SBR реактора. У једном реактору се одвија фаза пуњења, а у другом фаза реакције, таложења и пражњења, тј. у сваком тренутку постројење ради континуално и може да прими максимални доток отпадне воде. Трајање укупног циклуса у SBR систему може да буде од 2 до 24 h, а прилагођава се протоку отпадне воде.

У SBR систему постоје четири основне фазе пречишћавања отпадних вода:

- **фаза пуњења** – у условима без аерације отпадна вода се уводи у слој муља, при чему ниво воде варира од 25 до 100% капацитета базена. Процес пуњења је контролисан временом пуњења и нивоом воде у базену.
- **фаза реакције** – ова фаза укључује мешање и аерацију у базену помоћу површинских аератора, а у циљу завршавања започете реакције у фази пуњења. Током фазе аерације се органске материје оксидишу, азот подлеже процесима нитрификације, а фосфор се уклања из воде преко муља. За време када нема довода кисеоника у воду, одиграваће се у анаеробној зони процес денитрификације. Сврха денитрификације је уклањање азотних једињења у облику азотног гаса и ослобађање кисеоника из нитрата.
- **фаза таложења** – период таложења наступа када се процеси мешања и аерације у реактору зауставе, када је садржај реактора потпуно миран. Сврха таложења је да се изврши сепарација формираног активног муља и да се издвоји пречишћена вода. Захваљујући великој дубини базена процес таложења је веома ефикасан.
- **фаза пражњења** – након формирања одређене дубине супернатанта после процеса таложења наступа фаза пражњења. Пречишћена вода се испушта из реактора помоћу декантера у резервоар за ефлуент, док је испуштање муља из базена спречено захваљујући самој конструкцији декантера.

SBR систем је снабдевен пумпама за рецикулацију муља и потопљеним муљним пумпама које вишак муља пребацују на процес угушћивања на центрифугу пре процеса дехидратације. Пречишћена вода из SBR система се испушта у јавну канализацију.

Рад постројења за третман отпадних вода се прати преко система, који визуелно приказују процесе третмана отпадних вода, док се најзначајнији параметри воде мере континуално, уживо у интерној лабораторији [28].

За одлагање муља на начин који је погодан и са најмање негативних последица на животну средину, важно је да се муљ стабилизује. Стабилизација муља се обавља помоћу процеса аеробне дигестије. Муљ настао у DAF јединици одводи се у резервоар за хидролизу, а након тога се транспортује у аеробни дигестор. У резервоару за хидролизу у процесу третмана врши се стварање глицерола и масних киселина из естара у муљу, док се оне у аеробном дигестору оксидишу помоћу микроорганизама и кисеоника у крајње производе. Главни производ је сличан хумусу, без мириса и биолошки стабилан. Аеробна дигестија је мање осетљива на токсичне материје од анаеробне дигестије, али зависи много од температуре ваздуха, с обзиром да је дигестор отворен.

Вишак муља из SBR система се транспортује у ротирајући бубањ за угушћивање муља, у који се додаје претходно и раствор полиелектролита. Чврсте материје остају на филтер платну, док течни део пролази кроз перфорирани челични бубањ око којег је поклопац због спречавања ширења непријатних пратећих мириса. Након горе описаних процеса се у резервоару за муљ, меша муљ након дигестије (са количином суспендоване материје од 4 %) и угушћени вишак муља из SBR система (са количином суспендоване материје од 5 %). У циљу кондиционирања муља и редуктовања садржаја влаге у муљу користи се декантер центрифуга. Непосредно пре уласка муља у декантер, дозира се раствор полиелектролита да би се повећала концентрација честица у муљној погачи и да би се побољшале њене карактеристике. Проценат суспендованих материја у угушћеном муљу износи 25 %. Тако настале муљне погаче се тракастим транспортером доводе до контејнера, а затим депонују на градској депонији.

Процеси постројења за пречишћавање отпадних вода индустрије меса Carnex представљају најбоље доступне технике (Best Available Techniques - BAT). Потпуна аутоматизација рада постројења, захтев за повременим обиласком само једног запосленог, могућност делимичног и потпуног третмана отпадних вода у будућности, флексибилност SBR система, минимална потрошња хемикалија током процеса пречишћавања, самим тим потенцијал коришћења стабилизованог муља као ђубрива у пољопривреди представљају само неке од предности овог постројења [28].

6.4. Индустрија меса „Yuhor“

Индустрија меса Yuhor се налази у Јагодини, и представља једну од водећих компанија у Србији у области индустрије меса.

6.4.1. Механичко пречишћавање

Све технолошке отпадне воде (после сабирне шахте која је опремљена решеткама за ручно чишћење) доводе се у пумпну станицу која је опремљена са две пумпе које врше препумпавање ове воде на ротационо сито, а затим у егализациони базен.

Ротационо сито има задатак да процеди ову воду с тим да задржи све елементе веће од 5 mm. Ови елементи бивају одмах уклоњени са 4 обртна витла (2 са гуменим уметком, а 2 са четкастим уметком). Овом ситом и претходним решеткама са ручним чишћењем редукују се органске материје у отпадној води од 8 - 10 %.

Овако процеђена вода складишти се у егализациони базен запремине 500 m³ којим се постиже следеће:

- омогућује се даљем делу постројења да ради са уједначеним протоком у току периода од 24 h,
- омогућује се уједначен квалитет отпадне воде у току 24 h,
- врши се предаерација отпадне воде и тако се спречавају евентуални анаеробни процеси [29].

6.4.2. Хемијско пречишћавање

Егализациони базен је опремљен са системом за предаерацију помоћу система незачепљујућих дизни. Мешање целе смеше помоћу ваздуха аутоматизовано је тако што се укључивање дувалки ваздуха и упуштање врши само у тренутку рада пумпи за отпремање воде из егализационог базена. Овако уједначена вода се отпрема на систем флотације са сатурацијом односно у брзу мешалицу. Наиме вода из егализационог базена, уз претходни додатак коагуланта (ферихлорид у количини од 100 – 300 mg/l) интензивно се меша у току 5 – 10 минута у брзој мешалици. При одводу овако измешане воде из брзе мешалице у уређај за флотирање додаје се раствор флокуланта (полиалуминијум хлорид) у количини од 1 – 2 mg/l. Припрема и дозирање флокуланата врши се у дозирној станици. Наиме, ферихлорид се раствара без помоћне енергије, а флокулант се раствара у базену уз константно мешање. Дозирање се врши са дозирним пумпама, у зависности од квалитета отпадне воде. Дозирне пумпе су обезбеђене са вентилима сигурности и регулатором за подешавање капацитета. Просечан проток отпадне воде у постројењу је 76 m³/h. Процеђена и уједначена отпадна вода у егализационом базену уз додатак коагуланта и флокуланта одводи се у флотатор. Ово је уређај посебне конструкције који има задатак да помоћу сатуриране мешавине изврши изношење свих пливајућих фракција као што су уља, масти и флотирајућа сува маса и то до 85 % [29].

Изнешени флотант се перманентно згрће погонским механизмом у колектор одакле се одводи у базен за флотант, а одатле (издвојени и сепарирани флотант) у згушњивач муља, а издвојена вода у најближу канализацију, односно поново у процес. Преостали део мешавине прелази у последњи део уређаја, а затим одлази у примарни таложник, али растерећен пливајућих материја.

Центрифугална пумпа изузима део мешавине са дна флотатора (20% од нормалног тока) и убацује исту мешавину у сатурациони суд пре него што овај део мешавине доспе до сатурационог суда, а затим кроз ејектор где се врши усисавање ваздуха из сатурационог суда. Ејектор врши не само усисавање ваздуха већ ствара фину механичку мешавину ваздуха и воде и као такву убацује у сатурациони суд где се под притиском од 4 – 5 бара врши сатурирање воде ваздухом не мање од 80 g

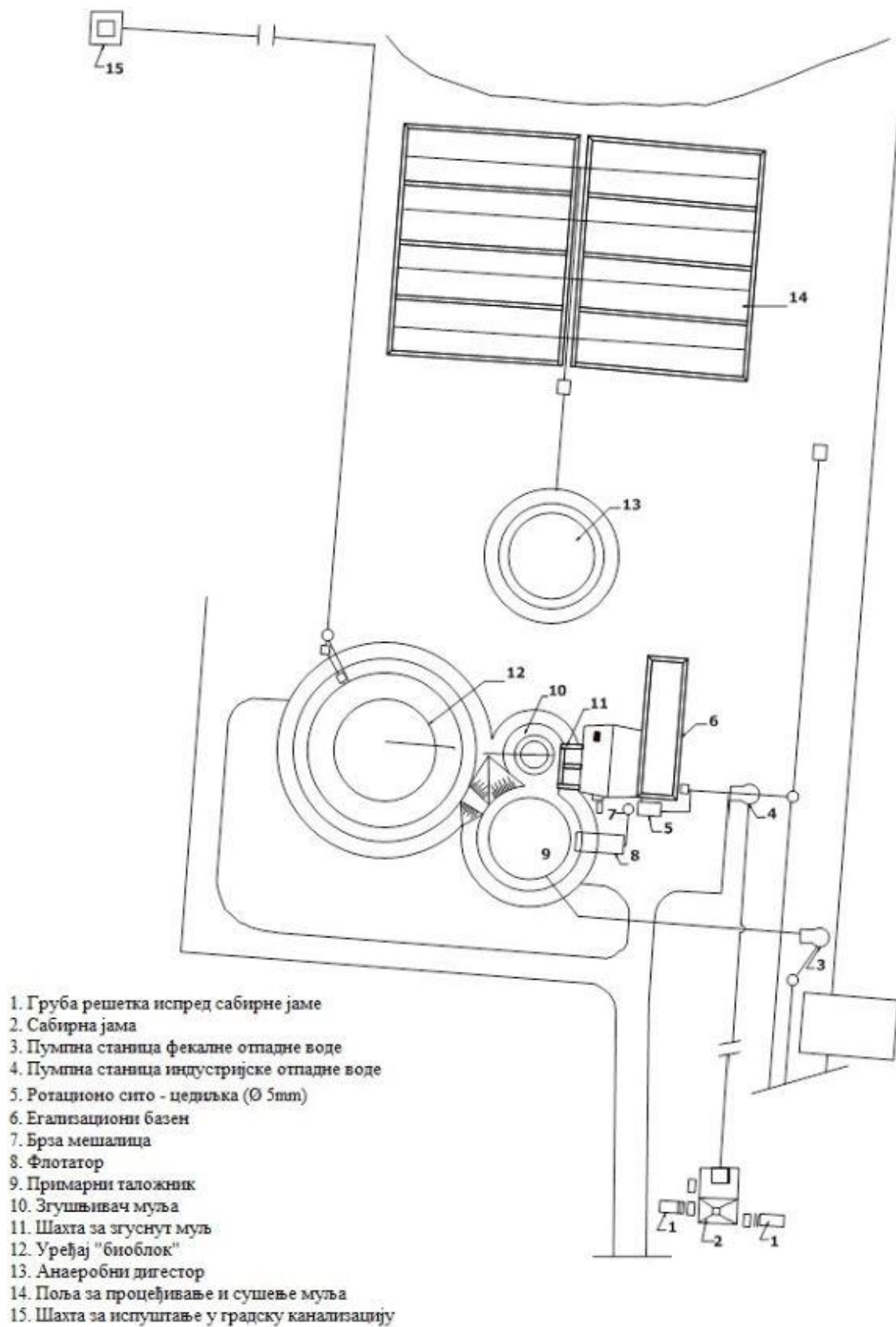
ваздуха по метро кубном воде. Овако сатурирана вода одводи се у уређај флотатор где се помоћу специјалних дизни испушта у главни ток воде односно експандира са мин. 4 бара при чему се ослобађа сатурирани ваздух у милијарде малих ваздушних мехурића лепе се уз већ формиране флокуле (помоћу когуланта) и увећане (помоћу флокуланта) и као балончићи све ове флокуле износе на површину одакле се посебним механизмом овако исфлотирана пена згрће у посебну шахту за муљ и пену.

Провера да ли процес са сатурацијом функционише како треба, врши се тако што се вода из сатурационог суда (при уласку у флотатор) узима у провидну посуду и она треба да изгледа као водено млеко, а уколико ово није случај значи да сатурација ове воде није извршена [29].

Овако третирана отпадна вода (флотација са сатурацијом) одводи се гравитационо у примарни таложник. У таложнику се све воде доводе се у централни цилиндар таложника, одакле се ове воде усмеравају на ниже (обратни ток) при чему се исталожавају све теже фокуле на дно одакле се згрћу специјалним механизмом у шахту за муљ, а преостали део пливајућих материја испливава на површину и исти се посебним уређајем за згртање пене згрће у шахту за пливајуће материје. Да не би пливајуће материје отишле у колектор избистрене воде предвиђена је завеса која спречава исто и омогућава да се све пливајуће материје скупе унутар простора, односно да се одведу у шахту за пену.

Муљ згнут уређајем са дна испушта се аутоматски из таложника. Помоћу временског релеја и ваздушног лифта повремено се испушта исти у згушњивач муља. Паузу између два испуштања као и трајање самог испуштања одређује руковаоц помоћу временског релеја, а у зависности од висине муља у уређају. Надмуљна вода из згушњивача муља одводи се гравитационо у шахту за надмуљну воду, а одатле центрифугалним пумпама поново враћа у примарни таложник. Угушћен муљ из згушњивача муља аутоматски (помоћу временског релеја и ваздушног лифта пребацује се у шахту за згуснути муљ, а одатле центрифугалним пумпама овај згуснут муљ (у фази сада само предтретмана) пребацује се на поља за сушење и процеђивање муља. Третирана вода се након примарног таложника гравитационо упушта у реципијент или препумпава и упућује на даљи третман на градски колектор [29].

На слици 50. приказана је шема система за пречишћавање отпадних вода који користи индустрија меса Јућор у Јагодини.



Слика 50. Шема система за пречишћавање и прераду отпадних вода [29]

7.0. ПРАВИЛНИК О УСЛОВИМА КОЈЕ ТРЕБА ДА ИСПУЊАВАЈУ КЛАНИЦЕ ЗА ОДВОД ОТПАДНИХ ВОДА

Према члану 16 отпадне воде из кланице одводе се у природни реципијент или канализацију. Одвод отпадних вода из кланице мора да се састоји из три посебна дела: атмосферска (кишна) канализација, канализација отпадних вода и фекална канализација. Атмосферске воде могу се уливати у канализацију или у природни реципијент без пречишћавања. Отпадне воде пре уливања у природни реципијент морају проћи кроз одговарајући систем за пречишћавање.

Ако се отпадне воде уливају у градску канализацију, претходно морају проћи примарну обраду (одмашћивање, грубо таложeње и хлорисање), или само грубо таложeње, с тим што се тада морају уливати у главни одвод градског система пре пречишћавања отпадних вода. Вода која служи за транспорт нејестивих делова може поново да се користи, уз претходну сепарацију перја и нејестивих производа. Фекална канализација треба да се улива у главни одвод испред градског система - уређаја за пречишћавање отпадних вода, али иза уређаја за примарну обраду отпадних вода из кланице. У производним просторијама кланице у којима се при извођењу технолошких поступака користи вода мора се обезбедити одвод тако да се отпадна вода не разлива по подној површини [30].

Отпадна вода из опреме и са подних површина мора се непосредно одводити у канализацију. За одвод воде у свим просторијама, осим у просторијама са температуром испод 0 °C, мора бити постављен одговарајући број сливника. Сливници морају бити снабдевени ефикасним системом за спречавање повратка непријатних мириса из канализације. Шахтови морају бити обезбеђени тако да не пропуштају непријатне мирисе.

У табели 6. су приказане дозвољене граничне вредности у отпадним водама чије загађујуће материје потичу углавном из кланица, прераде меса, укључујући прераду изнутрица, као и производњу готових производа од меса [31].

Табела 6. Граничне вредности емисије на месту испуштања у површинске воде [31]

Параметар	Јединица мере	Гранична вредност емисије
Температура	°C	30
pH	/	6,5 - 9
Суспендоване материје	mg/l	35
Биохемијска потрошња кисеоника (BPK ₅)	mgO ₂ /l	25 ^(V)
Хемијска потрошња кисеоника (НРК)	mgO ₂ /l	150 ^(V)
Амонијак (као NH ₄ -N)	mg/l	10 ^(III)
Укупни фосфор	mg/l	2 ^(IV)
Укупни неоргански азот (NH ₄ -N, NO ₃ -N, NO ₂ -N)	mg/l	18 ^(III)
Тешко испарљиве липофилне материје	mg/l	20
Укупни хлор	mg/l	0,4

- **(III)** Гранична вредност за азот (амонијачни - азот) и гранична вредност за укупан неоргански азот се примењује када је температура ефлуента из биолошког пречиста 12 °C и када је оптерећење укупног улазног азота, које је дато у дозволи веће од 100 kg/дан. 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.
- **(IV)** Захтеве за укупни фосфор треба применити тамо где оптерећење сирове воде укупним фосфором на коме се базира дозвола за испуштање ефлуента достиже 20 kg/дан.
- **(V)** У ефлуентима канализационих лагуна, дизајнираних са временом задржавања од 24 часа или више у којима дневна запремина отпадне воде, на којој је базирана дозвола за испуштање, не прелази 500 м³, где је узорак очигледно обојен услед присуства алги, НРК и BPK₅ треба одређивати из узорка који не садржи алге. У том случају вредности приказане у табели 6. се смањују на 15 mgO₂/l за НРК и на 5 mgO₂/l за BPK₅ [31].

8.0. ЗАКЉУЧАК

У већини земаља у развоју, не постоји организована стратегија за одлагање чврстог као и течног отпада који се генерише у кланицама. Чврсти отпад се сакупља и одлаже на депоније или отвореном простору, док се течни отпад шаље општинским органима за канализацију или воду, чиме се угрожава здравље људи, како и копнени, тако и водених живот.

У Србији постоји много загађивача вода, кланична индустрија је само један од загађивача. У Дунав и Саву се свакодневно на 40 излива само у Београду испусти 4 - 5 кубика у секунди отпадних вода. Мали део отпадних вода се механички пречишћава решеткама, а хемијски и биолошки готово да се уопште и не третира. Реке су, посебно у развијеним земљама света, постале одводни канали за отпадне воде. Велике реке на тај начин носе тоне штетних супстанци и ни оне нису у стању да те отпадне материје разграде јер су индустријске и комуналне отпадне воде надмашиле могућности водених токова. Око 90 % индустријских отпадних вода се испушта у реципијенте, без претходног третирања, а значајни загађивачи вода су индустријска постројења смештена у околини река.

Отпадне воде из кланица изазивају пораст ВРК, НРК, укупних чврстих материја, рН, температуру и замућеност. Законске казне за загађиваче су све строже па и казне услед прекорачења дозвољених параметара за испуштање у реципијент који могу значајно утицати на животну средину. Потребно је побољшање у третману отпадних вода које ће дефинитивно смањити оперативне трошкове. Циљ је да се обезбеде комплетна решења за ефикасан и економичан третман отпадних вода у индустријским кланичним постројењима. То се постиже побољшањем квалитета испуштене воде и смањењем трошкова испуштања, кроз умерену и одговорну примену савремених техника за третман воде.

У решавању ових проблема највише треба да се укључе државне институције, јер њихова подршка и деловање може дати највеће резултате. Постоје организације које раде на овим питањима и које спроводе разне акције поводом њих, али је њима неопходна помоћ државе како би резултати били још бољи и ефикаснији. Ми као обични људи можемо и треба да кренемо од себе да схватимо значај очувања животне средине и да променимо своје штетне навике.

9.0 ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вања Шуштершич, Технологије и постројења у припреми воде за пиће и третману отпадних вода, Факултет инжењерских наука универзитета Крагујевцу, 2014.
- [2] Trevor J. Britz, Corne' van Schalkwyk, Treatment of Dairy Processing Wastewaters, University of Stellenbosch, Matieland, South Africa.
- [3] Милена Бечелић - Томин, Граничне вредности емисије засноване на најбољим доступним техникама, Центар за стручно усавршавање Шабац, 2004.
- [4] <http://www.everythingwater.com/products/water-recycling-systems/domino-wwr-maxi-2/> (приступљено 10.09.2017.)
- [5] Љиљана Такић, Обрада отпадних вода индустрије пива, технолошки факултет у Лесковцу, 2014.
- [6] Geoffrey S. Simate, John Cluett, Sunny E. Iyuke, The treatment of brewery wastewater for reuse: State of the art, 2011.
- [7] Yung-Tse Hung, Cleveland State University, Cleveland, Ohio, U.S.A.
- [8] Emine Elmaslar Ozbas, Nese Tufekci, Gulsum Yilmaz, Suleyman Ovez, Aerobic and anaerobic treatment of fruit juice industry effluents, Faculty of Engineering, Turkey, 2006.
- [9] Charles J. Banks and Zhengjian Wang, Treatment of Meat Wastes, University of Southampton, Southampton, England, 2006.
- [10] Техничко - технолошко рјешење, постојећег постројења, РИК Врбовец, Загреб, 2013.
- [11] Милена Далмација, GVE ZA VODE IZ SEKTORA PREHRAMBENE INDUSTRIJE, природно-математички факултет, Нови Сад
- [12] http://istocar.bg.ac.rs/tic_inst/obuka03.html (приступљено 17.09.2017.)
- [13] Слободан Гаћеша, Миле Клашња, Технологија воде и отпадних вода, Београд, 1994.
- [14] <http://www.conhoo.com/products/slaughterhouse-wastewater-treatment/> (приступљено 20.09.2017.)
- [15] http://moodle.mfkg.rs/pluginfile.php/56663/mod_resource/content/0/TRETMAN_OTP_ADNIH_VODA_-6_predavanje.pdf (приступљено 23.09.2017.)
- [16] Срђан Рончевић, прелиминарни и примарни третман отпадних вода, Нови Сад, 2014.
- [17] http://www.aco.rs/uploads/pics/SEP-MASTI-8_03.jpg (приступљено 05.10.2017.)
- [18] <http://www.euromec.net/public/files/EI-WWTP%20ECOBLOOD%20-%20EN-319.pdf> (приступљено 14.10.2017.)

- [19] http://aemstaticww2.azureedge.net/content/dam/IWW/Volume%2015/Issue%202/1503IWW_18.gif (приступљено 17.10.2017.)
- [20] <http://www.sorenergy.com/biogas/242/> (приступљено 27.10.2017.)
- [21] <http://www.huber-technology.com/> (приступљено 31.10.2017.)
- [22] http://webzrzs.stat.gov.rs/WebSite/userFiles/file/Industrija/TabMes/SB%20%20PROIZVODI-2015_srb.pdf (приступљено 04.11.2017.)
- [23] <http://www.cocoriko.rs> (приступљено 08.11.2017.)
- [24] Агенција ECOlogica Urbo Крагујевац
- [25] ГЛАВНИ ТЕХНОЛОШКИ ПРОЈЕКАТ КЛАНИЦЕ ПАПКАРА И КОПИТАРА, ПРОИЗВОДЊА ТОПЉЕНЕ МАСТИ ЖИВОТИЊСКОГ ПОРЕКЛА, НОВИ САД
- [26] Дневник контроле и одржавање сепаратора LIPUMAX кланица Будућност Крагујевац
- [27] Институт за јавно здравље, Крагујевац
- [28] Beata Fridrich, ПРОЈЕКАТ ПОСТРОЈЕЊА ЗА ПРЕЧИШЋАВАЊЕ ОТПАДНИХ ВОДА ИНДУСТРИЈЕ МЕСА CARNEX
- [29] Мирослав Ђурић, Упутсво за рад система за пречишћавање отпадних вода, Јагодина, 2009.
- [30] <http://veterina.info/pravilnici/klanice.pdf> (приступљено 15.11.2017.)
- [31] УРЕДБА О ГРАНИЧНИМ ВРЕДНОСТИМА ЕМИСИЈЕ ЗАГАЂУЈУЋИХ МАТЕРИЈА У ВОДЕ И РОКОВИМА ЗА ЊИХОВО ДОСТИЗАЊЕ, ("Сл. гласник РС", бр. 67/2011 и 48/2012)