

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: 384/2012

Угљеша М. Ћоровић

Третман отпадних вода у индустрији млека

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др. Вања Шуштершич - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да изнесе основне напомене о млеку и млечним производима (начини добијања, технологије...), да обради начине третмана отпадних вода у прехранбеној индустрији (меса, млека, производњи пива, сокова...), прикаже технологије у третману отпадних вода у млекарама решења у свету и код нас, да посебан осврт на добијање биогаса и когенерацију, као и да изврши анализу третмана отпадних вода на једном постројењу које се бави прерадом млека.

Препоручена литература:

- [1] Клашња М., Шћибан М. (2000): Основи анаеробног пречишћавања отпадних вода прехранбене индустрије, *Acta periodica technologica*, бр. 31, стр. 3-22
- [2] Мојовић Љ. (2004): Биолошка обрада отпадних вода, Техничко-металуршки факултет, Београд
- [3] Бараш Ј., Маћеј О., Јовановић С. (2007): Стратегија увођења чистије производње у прехранбеној индустрији, Нови Сад

Крагујевац, датум

30.01.2014.

ментор:

Др. Вања Шуштершич

Резиме: Карактеристике отпадних вода млекарске индустрије су специфичне и битно се разликују од отпадних вода других грана прехранбене индустрије. Сложеност производње у млекарама са више погонских јединица за различите производе чини проблем пречишћавања отпадних вода ове индустрије посебно комплексним. Кључни параметри квалитета отпадних вода млекарске индустрије су: биохемијска потрошња кисеоника (BPK_5), хемијска потрошња кисеоника (НРК), укупне суспендоване материје, укупне растворене материје: фосфор и азот.

Кључне речи: Отпадне воде, млекарска индустрија, пречишћавање

Abstract: Characteristics of wastewater dairy industry specific and differ significantly from the wastewater of other branches of the food industry. The complexity of the production in the dairy industry with several drive units for different products makes the problem of wastewater treatment of the industry particularly complex. Key parameters of wastewater quality dairy industry are: biochemical oxygen demand (BOD_5), chemical oxygen demand (COD), total suspended solids, total dissolved solids: phosphorus and nitrogen.

Keywords: Wastewater, dairy industry, treatment.

САДРЖАЈ:

1. Увод	7
2. Основне о напомене о млеку и млечним производима.....	11
2.1. Добијање млека.....	11
2.2. Врсте млека	11
2.3. Примарна обрада млека	12
2.3.1. Хлађење млека	12
2.4. Поступци механичке обраде млека.....	13
2.4.1. Стандардизација масти у млеку	13
2.4.2. Хомогенизација	13
2.5. Топлотна обрада	14
2.6. Технолошки процеси млека и млечних производа	15
2.6.1. Кондензовано незаслађено млеко	15
2.6.2. Кондензовано заслађено млеко	16
2.6.3. Млеко у праху	16
2.6.4. Ферментисани млечни производи.....	16
2.6.4.1. Кефир.....	17
2.6.4.2. Јогурт	18
3. Третман отпадних вода прехранбене индустрије	19
3.1. Карактеристике отпадних вода	19
3.2. Решавање проблема отпадних вода прехранбене индустрије	21
3.3. Методе пречишћавања отпадних вода прехранбене индустрије.....	21
3.3.1. Методе пречишћавања отпадних вода пореклом из млекара.....	22
3.3.2. Аеробни третман отпадних вода.....	23
3.3.2.1. Поступак са активним муљем	24
3.3.2.2. Биолошка филтрација.....	25
3.3.2.3. Стабилизациони базени	26
3.3.3. Анаеробни третман отпадних вода.....	27
3.3.3.1. Метанско врење као биолошка основа анаеробног пречишћавања.....	27
3.3.3.2. Шема процеса	28
3.3.3.3. Избор типа и решења дигестора.....	29
3.3.3.4. Основни параметри процеса.....	32
3.3.3.5. Својства биогаса	34
3.3.3.6. Састав биогаса	34
3.3.3.7. Ефекат анаеробног процеса пречишћавања.....	35
3.4. Пример добијања биогаса из млекарске индустрије у Србији.....	36
4. Примери прераде отпадних вода у прехранбеној индустрији у свету и Србији.....	37
4.1. Прерада отпадне воде из објеката и постројења за прераду млека и производњу млечних производа	37

4.2 AS-FLOT технологија	39
4.1.1 Технолошки предtretман отпадних вода	39
4.1.2 Груба филтрација.....	40
4.1.3 Фина филтрација.....	40
4.1.4 Егализацијски резервоар.....	40
4.1.5 Хемијски предtretман отпадних вода.....	40
4.1.6 Флотација AS – FLOT	40
5. Когенерација.....	42
5.1 Пример примене когенерације у млекарској индустрији у Србији - Имлек Београд	43
6. Предлог решења за третман отпадне воде млекаре „Meggle“	46
6.1 Опште напомене	46
6.2 Врсте, количине и квалитет отпадних вода	47
6.2.1. Врсте отпадних вода.....	47
6.2.2. Количине отпадних вода.....	47
6.2.3 Квалитет отпадних вода.....	47
6.2.4 Захтеви за квалитетом пречишћене воде	48
6.3 Одређивање потребног степена пречишћавања (PSP).....	58
6.4 Карактеристике постојећих објеката и процесне опреме	59
6.6. Опис новог постројења и система пречишћавања.....	65
6.6.1. Опис новог пречишћавања	65
6.6.2. Опис новог постројења и карактеристике објеката и опреме	68
6.6.3 Технолошки прорачун.....	76
6.6.4 Особље за управљање постројењем за третман отпадних вода	81
6.6.5 Технолошка мерења и контрола квалитета воде	81
6.6.5.1 Континуална мерења.....	82
6.6.5.2 Узорковање и анализа параметара	82
6.6.6 Потрошња хемикалија, сервисних флуида и електричне енергије.....	83
6.6.6 Техно-економска анализа	85
6.6.6.1 Спецификација и предрачун технолошко-машинске опреме и радова	85
6.6.6.2 Предрачун грађевинских и грађевинско занатских радова	87
6.6.6.3 Предрачун електро опреме и радова.....	88
7. Закључак.....	89
8. Литература	90

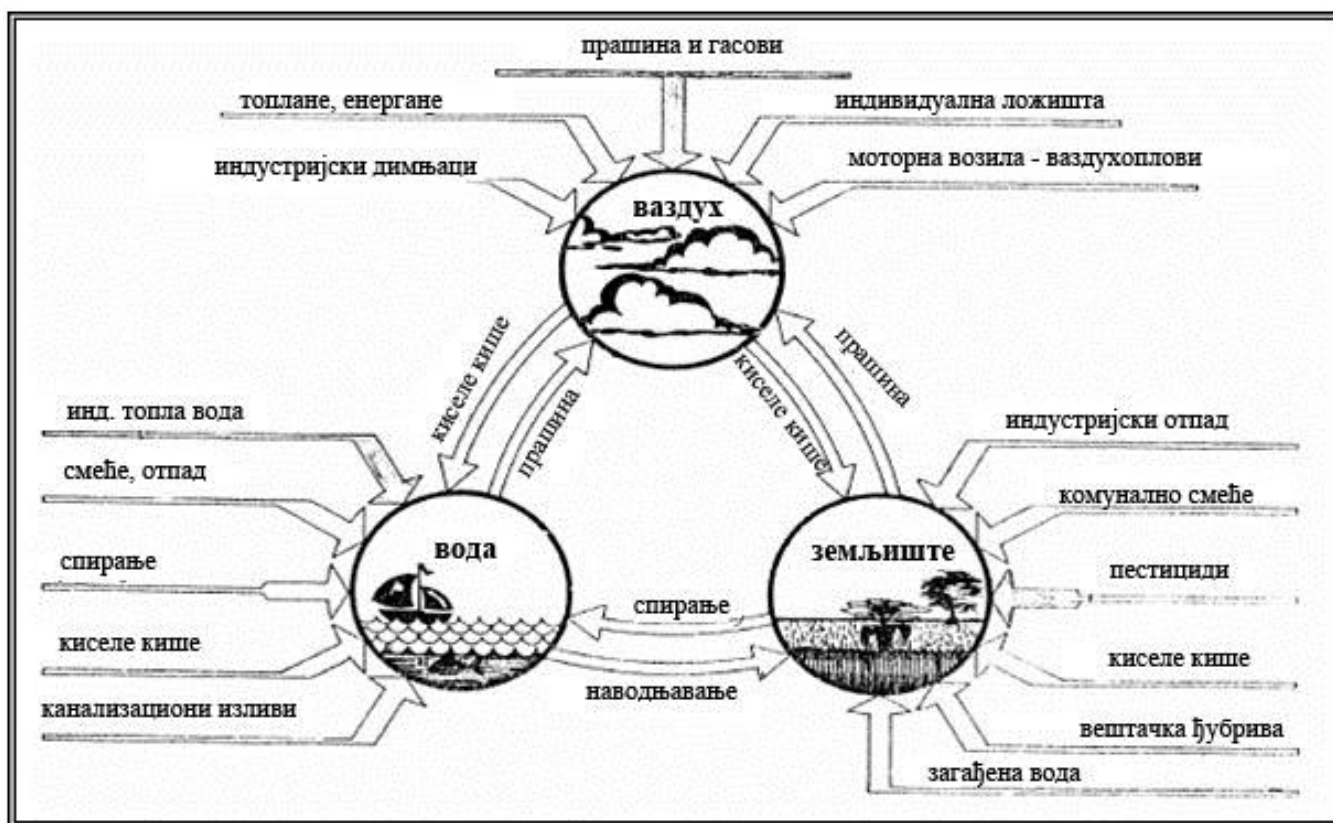
1. Увод

Прехрамбена индустрија је део индустријског сектора. Она игра важну улогу у економском развоју сваке земље. Ипак интензиван раст прехрамбене индустрије повећава проблеме везане за управљањем отпадом, као и загађење које утиче на окружење. Прехрамбена индустрија захтева пољопривредне сировине добијене жетвом на пољима или воћњака. Те сировине представљају улазе у процес прераде. Излаз из процеса прераде, уз производе, представљају одређене количине отпада (чврст, течан, гасовит). На несрећу количина отпада која се издваја може озбиљно загадити окружење.

Загађење околине и борба против те опасности обележили су осамдесете и деведесете године прошлог века, а сада је сасвим сигурно да ће то бити карактеристика и овог века. Спречавање загађења околине је нужност и због свог значаја захтева све већа улагања људских и материјалних ресурса. Данас се развијању и унапређивању процеса пречишћавања отпадних вода и очувања квалитета природних вода посвећује велика пажња. Захтеви који се намећу су све већи, а законска регулатива све ригорознија.

Главни извори загађивања вода су:

- инфилтрација људских и животињских материја,
- продирање вештачких ђубрива, хербицида и инсектицида,
- продирање вода из неуређених депонија,
- испуштање отпадних вода из индустрије,
- пропуштање кроз порозне канализационе одводе.



Слика 1.1 Кружење воде

Обрада (третман) отпадних вода представља поступке помоћу којих се врши смањење присутног загађења до оних количина и концентрација, с којима пречишћене отпадне воде испуштене у природне водоводне системе не представљају опасност за живе организме и не узрокују нежељене промене у околини.

Третман отпадне воде обухвата низ операција и поступака којима се из воде уклањају суспендоване и растворене материје, односно све материје које мењају природне особине воде. Дакле, отпадне воде је пре испуштања у пријемнике увек неопходно пречистити, како би се из њих до одређеног степена уклониле пливајуће, лебдеће и отопљене материје, те колоиди, дакле онечишћења која су присутна у отпадним водама и битно карактеришу њихова својства. [1]

За прехранбену индустрију вода представља једну од сировина која се користи за прање, за производњу паре, за транспорт сировина, излучивање корисних састојака, за термичку обраду готових производа, за хлађење у процесима производње. Обзиром да је за производни процес хране неопходно користити воду квалитета воде за пиће, првенство у коришћењу најквалитетније воде поред становништва има и прехранбена индустрија.

Србија не располаже са довољно квалитетном водом за пиће, па самим тим нема довољно квалитетне воде на располагању за прехранбену индустрију. Многобројне фабрике прехранбене индустрије један део својих потреба за водом задовољавају сопственим бунарима, помоћу система за захватање и транспорт воде који су саградили сами власници и корисници. Међутим, ту се јављају проблеми као што је загађење првог водоносног слоја што је чест случај, мања количина воде у дубљим слојевима због надексплоатације и сл. Наизглед се може учинити да се проблеми у погледу квалитета воде могу решити коришћењем водоводске воде, али се често дешава да вода из водовода није задовољавајућег квалитета. Побољшати квалитет воде је изузетно тешко због начина поступка припреме воде који се примењује у највећем броју наших водовода, као и због старих, лоше изведених и одржаваних водоводних мрежа. Самим тим наше фабрике прехранбене индустрије се не могу у потпуности поуздати у водоводску воду, а такође не могу ни значајно утицати на побољшање квалитета воде. Међутим, прехранбена индустрија може да утиче на смањење загађења животне средине тако што неће испуштати отпадне воде у површинске, без претходног пречишћавања. Неконтролисано испуштање отпадних вода може негативно утицати на водене екосистеме, али индиректно може утицати и на људско здравље.

Млекара	Вредност	Пивара	НРК (mg/l)
Збирна отпадна вода		Збирна отпадна вода:	1500
- НРК	600-8500 mg/l	Варионица	
- ВРК	300-4800 mg/l	-Вода од испирања тропа	23000
- Укупан азот	20-200 mg/l	-Вода од избацивања тропа	33000
- Укупан фосфор	5-75 mg/l	-Испирање дна бистреника	8000
- Масти	50-2600 mg/l	-Вода од потискивања:	3322
- рН	3.6-10.4	сладовине у вирпул	
Отпадне вода топионице сира		Вриони подрум	
- НРК	1400-3600 mg/l	-Вода од претходног испирања	1070
- Масти	756-10995 mg/l	-Вода од испирања	19400
- рН	8.7-11.2	Суд за квасац	
Кисела сурутка		-Вода од претходног испирања	29
- НРК	75150 mg/l	-Вода од испирања	35360
- Органски азот	1030 mg/l	Филтрација и друк танкови	
Депротенисана сурутка		-Вода од испирања	500
-НРК	57000 mg/l	Прање флаша	

Табела 1.1 Разлике између отпадних вода појединих фаза прераде у погледу концентрације загађења [3]

Приликом карактеризације отпадних вода фабрике неопходно је прикупити податаке о количини отпадних вода. Према Закону о водама онај ко испушта отпадне воде у пријемник и јавну канализацију је дужан да мери количину отпадних вода постављањем уређаја за мерење, као и да испитује биохемијске и механичке параметре квалитета отпадних вода. Извештај о извршеним мерењима се квартално доставља јавном водопривредном предузећу, Министарству надлежном за послове заштите животне средине и Агенцији за животну средину. Уколико фабрика поседује уређај за пречишћавање отпадних вода она је дужна да мери количину и испитује квалитет отпадних вода пре и после пречишћавања. До количине отпадне воде може се доћи на два основна начина: мерењем отпадне воде и проценом која се врши на основу норматива, количине утрошене воде и сл. Уколико се мери количина отпадних вода то је најсигурнији начин долажења до података о динамици настајања отпадних вода. Постављање уређаја за мерење и регистровање количине отпадних вода је обавеза, али мали број фабрика има прецизне податке о количини отпадних вода. Уграђивањем одговарајућег мерача протока и количине отпадних вода могу се остварити значајне уштеде на накнадама за испуштање отпадних вода у природне водотокове.

За процењивање количине санитарних отпадних вода користе се подаци из литературе за количину отпадне воде по становнику. Подаци о падавинама најближе метеоролошке станице и величине површине кровова зграда и фабричког круга се користе за процењивање количине воде. Уколико се желе постићи прецизнији подаци они се могу добити постављањем кишомера у фабрици. Врста и концентрација загађења се утврђују анализом отпадних вода. Познато је да се највеће грешке праве приликом узорковања отпадних вода, транспортовања и чувања узорка, мада се и код саме анализе јављају грешке. Ово је од посебног значаја јер је основна карактеристика већине отпадних вода фабрика прехранбене индустрије и индустрије пића, због шаржног карактера већине процеса, неравномерност количине и концентрације загађења.

Показатељи неопходни за процену утицаја отпадних вода на околину као и њихово пречишћавање се израчунавају на основу података о количини отпадне воде и концентрације загађења. Најзначајнији показатељи су хидрауличко и органско оптерећење, тј. количина отпадне воде и органског загађења (израженог преко НРК или ВРК₅) које са отпадном водом доспева у реципијент или на пречишћавање. [3]

2. Основне о напомене о млеку и млечним производима

2.1. Добијање млека

Виме је орган за лучење млека. Оно је код музних животиња, услед сталне селекције, постало веома развијено. Споља је обавијено кожом, која је код високо млечних крава танка, и после муже, када је виме испражњено, наборана. Испод коже се налази опна која штити ткиво од повреда и доприноси његовој чврстости. Од ове опне пружају се према унутрашњости везивне нити које су испреплетене тако да чине неку врсту мреже у којој је смештено жлездано ткиво. Виме је уздужном преградом од везивног ткива подељено на десну и леву половину. Помоћу ове преграде виме је обешено о трбух. Виме је подељено и попречно на предњу и задњу половину, тако да се састоји од 4 четвртине (предња десна и лева и задња десна и лева) које функционишу прилично независно једна од друге. Свака четвртина се састоји од жлезданог, везивног и масног ткива. Млеко се ствара у млечним ћелијама које се налазе у мечним алвеолама. Ове алвеоле имају облик малих мехурића чија је унутрашњост обложена млечним целијама. Млеко се из вимена добија мужом која се може обавити ручно или машински. Без обзира на начин муже, она се мора обавити правилно да би се млечна жлезда одржала у сталној активности како би се из вимена измузла највећа могућа количина млека. У ширем смислу мужа обухвата:

1. припремне радове,
2. мужу у ужем смислу,
3. завршне радове.

Ове радње се изводе и при ручној и при машинској мужи иако се оне, по начину извођења, разликују. Машинска мужа је савремени начин добијања млека. Примењује се на газдинствима са већим бројем крава. Уређаји за мужу могу бити покретни и непокретни. Покретни се обично примењују код везаног начина држања крава у шталама. Такође, постоје мањи покретни преносиви уређаји, обично на колицима са малим бројем музних јединица (1-2) или је инсталиран систем млеководице, где су уграђене вакуум цеви које одводе млеко у посебно одељење, где млеко прелази преко хладионика и улива се у базене за млеко.

Други тип уређаја користи се у посебним просторима у којима се врши само мужа-измузашта. У измузаштима краве проведу само онолико времена колико треба да се обави мужа. Она могу бити разних типова, али имају исти принцип рада. Краве улазе у ограђени део за мужу, радник пере виме, измузла прве капи млека и ставља чаше на сисе. Уз измузаште се налази и прихватна или приштаљска млекара. Овде се чува млеко до отпреме у млекарну[2].

2.2. Врсте млека

Млеко различитих врста може се поделити у две основне групе:

1. казеинска млека,
2. албуминска млека.

Ова подела је извршена на основу учешћа казеина у укупним протеинима. Казеинска млека су она, код којих је учешће казеина у укупним протеинима 75% и више, а албуминска млека су она, код којих је учешће казеина у укупним протеинима испод 65%. Примери казеинског млека су кравље, овчије, козије и бивоље млеко. У ову групу спадају углавном млека типичних биљоједа преживара. Као пример албуминског млека може се навести млеко кобиле и магарице. Ту спада и млеко жене. Не би требало схватити да албуминске врсте млека садрже више протеина млечног

серума (албуминска и глобулинска фракција) од казеина, него је њихово учешће у укупним протеинима нешто више него код казеинских млека.

Млеко кобиле је узето као пример албуминског млека, а састав и својства кобиљег млека приказана су у табели 2.1.:

САСТОЈАК:	КОЛИЧИНА У %
Вода	88,9
Сува материја	11,1
Маст	1,65
Укупни протеини	2,20
Казеин	1,15
Протеини сурутке	1,05
Лактоза	6,91
Пепео	0,32
Киселост ($^{\circ}\text{SH}$)	2,72
Густина (kg/dm^3)	1,034

Табела 2.1 Састав млека кобиле

Као пример казеинског млека узето је млеко козе, а састав је приказан у табели 2.2.:

САСТОЈАК:	КОЛИЧИНА У %
Вода	87,25
Сува материја	12,75
Маст	3,80
Протеини	3,50
Лактоза	4,80
Пепео	0,65
Киселост ($^{\circ}\text{SH}$)	6,00
Густина (kg/dm^3)	1,031

Табела 2.2 Састав млека козе

2.3. Примарна обрада млека

2.3.1. Хлађење млека

Млеко се иза муже хлади обично на $4-6^{\circ}\text{C}$ иако се у новије време сусрећемо са праксом да се хлади на $1-3^{\circ}\text{C}$. Микроорганизми који су доспели у топло млеко у њему се брзо размножавају и зато га треба брзо охладити. У току бактерицидне фазе, микроорганизми мирују у млеку, чекајући боље услове за развој. Ово зависи од броја и врсте микроорганизама у млеку, али и од начина чувања млека. Бактерицидна фаза се продужава са 2-3 сата на 30°C до 36 сати ако млеко охладимо на 5°C . Важно је истаћи да је битније одржавати ниску температуру у току целог држања млека него почетна брзина хлађења. Хлађење је необично важно нарочито у току летних месеци. Охлађено млеко не треба нипошто мешати са топлим од нове муже, јер се омогућава развој микроорганизама. Хлађењем млека не може се очистити млеко или спречити развој киселости. Само добре хигијенске мере дају квалитетно млеко.

Најједноставнији начин хлађења млека је бунарском или текућом водом (температуре око 10°C , нарочито планински предели). Канте са млеком се потапају у базен са водом, а поклопци треба да су полуотворени ради зрачења млека. Недостатак овог начина хлађења је што тече споро.

За боље хлађење може се употребити расхлађена вода употребом леда или уређаја за хлађење воде. Хлађење млека у кантама са специјалним уграђеним апаратима, заснива се на принципу протицања воде преко канти, а код неких уређаја вода тече преко канте и кроз цеви које се постављају у саму канту. За хлађење млека овим уређајима може се употребити природно хладна вода, вода која тече преко леда или добијена из уређаја који хладе воду. При систему хлађења млека у канти поклопац канте је спојен са доводом воде која прво улази у цеви које су потопљене у млеко и под утицајем притиска воде се окреће и служе као мешалица и хладионик за млеко. Из цеви вода одлази у поклопац и преко канти пада на подлогу на којој се смештају канте, на тај начин се хлади и спољни део канте. Млеко у канти од 20 литара се охлади са температуре 35-37°C на +3°C кроз 15-20 минута. Произвођачи који имају већу количину млека или сабирна места за више малих произвођача, хладе и чувају млеко у базенима са уграђеним уређајима за хлађење базена (лактофризи). Њихов капацитет је такав да млеко охлади на +4°C за око 1 сат. Они омогућавају чување млека дуже од 48 сати и то скупљено од једног или више произвођача. Сабирање млека разних произвођача у веће базене има предност што се брзо постижу ниске температуре, али млеко различитих произвођача може бити лошег квалитета и утицати на осталу количину.

2.4. Поступци механичке обраде млека

По пријему, млеко треба да се прво пречисти. Млеко се чисти ради уклањања леукоцита, бактерија, ћелија вимена, прашине, сламе, стеље и др. Ово се обавља преко филтера или кларификатора. Млеко иде преко пумпе на филтер где се обавља филтрирање односно пречишћавање млека. Они могу бити различите изведбе и различито лоцирани у линији пријема зависно од линије и организације производње. Могу се уградити у цевовод пре пуњења млека, пре хлађења или топлотне обраде. Одвајање нечистоћа може се провести и путем центрифугалних сепаратора који се називају кларификатори. Чишћење млека помоћу кларификатора заснива се на деловању центрифугалне силе, слично сепаратору за павлаку. Нечистоће млека (механичке нечистоће, леукоцити и целије микроорганизама) се, као тежи састојци, одбацују према ободу бубња, где се налази већи простор за талог, који се периодично уклања кроз отворе са стране. Млеко као лакше иде ка осовини према одводу за излаз млека. У ову сврху може се такође урадити бактофугација и микрофилтрација.[2]

2.4.1. Стандардизација масти у млеку

Сепаратори су центрифуге којима се на принципу центрифугалне силе изводи одвајање материја на бази различите густине. Како маст има мању густину од осталих састојака она се приближава осовини сепаратора где се одводи и излази као павлака, а остали састојци млека се бацају на спољашњи обод као тежи и излазе као обрано млеко. Главни део је бубањ где се у међутањиричном простору обавља раздвајање масти и обраног млека.

2.4.2. Хомогенизација

Пошто је густина млечне масти мања од оне код обраног млека, стајањем млека ће доћи до кретања масних куглица према површини. Док је код добијања павлаке брзо издвајање пожељно, код технологије многих других производа није. Издвајање масних куглица може се успорити или потпуно зауставити хомогенизацијом млека. Хомогенизација је поступак уситњавања и изједначавања величине масних куглица у млеку (или код павлаке) под утицајем високог притиска ради веће стабилности емулзије. Под уобичајеним условима притиска (180-200 bar) настају углавном масне куглице пречника испод 2 микрона. Установљено је да се број куглица након хомогенизације повећа за око 1.000, а површина око 6-10 пута. Процес се може проводити при температури од 45 до 70 °C али се при вишој температури повећава дисперзија масних куглица.

2.5. Топлотна обрада

Високе температуре се користе ради уништавања микроорганизама, инактивирања ензима, побољшања технолошких својстава и концентрисања суве материје млека. Средње температуре се називају температурама догревања како би се лакше изводиле неке технолошке операције (обирање, стандардизација масти, хомогенизација, подсиравање, ферментација и сл.). Високе температуре су веома важне и имају најзначајнију улогу у обради млека. Примењују се у процесу пастеризације, којој се подвргава готово сва количина млека која се допреми у млекарну, без обзира за шта ће се користити. Пастеризација се може изводити на температурама од 62,5 до 100°C. За разлику од пастеризације, стерилизација се врши на вишим температурама од 110-150°C. У новије време се користе више температуре уз краће трајање њиховог деловања, тако да се постиже бољи или исти ефекат уништења микроорганизама и инактивирања фермената уз што мање органолептичке промене млека.

Топлотна стабилност вегетативних бактеријских ћелија зависи од више фактора:

- микробна врста,
- оптимална и максимална температура раста (више температуре раста често значе и већу топлотну стабилност),
- липидни садржај ћелије (липиди повећавају топлотну отпорност),
- тежња ћелија ка сакупљању (скупине су отпорније на топлоту),
- фаза у кривој раста (ћелије у log-фази раста су отпорније на топлоту од оних у опадајућој фази),
- хемијски састав околине,
- рН вредност околине (топлотна отпорност ћелија расте при рН медија која је удаљенија од оптималне),
- активност воде (топлотна отпорност ћелије се смањује ако опада активност воде, a_w).

У млекарској пракси се примењују два основна начина измене топлоте:

1. директно загревање:

- паром ниског притиска (при стерилизацији млека):
 - инјектирање паре у млеко у протоку;
 - инфузија млека у комору с паром
- топлом водом

2. индиректно загревање или хлађење:

- помоћу базена или циклона с дуплим пластом који се користе при пастеризацији и хлађењу млека;
- помоћу цевног или плочастог измењивача који се користе при пастеризацији, стерилизацији и хлађењу млека;
- помоћу аутоклава који се користе при дисконтинуираној стерилизацији млека у амбалажи или у тунелу при континуираној стерилизацији млека у амбалажи.

Главне врсте топлотне обраде су приказане у табели 2.3:

Процес	Температура (°C)	Трајање
Термализација	63-65	15 секунди
“ниска, дуготрајна пастеризација” млека	63-65	30 минута
“средња, краткотрајна пастеризација” млека	72-75	15-20 секунди
“висока, краткотрајна пастеризација” (павлака нпр.)	> 80	1-5 секунди
“висока топлотна обрада” (ферментирани производи као јогурт, кефир и сл.)	90-95	5-10 минута
Ултратоплотна обрада (ESL)	125-138	2-4 секунде
Стерилизација у протоку (UHT)	135-140	Неколико секунди
Стерилизација у Амбалажи	115-120	20-30 минута

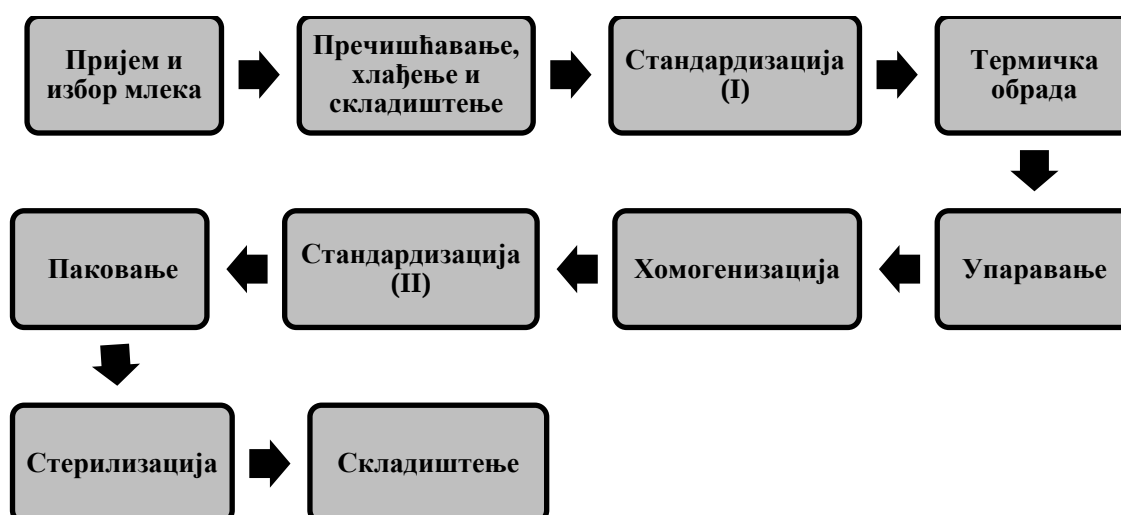
Табела 2.3 Врсте топлотне обраде млека [2]

2.6. Технолошки процеси млека и млечних производа

2.6.1. Кондензовано незаслађено млеко

Теорија производње кондензованог (згуснутог) незаслађеног млека подразумева евапорацију (уклањање дела воде из млека) и стерилизацију добијеног угушћеног млека ради обезбеђења трајности производа.

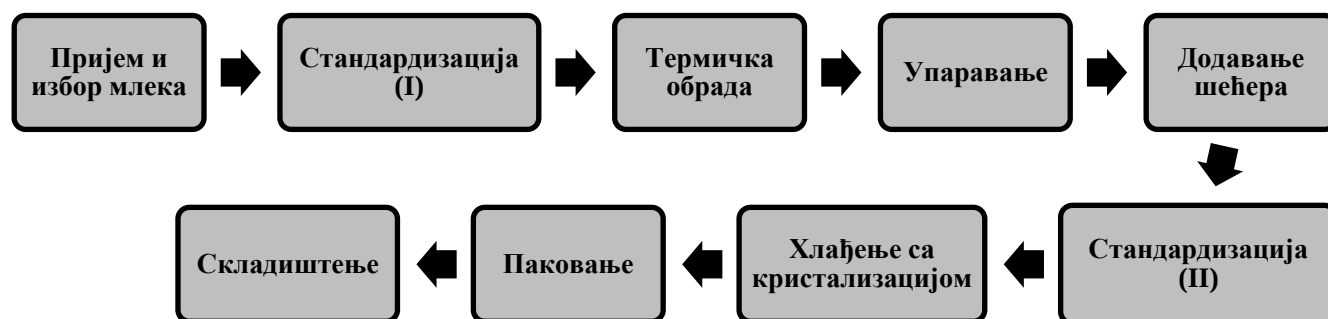
Технолошки процес обухвата:



2.6.2. Кондензовано заслађено млеко

Теорија производње кондензованог (згуснутог) заслађеног млека се односи на евапорацију (уклањање дела воде из млека) и додавање шећера угушћеном одн. делимично угушћеном млеку, у циљу добијања трајног производа. Додавање шећера у циљу продужења трајности користи методу осмоанабиозе: високе концентрације додате сахарозе или другог шећера изазивају повећање осмотског притиска што доводи до плазмолизе ћелија присутних микроорганизама.

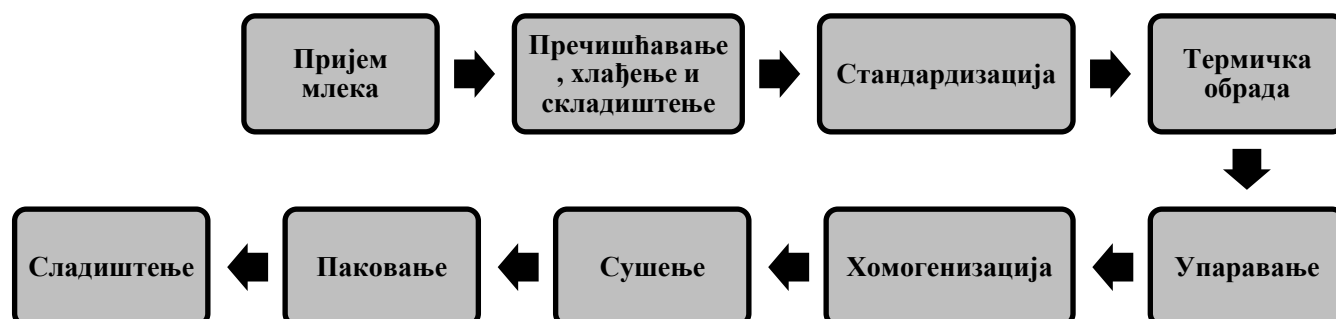
Технолошки процес за обраду ове врсте млека обухвата:



2.6.3. Млеко у праху

Производња млека у праху састоји се из основних операција упаравања и сушења. Млечни прах се данас производи у великим модерним постројењима. Обрани млечни прах има максималан рок трајања од 3 године. Цели млечни прах има максималан век од 6 месеци. Ово је због тога што маст у млечном праху оксидира током складиштења, уз последичне мане укуса.

Технолошки процес садржи:



2.6.4. Ферментисани млечни производи

Процес млечно-киселе ферментације лактозе млека у млечну киселину деловањем ензима бактерија млечне киселине, врло је сложен и одвија се поступном разградњом лактозе при чему настају бројни међупроизводи и енергија. Главни производ, млечна киселина, (или друге киселине) настала ферментацијом утиче на свеже-кисели укус ферментираних напитака те условљава киселу реакцију средине и делује као инхибитор, спречавајући развој микроорганизама, првенствено

ацидофобних. Међутим, деловањем киселине под утицајем бактерија млечне киселине настају такође и физичко-хемијске промене мицела казеина које доводе до коагулације казеина, те стварања коагулума млека (при изоелектричној тачки казеина одн. рН око 4,6). Тако, ферментацијом настаје и карактеристична конзистенција ферментираних млечних напитака, на коју делујемо технолошким поступком.

Ферметисани производи од млека су:

1. Јогурт;
2. Кисело млеко;
3. Ферметисани производи од млека са пробиотским бактеријама;
4. Кефир,
5. Остали ферментисани производи од млека,
6. Ферментисани млечни напаци.

2.6.4.1. Кефир

Кефир је један од најстаријих ферментисаних производа. Укус треба да је свеж и кисео са незнатном аромом на квасац. рН производа је обично 4,3-4,4. За производњу се користе кефирна зрна. Размножавање стартера се базира на истим принципима као и код јогурта али постоје разлике. Млеко за производњу културе се високо топлотно третира, као и за јогурт. Инокулира се са кефирним зрнцима. Инкубација се спроводи на 23°C и уделом зрна око 5% или 3,5%. Инкубација је 20 сати. Кад се достигне жељени рН (4,5) зрна се процеде и одвоје од матичне културе. Затим се перу у води. Могу се користити за нову културу. Матична култура (филтрат) се хлади на 10°C ако мора да се чува. У супротном, може се ићи на производњу, филтрат се користи за прављење техничке културе, ако се производи велика количина кефира. Додаје се 3-5% културе. Након инкубације на 23°C, од 20 сати, производни стартер је спреман.

Технолошки процес обухвата:



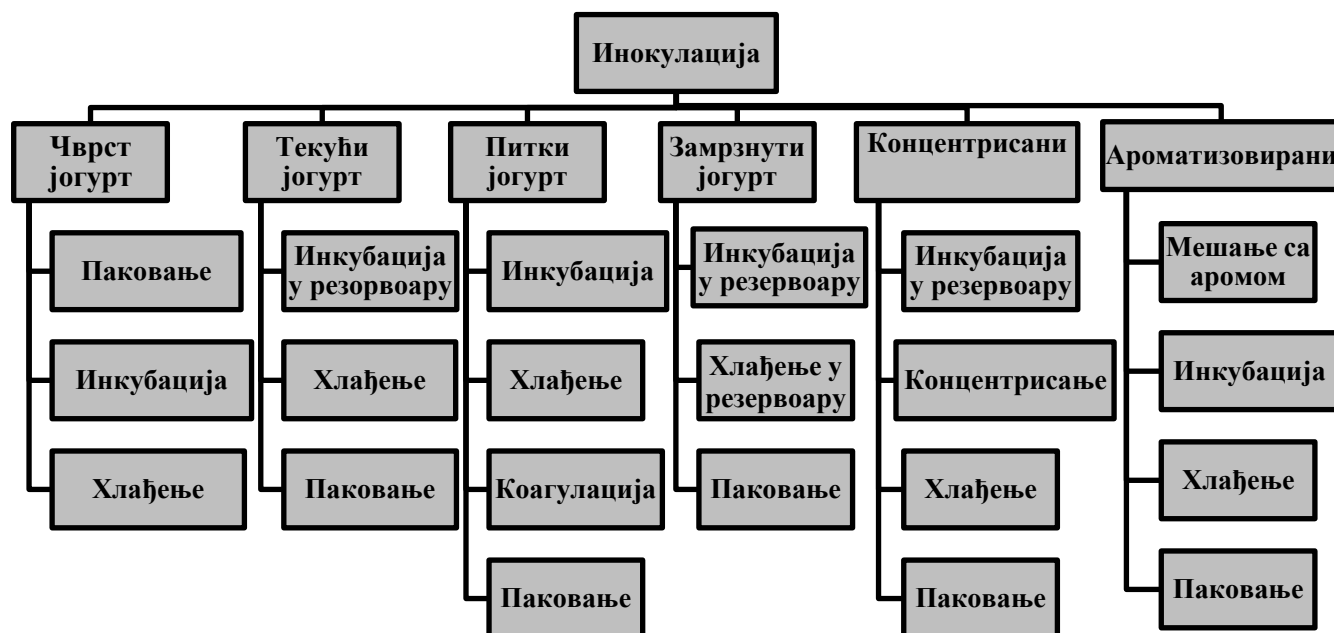
2.6.4.2. Јогурт

Технолошки процес чини:



Када је млеко охлађено на температуру инокулације даљи се поступак разликује у зависности да ли производимо чврсти, текући, питки, концентрисани или смрзнути јогурт (слика 2.1).

Јогурт се уобичајно дели у неколико типова:



Слика 2.1. Технолошки процес јогурта

3. Третман отпадних вода прехранбене индустрије

3.1. Карактеристике отпадних вода

Отпадне воде прехранбене индустрије и индустрије пића се у нашој стручној јавности не сматрају великим загађивачима животне средине. Обзиром да постоји сличност отпадних токова из процеса производње - када су у питању отпадне воде, индустрија пића се обично разматра заједно са прехранбеном индустријом. Проблем отпадне воде неке фабрике прехранбене индустрије и индустрије пића не представља само техничко-технолошки проблем ефлуента, тј. отпадног тока процеса производње већ тај проблем има више аспеката. Један од њих је и еколошки аспект јер околина фабрике трпи штете због испуштања непречишћених отпадних вода. Други аспект је економски јер решавање проблема отпадних вода има своју цену што је изузетно важан фактор приликом доношења одлуке да ли ће се проблем отпадних вода решавати како и на који начин. Непридавање значаја заштити животне средине и нерешен проблем отпадних вода фабрике може бити постављена као једна од баријера извозу. Многи велики купци тј. мултинационалне компаније условљавају своје добављаче да морају поседовати сертификат за систем управљања животном средином јер не желе да нарушавају свој имиџ тако што ће пословати са произвођачима који се понашају неодговорно према животној средини, а самим тим и према друштву.

Проблематика отпадних вода фабрике је уско повезана са проблематиком процеса производње хране или пића, али она исто тако захтева и специфична знања. У нашој земљи се недовољно зна о процесу анаеробног пречишћавања отпадних вода, па је и слабо заступљен, посебно за обраду индустријских отпадних вода. Један од начина решавања проблема отпадних вода који је све заступљенији у свету је процес анаеробног пречишћавања отпадних вода прехранбене индустрије и индустрије пића. Велики број постројења распрострањених широм света за анаеробно пречишћавање отпадних вода се користи баш за обраду отпадних вода фабрика прехранбене индустрије и индустрије пића. [4]

Хемијска индустрија, металургија и рударство се сматрају највећим загађивачима животне средине. Прехранбена индустрија се неоправдано не сврстава у озбиљне загађиваче јер се полази од чињенице да она углавном продукује отпад органског порекла који није штетан за природу или је подношљиво штетан. Међутим, прехранбена индустрија без увођења принципа „*чистије производње*” представља значајног загађивача животне средине. У нашој средини не постоји довољно развијена свест о уништавању екосистема наше планете. У многим производним областима, споредни производи, који у великој мери утичу на загађење околине се могу издвојити и прерадити у финалне производе који су веома цењени на тржишту. Првенствено се мисли на индустрију млека, пива и меса. Испитивање отпадних вода у мрежи установа за јавно здравље је показало да отпадне воде не пречишћава више од половине индустријских постројења у Србији, јер не поседују системе за пречишћавање. Такође, дошло се до закључка да их прехранбена индустрија највише испушта у површинске воде и канализациону мрежу. Велики загађивачи су отпадне воде следећих прехранбених индустрија: месне, прерада воћа и поврћа, шећерне репе и слично. Преко ових загађења у воде доспевају и колиформне бактерије, јер сви поменути загађивачи са технолошким водама избацују и канализационе отпадне воде. Поред ових бактерија у отпадним водама се могу наћи и други патогени микроорганизми који могу бити опасни по људско здравље. Отпадне воде из прехранбене индустрије у себи садрже остатке од процеса прања мацерираним садржајем пулпе, затим органске остатке воћа, поврћа, грануле скроба, па и неогранске остатаке земље и песка. Тешко је превидети састав отпадних вода прехранбене индустрије због постојања разлике у ВРК и рН ефлуента који воде порекло од поврћа, воћа, месних и млечних производа. Такође, структура отпадних вода зависи и од природе сезоне у процесима производње.

Отпадне воде млекарских индустрија су специфичних карактеристика и умногоме се разликују од отпадних вода других грана прехранбене индустрије. У млекарској индустрији постоји више погонских јединица за различите производе од којих сваки даје своју отпадну воду, па је самим тим проблем отпадних вода комплексан. Постоје погонске јединице за припрему, пастеризацију и паковање млека, за производњу сира, бутера, млека у праху, ферментисаних млечних производа итд. У отпадним водама поред млека може се наћи сурутка, са примесама казеина и других протеина, лактозе и масти, као и средства за чишћење система. За млекарску индустрију је карактеристична употреба средстава за одржавање хигијене система, па долази до великог варирања рН као последица наизменичног присуства киселина и база који се користе у процесу чишћења. У отпадним водама млекарске индустрије је непожељно и присуство лактозе и масти јер уколико се у отпадној води не налазе довољне количине кисеоника доћи ће до анаеробног разлагања лактозе. Приликом њеног анаеробног разлагања настаје млечна киселина која утиче на рН и долази до таложења казеина и до процеса који стварају јаке и непријатне мирисе. Као што је познато млекарску индустрију карактерише присуство масти која због своје хидрофобне природе отежава процес чишћења. Маст се задржава на зидовима канализационих система и система за пречишћавање отпадних вода. Код пречишћавања отпадних вода, приликом седиментације у резервоару намењеном за седиментацију, маст такође доводи до стварања проблема јер има тенденцију ширења по површини, а такође и доводи до повећане биолошке потрошње кисеоника.

Како су отпадне воде индустрије млека и млечних производа биоразградиве, за њихово третирање се могу користити системи за биолошко пречишћавање. На животну средину утицај имају све фазе у процесу производње млека и млечних производа, а те фазе су: сама производња, паковање, складиштење, транспорт, продаја. За разлику од отпадних вода месне индустрије која има већу концентрацију азота и фосфора, отпадне воде млекарске индустрије садрже већу количину органских материја (протеини, угљени хидрати, липиди), високу концентрацију суспендованих честица, хлорида, висок садржај BPK и HPK.

Poreklo	HPK (mg/l)	BPK (mg/l)	Маст (mg/l)	N _t (mg/l)	P _t (mg/l)	pH	Укупно чврсте материје (mg/l)	Укупне суспендоване материје (mg/l)
М	4000	2600	400	55	35	8-11	-	675
М	4000	2160	-	200	60	5-9	5100	-
М	4500	2300	-	56	33	7,2	2540	816
М	3190	1950	690	43	7	5-10	1500	820
ПС	4430	3000	754	18	14	7,32	-	1100
ПЈ	1500	1000	-	63	17.2	-	-	191

Табела 3. - Карактеристике отпадних вода млекарске индустрије

М-млекара, ПС-производња сира, ПЈ-производња јогурта, N_t - укупни азот, P_t - укупни фосфор; - није одређивано

Многи прехранбени производи садрже фосфор и сваки његов губитак доводи до повећања његове концентрације у отпадним водама. Фосфор је такође и саставни део средстава за одржавање хигијене која се користе у прехранбеној индустрији. Хлоридни јони у одређеној концентрацији могу бити токсични за водени живи свет. Извор хлоридних јона је со, натријум хлорид, која се користи за сољење производа (нпр. сир се соли тако што се посипа сољу или се потапа у базене са саламуром). Карактеристике отпадних вода млекарске индустрије су представљене у табели 3.[5]

Пивски квасац пореклом из пивске индустрије, уколико се испушта у околину са отпадним водама, може штетно да утиче на животну средину и представља великог загађивача. Може се искористити и за производњу неких других производа нпр. фармацеутских због великог садржаја микроелемената и витамина Б комплекса. Пивара мањег капацитета просечно годишње одбацује

225.000 хектолитара пивског квасца, 37.000 тона сувог квасца, 100 хектолитара отпадног пива, 112 тона хемијског тропа, 375 хекторлитара топлог талога и 5.000 хектолитара пивског тропа. Једино се делимично искоришћавају пивски троп и пивски квасац, а све остало се одбацује директно у реципијенте.

Отпадне воде пореклом из кланица углавном садрже органске материје подложне распадању као што су масти, делови коже, чекиња, крв, балега, слама и др. Оне доприносе великом загађењу услед потрошње кисеоника и стварању гљивица. Велики део крви добијен у кланицама је неискоришћен и он пропада тј. испушта се у канализацију. Треба нагласити да је крв изузетно подложна кварењу. Као и крв, и отпаци и конфискати се такође бацају. Обрадом црева добија се велика количина отпадака која је подложна труљењу због великог садржаја микроорганизама, а све то представља значајан хигијенско - санитарни проблем. Ти отпаци највише садрже слуз која се састоји од делова слузокоже, цревне слузи и масног ткива. С обзиром да сува материја слузи садржи значајну количину азотних материја, ови отпаци се могу користити за производњу сточне хране. Испуштање слузи у канализацију доводи до стварања проблема и отежавања пречишћавања отпадних вода. [6]

3.2. Решавање проблема отпадних вода прехранбене индустрије

Вода контаминирана крвљу, скробом, шећером и другим отпадом из прехранбене индустрије може створити непријатне мирисе, преоптеретити канализацију и загадити животну средину. Тип и концентрација загађења отпадних вода из прехранбене индустрије, време обраде отпадних вода, обим отпадних вода и локација индустрије утичу на одређивање најефикаснијег третмана обраде отпадних вода. Такође, за проналажење решења проблема отпадних вода фабрике је од посебног значаја и познавање законске регулативе заједнице која регулише ову област. Због великих последица и штете које непречишћене отпадне воде наносе реципијенту у који се испуштају, пречишћавање отпадних вода прехранбене индустрије и индустрије пића ће у будуће сигурно постати обавеза. Неке фабрике прехранбене индустрије (шећеране) пречишћавају своје отпадне воде, али велика већина наших фабрика хране и пића их не пречишћава већ само спроводи једноставну претходну механичку обраду (решетке, сита). Уколико фабрика испушта отпадне воде у јавну канализацију мора се извршити делимично пречишћавање до нивоа загађења дозвољеног за испуштање у канализацију. Уколико се отпадне воде испуштају директно у реципијент (водоток) мора се извести потпуно пречишћавање до концентрације која неће утицати на погоршање квалитета воде реципијента. Фабрике које испуштају отпадне воде у јавну канализацију су тзв. индиректни загађивачи, док фабрике које испуштају отпадне воде директно у реципијент су тзв. директни загађивачи. Осим тога имамо пречишћавање збирних отпадних вода фабрике где у случају фабрике која је индиректни загађивач имамо примену аеробног или анаеробног процеса, а у случају директног загађивача имамо примену аеробног процеса или комбинацију аеробног и анаеробног процеса.

3.3. Методе пречишћавања отпадних вода прехранбене индустрије

Најчешће главне методе за пречишћавање отпадних вода из прехранбене индустрије су: механички тј. физички поступци обраде, биолошки аеробни процеси, биолошки анаеробни процеси, физичко - хемијски поступци и комбинација претходно наведених процеса.

Која ће се од наведених метода користити зависи од читавог низа фактора: карактеристика отпадних вода, њиховог порекла, карактера, количине, протока, динамике испуштања, квалитета. Такође, на избор поступка пречишћавања утиче састав, као и захтев о квалитету пречишћеног

излазног ефлуента и карактеристика реципијента у који ће се изливати пречишћене отпадне воде. Како би се обезбедио захтевани квалитет излазног ефлуента неопходно је да се наведени поступци обраде отпадних вода интегришу у јединствен технолошки процес пречишћавања. Уређаји треба да буду такви да се комбинацијом наведених поступака обраде у потпуности обезбеди пречишћавање отпадних вода како би било омогућено њихово испуштање у природне водотокове. У зависности од концентрације органских загађујућих материја (биолошко оптерећење постројења) може се изабрати аеробни или анаеробни поступак обраде. Аеробни поступак се користи за мање загађене отпадне воде, а анаеробни за високо оптерећене отпадне воде.

Најчешће варијанте пречишћавања су:

- Директно испуштање отпадних вода прехранбене индустрије у градску канализацију, мешање са комуналним отпадним водама и заједничко пречишћавање на градском постројењу.
- Предтретман - отпадних вода прехранбене индустрије након чега се ефлуент упушта у градску канализацију и меша са комуналним отпадним водама. Овако помешане отпадне воде се пречишћавају на градском постројењу. Предтретмани отпадних воде прехранбене индустрије су неопходни ради довођења квалитета ефлуента на квалитет комуналних отпадних вода.
- Потпуно пречишћавање отпадних вода прехранбене индустрије пре њеног дефинитивног испуштања у реципијент. [5]

Обзиром да је потребан проценат уклањања загађујућих супстанци из индустријских отпадних вода, које се испуштају у градски канализациони систем, много мањи него за природне реципијенте много је лакше третирање ове отпадне воде. Како је потребна висока ефикасност самог третмана приликом испуштања индустријских отпадних вода у природне реципијенте неопходно је користити већи број сложених и специфичних поступака. Није редак случај да се и понављају поједине фазе пречишћавања.

Како је већ напоменуто највећи део отпадних вода се у нашој земљи уопште не пречишћава. Због усклађивања законодавства са европском регулативом као и угрожености водених ресурса у блиској будућности ће бити неопходна велика улагања у вези са решавањем проблема отпадних вода. Такође, стратегија земље је јасна да се отпадне воде морају пречишћавати, па ће самим тим фабрике прехранбене индустрије морати у догледно време да уведу пречишћавање својих отпадних вода.

3.3.1. Методе пречишћавања отпадних вода пореклом из млекара

Пракса добре заштите од загађења из погона млекарске индустрије подразумева смањење губитака производа током прераде, скупљање пратећих производа које омогућава њихово коришћење за друге сврхе (нпр. за употребу приликом производње сточне хране), коришћење већих паковања за једнократну употребу, рационално коришћење воде и средстава за чишћење, употреба млаза воде под притиском чиме се смањује потрошња воде и др.

Методе које се примењују за обраду отпадних вода из погона за припрему и прераду млека су:

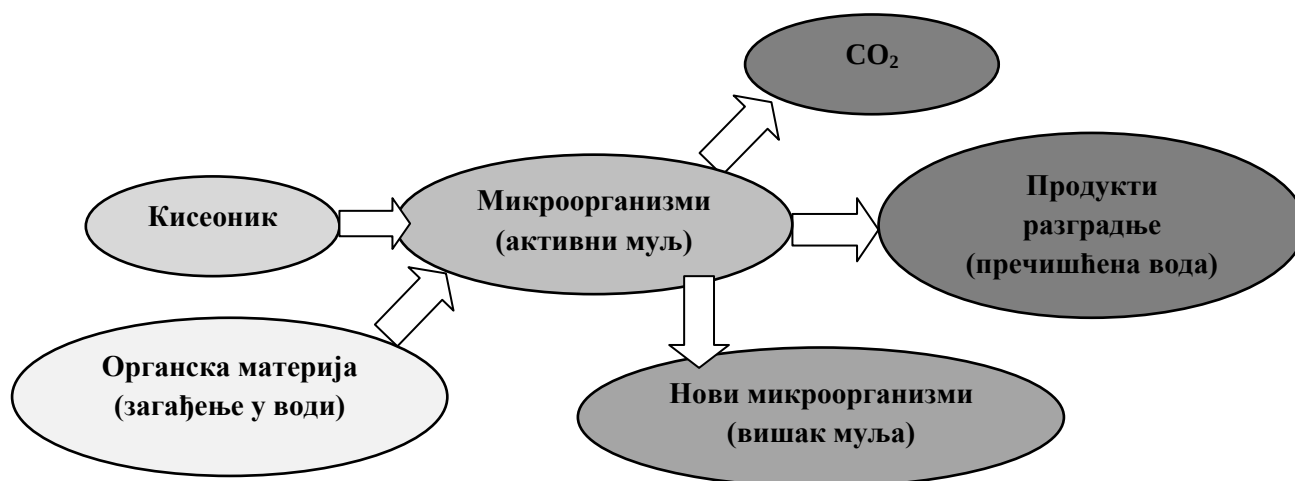
1. Разблажење у природном пријемнику отпадне воде је могуће ако отпадне воде немају превисок степен загађења и ако нису запремински обимне, а природни услови то дозвољавају.
2. Иригација напуштеног земљишта, ако у близини погона постоји довољна површина неплодног, напуштеног земљишта. За добар иригациони систем користе се дренажне цеви, постављене у специјално припремљене канале, који се од места излива из погона лепезасто шире, тако да равномерно обухватају читаву површину. На месту испуштања отпадне воде из погона најчешће се налази резервоар, који се у одређеним временским интервалима сам празни, дајући тако води потребан импулс, да би могла доћи и до најудаљенијих тачака система. На крајевима иригационих цеви обавезно се постављају вентилациони отвори који омогућавају правилан ток воде кроз цеви.
3. Обрада у септичним базенима, само за отпадне воде са мањом количином нечистоћа. Отпадна вода се испушта у базене у којима мирује одређено време (24 до 72 часа) у коме долази до самопречишћавања аеробним процесима.
4. Биолошко филтрирање са филтрационим материјалом (шљака, шљунак, песак) у које је претходно додата одређена количина отпадног муља са већ присутним микроорганизмима за пречишћавање отпадног материјала, углавном органског порекла. За формирање добре биолошке средине за процес пречишћавања потребно је извесно време, две до три недеље ("сазревање" филтра).
5. Обрада активним муљем је процес који се такође заснива на биолошким основама пречишћавања. Отпадна вода, уз аерацију, остаје у базенима са активним муљем најмање 30 сати, затим се преводи у таложни базен (2 сата), из кога се активни муљ враћа у аерациону секцију. Муљ тако стално циркулише уз повремену микробиолошку стабилизацију.
6. Поступак хемијског таложења значи примену хемијских коагуланата (креч, соли тровалентног гвожђа) уз вишечасовну аерацију и одвајање талога у базенима за седиментацију.

3.3.2. Аеробни третман отпадних вода

Аеробни биолошки поступци пречишћавања отпадних вода се заснивају на принципима самопречишћавања и одвијају се у присуству кисеоника, при чему разликујемо следеће процесе:

- процеси са активним муљем (суспендована микрофлора), процеси биолошке филтрације (са имобилисаном микрофлором на инертном носачу) и
- процеси у аерационим језерима или аеробним / факултативним лагунама.

На слици 3.1 представљен је аеробни процес који се користи за обраду вода са малом и средњом концентрацијом органских материја и у овим процесима долази до уклањања суспендованих органских материја путем биолошког дејства аеробних микроорганизама. [7]

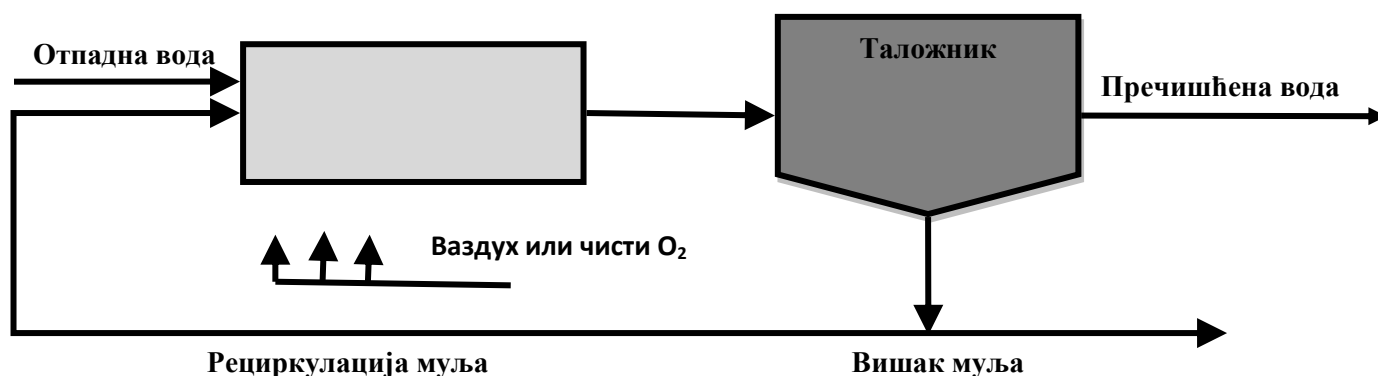


Слика 3.1 Аеробни биолошки процес обраде отпадних вода

3.3.2.1. Поступак са активним муљем

Процес пречишћавања воде са активним муљем представља уклањање органског загађења из отпадне воде помоћу аеробних микроорганизама (углавном су у питању бактерије, протозое, мезозое) при чему се аеробни микроорганизми налазе у желатинозним пахуљицама активног муља. Аерацијом смеше муља и отпадне воде у биоаерационом базену обезбеђује се измена супстрата и продуката метаболизма, као и потребна количина кисеоника за делатност микроорганизама. Долази до разградње супстрата тј. органског загађења. У секундарном таложнику долази до одвајања пречишћене воде од активног муља, након чега се један део муља враћа у рецикулацију тј. процес, а други даље обрађује. Сам ефекат пречишћавања зависи од више фактора: температуре, рН, кисеоника, интензитета мешања и стварања пахуљица.

Према начину уношења отпадне воде биоаерациони базени могу бити са клипним протицањем и са потпуним мешањем. Према оптерећењу, које представља однос хране и биомасе, биоаерациони базени се могу поделити на високооптерећене, конвенционалне и нискооптерећене. Слика 3.2 представља поступак пречишћавања отпадних вода активним муљем.

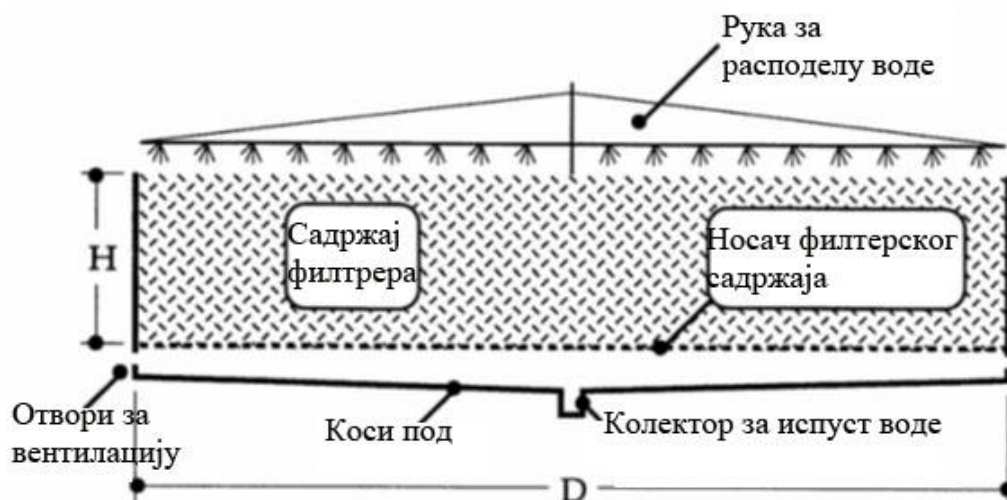


Слика 3.2. Пречишћавање воде активним муљем

3.3.2.2. Биолошка филтрација

Биолошком филтрацијом се врши биолошко пречишћавање отпадних вода помоћу аеробних микроорганизама. Приликом развијања и раста на површини пуњења биофилтра они су у виду fine превлаке или филма. Биолошки филтер који изгледа као округли бетонски базен са пречником од 6 до 50 m у коме се налази садржај који може бити од природног или вештачког материјала (слика 3.3). Отпадна вода се распрскава преко пуњења филтра при чему супстрат и кисеоник дифундују у биолошку опну. Она је учвршћена на филтрационом материјалу и у њој долази до разградње органских материја. Пренос супстрата, кисеоника и продуката метаболизма обавља се углавном молекуларном дифузијом.

Биолошка опна се према доминантним процесима који се у њој одигравају дели на три слоја. Први слој је спољашњи аеробни слој где се микроорганизми налазе у фази раста због доброг снабдевања кисеоником и супстратом. Затим иде средишњи аеробни слој који је добро снабдевен кисеоником, а слабије супстратом. И на крају постоји анаеробни слој уз саму површину носача опне. У овај слој не доспева ни супстрат ни кисеоник. Најзначајнији слојеви што се тиче процеса пречишћавања су први и трећи слој. У првом се разграђује органска материја, а у трећем се развијају гасови који слабе везу између опне и чврсте подлоге при чему утичу на откидање опне и на тај начин се регулише количина биомасе у филтру. Бактерије које чине биомасу су исте као бактерије у пахулицама активног муља. Биомасу још чине гљиве, алге, протозое и одређени број организама при чему су најраспрострањеније муве, црви, пауци, водени инсекти, па чак има и риба. Приликом примене биофилтера до висине од 12 m, могуће је обрађивати и високо оптерећене токове прехрамбене индустрије као што су пиваре, млекаре, погони за прераду воћа и поврћа, кланице и индустрије меса, винарије и сл., а све то захваљујући висини и дужем времену пролаза воде кроз садржај биофилтера.



Слика 3.3 Биолошки филтер

За аеробну биолошку разградњу могу се користити и биолошки дискови. На истој хоризонталној осовини дискови су постављени близу један другог при чему се на њима формира слој биомасе. Процес се одиграва са везаном културом микроорганизама. Дискови су делимично потопљени (око 40%) у отпадну воду и при обртању осовине наизменично пролазе кроз ваздух и воду чиме се интензивира апсорпција кисеоника и сама биоразградња. Пречник дискова обично износи 3-3,5 m и они ротирају периферном брзином од 0,3 m/s. На следећим сликама приказани су биодискови на отвореном (слика 3.4) и покривени биодискови (слика 3.5).



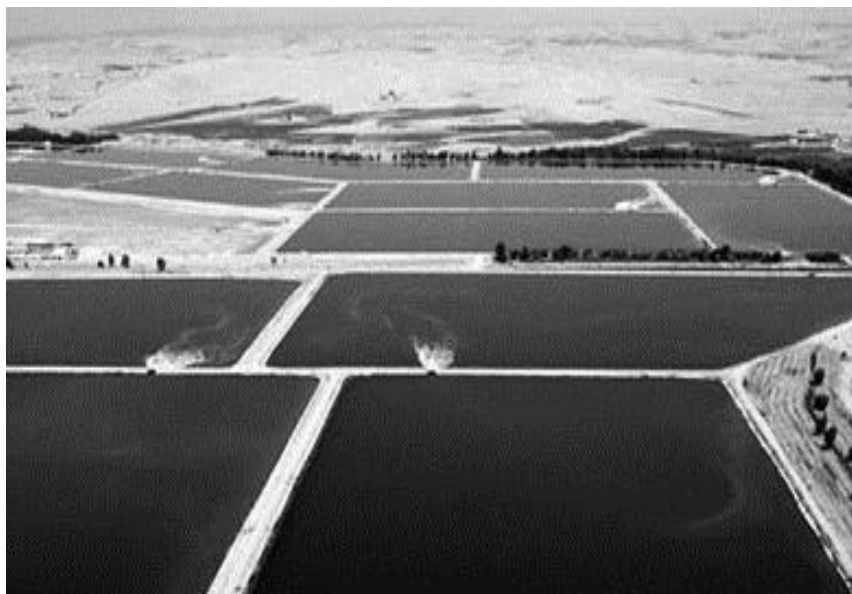
Слика 3.4. Биодискови на отвореном



Слика 3.5. Покривени биодискови

3.3.2.3. Стабилизациони базени

Стабилизациони базени се користе где постоји расположиво земљиште и климатски услови (слика 3.6). У њима се природним путем разграђује органско загађење пореклом из отпадних вода. Овај вид пречишћавања се не разликује много од самопречишћавања воде у природним воденим системима. Поред биолошких процеса у стабилизационим базенима се одвија таложење и испливање материја присутних у води. Органска материја се разграђује аеробним и анаеробним процесима уз одигравање процеса фотосинтезе алги при чему разградња зависи од органског оптерећења, климатских услова и дубине воде у лагуни. Постоје аеробни, факултативни и аерирани стабилизациони базени, као и базени са континуираним испустом и са задржавањем при чему не долази до испуштања у површинске воде.



Слика 3.6 Стабилизациони базени

3.3.3. Анаеробни третман отпадних вода

У циљу решавања проблема отпадних вода прехранбене индустрије и индустрије пића неопходно је упознати те отпадне воде и извршити њихову карактеризацију на основу чега се даље утврђује величина штете по екосистем од њиховог испуштања као и начин решавања проблема. Деценије развоја и имплементације у области анаеробног третмана отпадних вода ставили су ову технологију на завидан ниво. Што се тиче одрживости и исплативости анаеробни третман даје много боље резултате него што дају многе друге алтернативе. Посебно, конзервација енергије, односно избегавање губитка енергије за уништавање органске материје, и њено враћање из састојака органског отпада у облику биогаса, била је важна покретачка снага у развоју таквих система. Тренутно, друге предности као што су изузетно ниска производња вишка муља и компактност система су важни критеријуми за избор овог типа пречишћавања. У поређењу са конвенционалним аеробним системом за прераду, најзначајније предности анаеробног третмана отпадних вода су: смањена продукција вишка муља за 90%, без употребе фосилних горива за третман се штеди $\pm 1 \text{ kWh/kg}$ уклоњеног НРК, производња енергије у облику метан гаса на теоријску вредност од $3,8 \text{ kWh/kg}$ уклоњеног НРК, уштеда у простору око 90%, врло мало или се уопште не употребљавају хемикалије, обична технологија са високом ефикасношћу третмана, олакшава се рециклажа воде у фабрикама итд.

Раст цена енергената и брига о глобалном загревању стављају поново акценат на предности као што је не коришћење фосилних горива и производња енергије у облику метан гаса. С друге стране, из економских разлога, смањена продукција вишка муља је све више одлучујући фактор приликом избора анаеробног третмана отпадних вода посебно када је спаљивање вишка муља/биоотпада једина опција и износи 400-450 € по тони. Произведен муљ није отпадни продукт већ се користи као садни муљ за нове реакторе. Таква компактност чини систем погодним за примену у индустријским просторијама. Ово је од посебног значаја у густо насељеним подручјима и за оне индустрије које имају за циљ да користе анаеробни третман као први корак у третману регенерисања воде из процеса. [7]

3.3.3.1 Метанско врење као биолошка основа анаеробног пречишћавања

Анаеробни третман отпадних вода је веома погодан за индустрије које испуштају високо концентроване (преко 1.500 mg НРК/l) отпадне воде. Прехранбена индустрија, пиваре, индустрије пића испуштају отпадне воде овог типа. Биолошку основу анаеробног пречишћавања представља метанско врење којим се органска материја преводи у смесу гасова, тзв. биогас чије су основне

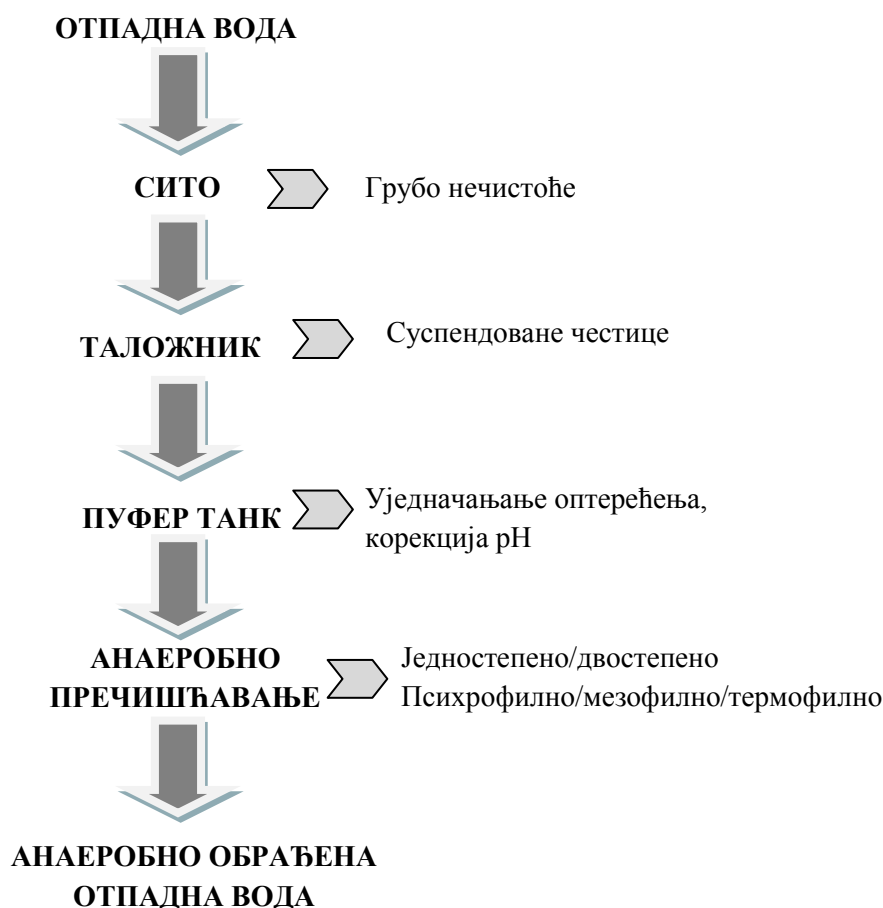
компоненте метан и угљен-диоксид. Да би бактерије метанског врења оствариле своју активност потребни су одређени услови као што су одсуство кисеоника, редукциона средина и одређени рН интервал. Метанско врење је процес који се састоји из две фазе: ацидогенезе и метаногенезе. Ове две фазе изводе две главне групе бактерија: ацидогене и метаногене. У оквиру ацидогенезе се одвија хидролиза макромолекула (у отпадним водама прехранбене индустрије и индустрије пића то су биополимери: угљени хидрати, протеини, липиди) и ферментација производа хидролизе у органске киселине, алкоhole, амонијак, угљендиоксид и водоник. Током метаногенезе долази до настајања метана и осталих гасова (највише угљендиоксида, затим, у много мањим концентрацијама азота и водониксулфида) из продуката ацидогенезе прекурсора метаногенезе. Метанско врење се даље дели, на шест различитих фаза: хидролиза биополимера до мономера (аминокиселине, шећери и масне киселине дугих ланаца), ферментација аминокиселина и шећера, анаеробна оксидација масних киселина дугих ланаца и алкоhole, анаеробна оксидација испарљивих масних киселина тј. интермедијерних продуката, конверзија ацетата и водоника у метан.

Основни фактори контроле метанског врења тј. анаеробног пречишћавања су: температура, рН вредност, нутриционе потребе, инхибиције. Процес анаеробног пречишћавања је знатно спорији од аеробног, а температура метанског врења доста утиче на брзину одвијања анаеробног процеса.

На успешност и саму могућност примене анаеробног процеса пречишћавања може да утиче и инхибиција метанског врења и постојање инхибитора у отпадним водама. У анаеробним процесима су истовремено постигнута два важна циља: уклањање органске материје и уклањање сулфата. Метаногенезу инхибишу акцептори електрона као што су сулфати и нитрати. Сулфати су изузетно важни јер су чест састојак отпадних вода, а у појединим отпадним водама прехранбене индустрије и индустрије пића има их у великим концентрацијама (отпадна вода из производње квасца, цибра из производње алкоhole из меласе). Међутим, висок садржај сулфата може довести до дестабилизације процеса због формирања водоник-сулфида. Сулфат редукујуће бактерије врше интерактивну компетицију са осталим анаеробним бактеријама које су укључене у метаногенезу, што резултује формирањем H_2S уместо метана. Приликом анаеробног пречишћавања отпадних вода богатих сулфатима, сулфат-редукујуће бактерије су у компетицији са бактеријама које продукују метан за расположиве доноре електрона, па је однос НРК: сулфат је кључни фактор који утиче на компетицију. Инхибиција процеса је израженија код повећане концентрације самих сулфата, него код насталог водониксулфида. С друге стране, упркос наведеним тешкоћама, анаеробна дигестија је успешно примењена на различите отпадне воде богате сулфатима, како у лабораторији тако и постројењима. Органски азот се у анаеробним условима, кога има практично у свим отпадним водама прехранбене индустрије, редукује до амонијака. Он у повишеним концентрацијама узрокује инхибицију метаногена тј. најосетљивије групе бактерија у процесу метанског врења. Међутим, адаптацијом метаногеног муља на повишене концентрације амонијака може се остварити успешна метаногенеза при врло великим концентрацијама амонијака. Технологија анаеробног пречишћавања обухвата адекватан технолошки процес, одговарајући техничко-технолошки поступак и поуздано вођење и мониторинг процеса. [3]

3.3.3.2 Шема процеса

У зависности од производног процеса отпадне воде прехранбене индустрије и индустрије пића садрже мању или већу концентрацију грубог материјала: семенке, петелке и покожица воћа и поврћа, комадићи костију и коже животиња, делови стабљике житарица итд. Овај материјал је или биолошки неразградљив или тешко разградљив. Накупљање овог материјала у типовима анаеробног ферментатора, тзв. дигестора, може довести до смањења ефикасности пречишћавања отпадних вода и проблема у раду. Због тога је прва операција у процесу анаеробног пречишћавања уклањање грубих нечистоћа ситом.



Слика 3.7 Општа шема процеса анаеробног пречишћавања отпадних вода индустрије

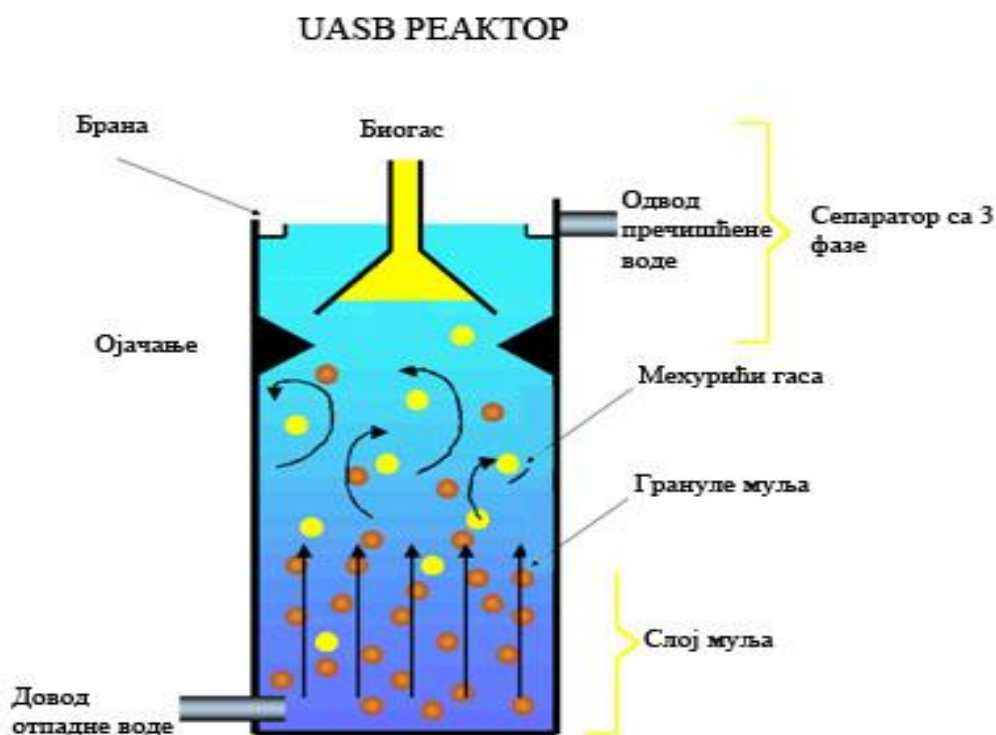
Обзиром да отпадне воде фабрика хране и пића имају повећану концентрацију суспендованих честица за њихово уклањање се користи гравитациони таложник. Код појединих фабрика као што су уљаре и кланице највећи проблем представљају уља и масти, које могу да сметају ако се нађу у повећаним концентрацијама. Уколико је то случај онда се поставља и гравитациони хватач масти (може у комбинацији са таложником) или уређај за флотацију диспергованим или раствореним ваздухом. Основна карактеристика отпадних вода већине фабрика прехранбене индустрије и индустрије пића, као последица шаржног карактера производних процеса је неравномерност протока воде и концентрације загађења у води. Хидраулично и органско оптерећење су два најбитнија параметра процеса, па треба одржавати што ужи њихов опсег. Стога, један од значајнијих корака је уједначавање протока и оптерећења уколико је потребно и уз корекцију рН вредности отпадне воде. Даље припремљена отпадна вода иде само на анаеробно пречишћавање које се може извести као једностепени или двостепени процес, уз рад у психрофилној, мезофилној или термофилној области. Анаеробно обрађена отпадна вода, у којој је преостала релативно мала концентрација загађења, се испушта у канализацију или се даље врши њено аеробно пречишћавање (слика 3.7). [3]

3.3.3.3 Избор типа и решења дигестора

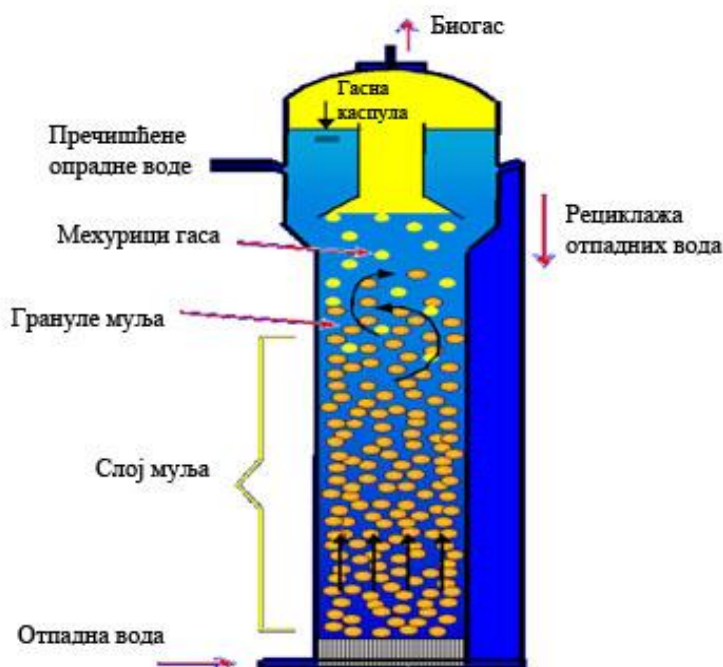
Систем за аеробни третман отпадних вода као што су конвенционални са активним муљем су широко прихваћени за третирање отпадних вода мање чистоће (<1.000 НРК/L). Погодни су за третман комуналних отпадних вода. Процес са активним муљем је енергетски интензивнији због високих захтева за аерацију и он такође производи велике количине муља (око 0,4g суве нето тежине/g уклоњеног НРК) који мора да се третира и одлаже. Као резултат тога, рад и одржавање трошкова система са активним муљем су знатно високи.

Анаеробни процес за пречишћавање отпадних вода из домаћинстава је алтернатива, која је потенцијално исплативија, нарочито у суптропским и тропским регионима у којима је клима топла константно током целе године. Анаеробни процеси пречишћавања отпадних вода се све више користе у последњих неколико деценија. Ови процеси су важни јер имају позитивне ефекте: уклањање вишка органских материја, ниска производња муља, уклањају се патогени, производња метан гаса и ниска енергетска потрошња. Избор поступка се углавном своди на избор типа и решења дигестора. Такође, избор поступка анаеробног пречишћавања зависи у највећој мери од карактеристика отпадне воде или отпадног тока (муљ, чврсти отпад) који се обрађују. Данас се углавном за анаеробно пречишћавање отпадних вода прехранбене индустрије и индустрије пића користе дигестори којима је заједничка карактеристика веома велика концентрација активне бактеријске биомасе. Ово потпомаже да се неутралише основна мана анаеробног пречишћавања - спорији процес у односу на аеробно пречишћавање. Накупљањем биомасе се остварује висока ефикасност пречишћавања уз веома велика органска и хидрауличка оптерећења.

UASB реактор (енг. *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) је технологија која се сматра пробојем у развоју и примени анаеробних технологија за индустријске отпадне воде. UASB реактор је развијен од стране Dr. Gatzert Lettinga и његових колега касних 70-их на Wageningen универзитету у Холандији (слика 3.8). Након седамдесетих година, систем је постао нагло популаран посебно у пољопривредном и прехранбеном сектору (табела 3.1). Реактори са слојем муља су постали доминантни током последњих деценија. У савременој индустријској пракси је најзаступљенији дигестор UASB са слојем муља који је накупљен у доњој зони дигестора, обично у облику пелета, са узлазним током отпадне воде кроз слој муља. UASB технологија се интензивно користи за ефлуенте из различитих извора као што су дестилерије, прехранбене индустрије и комуналне отпадне воде. Велика предност је у томе што технологија захтева релативно мање инвестиције у односу на анаеробни филтер или системе са флуидизованим слојем. UASB реактор се у суштини састоји од сепаратора којим се раздваја биогас, пречишћена отпадна вода, и муљ који се враћа (седиментира ка слоју муља), дистрибутивног система за инфлуент и система за испуштање ефлуента. Рецикулација ефлуента није неопходна као што је неопходан довољан контакт између отпадних вода и муља чак и на ниским органским оптерећења инфлуента. UASB може да обрађује отпадне воде у доста широком интервалу концентрације органског загађења (НПК, ВРК₅), од средње, па и слабо загађених, све до отпадних вода и отпадних токова са великим и веома великим органским садржајем, као што су цибре или сурутка. Због тога што је муљ пелетиран и са добрим таложним карактеристикама UASB дигестор добро подноси сразмерно велика хидрауличка оптерећења. Уколико су суспендоване честице у великој мери биолошки разградиве њихова повећана концентрација не представља сметњу. У супротном ће доћи до накупљања биолошки неразградљивих материја у слоју муља. Модификовани UASB дигестори који превазилазе ограничења првобитног су тзв. EGSB (енг. *Expanded Granular Sludge Bed*) тј. UASB дигестор са рецикулационом петљом (поврат дела анаеробно обрађене отпадне воде). Ово је дигестор са експандованим слојем пелетираног муља (слика 3.9). Њиме се постиже експандовање, а делом и флуидизовање слоја муља, што омогућава обраду отпадних вода са повећаном концентрацијом биолошки тешко или неразградљивих суспендованих честица. Због повећаног протока кроз сам дигестор честице се не акумулишу у слоју муља. Код овог типа дигестора се примењује незнатно већа брзина површинског уплова течности (5-10 m/h у односу на 3 m/h за растворљиве отпадне воде и 1-1,25 m/h за делимично растворљиве отпадне воде у UASB). Због веће брзине уплова, углавном ће се зрнасти муљ задржавати у EGSB систему, а код значајног дела ћемо имати експандовање или флуидизовање слоја муља. Као резултат тога, контакт између отпадних вода и муља је одличан. Шта више, транспорт подлоге у муљ агрегата је много бољи када се пореди са ситуацијом у којој је интензитет мешања много мањи. Изнад дигестора са спољне стране се налази сепаратор из кога се муљ враћа у доњи UASB дигестор. Тиме се постиже веома велико хидраулично оптерећење што омогућава обраду и слабо загађених отпадних вода и рад на нижим температурама. [3]



Слика 3.8 UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) реактор



Слика 3.9 EGSB (Expanded Granular Sludge Bed) реактор

После UASB дигестора и његових модификација, за обраду отпадних вода индустрија се највише користи анаеробни филтер код кога је биомаса имобилисана на непокретном носачу. Носач је углавном израђен од синтетских полимера, са вертикално постављеним или закошеним каналима. Анаеробни филтер је осетљив на повећану концентрацију суспендованих честица, али добро подноси велика хидрауличка оптерећења.

Индустријски сектор	Отпадне воде
Прехрамбена индустрија	Шећер, кромпир, скроб, квасац, пектин, лимунска киселина, фабрика за прераду, кондиторске индустрије, воће, поврће, млекаре, пекаре
Индустрија пића	Пиво, безалкохолна пића, вина, воћни сокови, кафа
Дестилерије	Меласа од шећерне трске, меласа репе, грозђано вино, житарице, воће

Табела 3.1. Примена анаеробног система за третман отпадних вода одређених индустријских грана

Код анаеробног пречишћавања имамо једностепени процес (ацидогенеза и метаногенеза се одвијају у једном реакторском простору) и двостепени процес (ацидогенеза и метаногенеза се одвијају у посебним дигесторима). Двостепени процес се све чешће примењује за отпадне воде прехрамбене индустрије и индустрије пића.

У циљу убрзања процеса анаеробно пречишћавање се обавља у мезофилној температурној области где је уобичајени интервал температура од 30-40°C. У прилог томе иде и чињеница да велика већина отпадних вода прехрамбене индустрије и индустрије пића има повишену температуру. Већина анаеробних процеса се одигравају под мезофилним условима (око 35°C). Међутим, већина вода се испушта на третман са температурама испод 18°C. Због тога се многе отпадне воде греју пре третмана, тако да се троши до 30% произведене енергије. Основни циљ је смањење трошкова за третман отпадних вода и смањење количине муља. Међутим, постоји, још један важан аспект за примену анаеробних третмана као првог корака у третману комуналних и индустријских отпадних вода. Под анаеробним условима тешко биоразградива органска једињења могу бити декомпонована (барем на једноставније супстанце). За отпадне воде и отпадне токове прехрамбене индустрије који су веома загрејани, као што су воде од љушћења и бланширања поврћа паром (80° - 90°C) или цибре из производње алкохола (>90°C), је погодно користити термофилни процес (интервал радних температура 50 - 70°C, а обично се користе температуре у интервалу 50 - 55°C). Термофилни процес карактерише способност подношења већих органских оптерећења тј. краће време задржавања при истом нивоу оптерећења.

3.3.3.4 Основни параметри процеса

На процес анаеробне дигестије значајно утичу оперативни услови. Како процес укључује продукцију испарљивих киселина, важно је да је стопа реакција буде таква да не постоји акумулација киселина, која би довела до неуспешних резултата дигестије. То, заузврат, утиче на снагу инфлуента.

Температура и рН су друге важне променљиве јер су бактерије које продукују метан осетљиве на њих. Анаеробна дигестија је под снажним утицајем температуре и може се груписати у једну од следећих категорија: психрофилна (0 - 20°C), мезофилна (30 - 40°C) и термофилна (50 - 70°C). Анаеробне бактерије су доста отпорне на промене температуре, све док она не прелази горњу границу која је дефинисана датим температурним опсегом на којој стопа опадања почиње да прелази стопу раста. У мезофилном опсегу, бактеријска активност и раст смањују се за једну половину на сваких 10°C када температура падне испод 35°C, тако, за дати степен дигестије који се постиже, што је нижа температура, дужа је дигестија. Код дигестора са контролом радне температуре, једном изабрана температура треба да се одржава у што ужем интервалу, посебно у термофилном режиму рада. Утицај температуре на прву фазу процеса дигестије (хидролиза и ацидогенеза) није веома значајан. Друга и трећа фаза распадања може се извршити само од стране појединих специјализованих микроорганизама (ацидогених и метаногених бактерија) и на тај

начин, они су много осетљивији на промену температуре. Међутим, важна карактеристика анаеробних бактерија је да је њихова стопа опадања изузетно ниска на температурама испод 15°C. Дакле, могуће је очувати анаеробни муљ дуго, а да се не изгуби много од његове активности. Ово је нарочито корисно код анаеробног третмана отпадних вода код сезонских индустрија као што је шећерана.

Анаеробне реакције су веома зависне од рН вредности. Оптимална рН за метаногене бактерије је 6,8-7,2, а за ацидогене бактерије пожељне су рН вредности од 5-6 и рН 5,7-6,5. Код анаеробних система рН се обично одржава у оквиру метаногене границе како би се спречила превласт ацидогенних бактерија. Неопходно је да садржај реактора обезбеди довољан пуферски капацитет и на тај начин спречи нагомилавање локализованих зона киселина у дигестору. У принципу, натријум-бикарбонат се користи за допуну алкалности, јер је то једина хемикалија, која нежно помера равнотежу на жељену вредност, без ометања физичке и хемијске равнотеже крхке микробиолошке популације.

Присуство јона у супстрату за деловање бактерија је критичан параметар јер утиче на процес гранулације и стабилности реактора. Бактерије у анаеробним процесима дигестије захтевају микроелементе и елементе у траговима као што су азот, фосфор, сумпор, калијум, калцијум, магнезијум, гвожђе, никл, кобалт, цинк, манган и бакар за оптимални раст. Иако су ови елементи неопходни у екстремно ниским концентрацијама, недостатак ових хранљивих материја има негативан утицај на раст микроба и перформансе. Бактерије које стварају метан имају релативно високе унутрашње концентрације гвожђа, никла и кобалта. Ови елементи можда неће бити присутни у довољним концентрацијама у отпадним водама добијеним из процеса од једног агроиндустријског производа као што су кукуруз или кромпир, или отпадних вода насталих од кондензата. У таквим случајевима, отпадне воде морају бити допуњене микроелементима пре третмана. Потребан оптималан однос C: N: P за унапређење добијене количине метана би требало да буде 100:2,5:0,5. Минимална концентрација макро и микроелемената може бити израчуната на основу биоразградиве концентрације НРК отпадних вода, ћелијског приноса и концентрација хранљивих материја у бактеријским ћелијама. У принципу, концентрацију хранљивих материја инфлуента треба прилагодити вредности једнакој два пута минималној концентрацији потребних хранљивих материја како би се осигурало да постоји мали вишак у потребним хранљивим материјама.

Код анаеробних третмана за пречишћавање отпадних вода хидраулично оптерећење (количина унете отпадне воде по јединици радне запремине дигестора на сат или на дан) и органско оптерећење (количина унетог органског загађења по јединици радне запремине дигестора на сат или на дан изражено најчешће у kg НРК/m^3 дан) играју важну улогу. Концентрација органског загађења отпадне воде представља везу између хидрауличног и органског оптерећења. Најзначајнији параметри процеса који служе за утврђивање главних ефеката анаеробног процеса су: алкалитет, концентрација испарљивих масних киселина, концентрација преосталог органског загађења, количина произведеног биогаза, састав биогаза (CH_4 , CO_2 , H_2 , H_2S).

Како би процес био успешно праћен и контролисан неопходно је спроводити низ мерења како на самом постројењу (проток отпадне воде и рецикулационог тока, температура, рН, проток биогаза) тако и у пратећој лабораторији (НРК, испарљиве масне киселине, алкалитет, анализа биогаза). Алкалитет и концентрацију водоника или метана су осетљиве променљиве које у раној фази указују на нарушавање стабилности процеса анаеробног пречишћавања и самим тим омогућавају брзо реаговање.

3.3.3.5 Својства биогаза

Биогас добијен анаеробним врењем органских отпадних материја, спада у групу горивих гасова. Састав и особине биогаза мењају се у зависности од врсте полазног материјала (биомасе) и од технолошких услова за време процеса дигестије. Анализе топлотне моћи биогаза се донекле разликују од аутора до аутора, али се углавном крећу око 20 MJ/m^3 . Ради поређења у табели 3.2 су наведене топлотне моћи неких других врста гасова који су најчешће у употреби.[8]

Врста гаса	Доња топлотна моћ		
	kJ/m^3	kcal/m^3	kWh/m^3
Биогас	22000	5200	6.1
Чисти метан	35880	8571	9.9
Природни гас	38500	9200	10.7

Табела 3.2 Доње топлотне моћи неких врста гасовитих горива и биогаза

Топлотна моћ биогаза може се повећати уколико се одстрани CO_2 . Такође, може бити корисно одстранити влагу из биогаза, тј. осушити га. Сушењем биогаза водоник-сулфид (H_2S) који се у њему налази престаје да буде корозиван, па задржава и даље свој карактеристичан упозоравајући мирис.

3.3.3.6 Састав биогаза

Посматрано у односу на стандард SRPS H. F1.001 састав биогаза представља садржај главних састојака и пратећих елемената. Садржај главних састојака у биогазу, исказује се у запреминским, масеним или молским уделима ($\text{V/V, \%, m/m, \%, mol/mol, \%,}$). Пратеће компоненте или примесе могу бити течне или гасовите и њихова концентрација се изражава у mg/m^3 , cm^3/m^3 , mg/mg . Уопште речено, биогас се састоји из горивих и негоривих компоненти. Од горивих је најзначајније присуство метана, а од негоривих гасних компоненти најизражајније је присуство угљендиоксида.[8]

Гориви састојци биогаза		Негориви саставци биогаза	
Назив гаса	Запремински удео(%)	Назив гаса	Запремински удео
Метан(CH_4)	55÷75	Угљен-диоксид	25÷45
Водоник(H_2)	0÷1	Азот(N_2)	0÷2
Водоник-сулфид(H_2S)	0÷1	Кисеоник(O_2)	0÷0.5
		Водена пара(H_2O)	0÷2
		Амонијак(NH_3)	0÷2

Табела 3.3 Састав биогаза

На квалитет биогаза се може утицати и његовом дорадом после изласка из дигестора, нарочито у смислу поправке његових горивих особина. Поправка горивих особина биогаза креће се у правцу смањења негоривих састојака и елиминације штетних горивих састојака. На централном постројењу за пречишћавање отпадних вода (ЦППОВ) - Крагујевац урађена је вишеструка анализа узорака биогаза у периоду фебруар-март 1991. год. Узорци су узети при нормалном раду постројења. Добијене вредности су дате у табели 3.4.

Компонента	Јединица	Бројна вредност
Метан	%	63,885
Азот	%	0,005
Угљен-диоксид	%	36,110
Укупан сумпор	mg/m ³	47
Прашина(честице)	mg/m ³	7,5
Укупни халогени угљоводоници	mg/m ³	17,8
Амонијак	mg/m ³	1,7

Табела 3.4. Састав биогаза добијеног пречишћавањем отпадних вода града Крагујевца

3.3.3.7 Ефекат анаеробног процеса пречишћавања

Постоји све већи интерес за алтернативне изворе енергије што представља резултат повећане тражње за енергијом заједно са порастом трошкова расположивог горива. Индустријализација имала је за резултат генерисање велике количине ефлуената са високим садржајем органског порекла који, ако се одговарајуће третира, може довести до трајног извора енергије. Упркос чињеници да постоји негативан утицај индустријализације на животну средину, ефекат може да се минимизује и енергија се може искористити путем анаеробног третмана отпадних вода.

Основни разлог за примену процеса анаеробне обраде отпадних вода прехранбене индустрије и индустрије пића је пречишћавање. Првенствено долази до смањења концентрације органског загађења, али се пуна вредност анаеробног пречишћавања остварује тек вредновањем осталих потенцијала анаеробне обраде: коришћењем произведеног биогаза и уштедама у трошковима насталим због далеко мање продукције вишка анаеробног муља. Због тога, ефекти примене анаеробног пречишћавања су: ефикасност пречишћавања, количина и квалитет произведеног биогаза, као и продукција анаеробног муља.

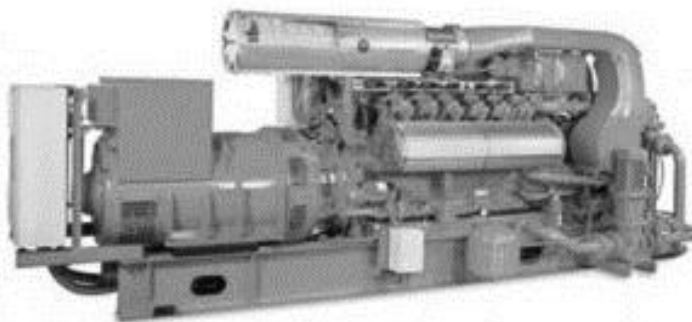
Ефикасност уклањања органског загађења посматра се у зависности од концентрације загађења у отпадној води или отпадном току, хидрауличког и органског оптерећења процеса, биоразградљивости загађења, постојања и концентрације инхибиторних супстанци, радне температуре процеса, врсте примењеног технолошког поступка. Једино посматрањем ове међузависности се може правилно оценити податак о ефикасности пречишћавања.

Уколико је процес анаеробног пречишћавања отпадних вода добро вођен он је углавном енергетски позитиван. Количина енергије произведеног биогаза је већа од количине енергије неопходне за анаеробни процес. Добијена енергија представља значајан ресурс тј. вредност на нивоу фабрике. Са вишком енергије биогаза се може покрити значајан део укупних енергетских потреба пречишћавања.

Како је већ напоменуто једна од предности анаеробног процеса пречишћавања је што настаје далеко мање муља. Трошкови обраде муља представљају значајну ставку у укупним трошковима пречишћавања (до четвртине, па и више) па је ово од изузетног значаја у погледу уштеде. Када се уместо чистог аеробног процеса користи комбиновани процес анаеробно-аеробног пречишћавања произукује се минимум од 50 до 60% мање муља. [3]

3.4 Пример добијања биогаса из млекарске индустрије у Србији

Млекара "Лазар" је до сада уложила 2,6 мил. USD у куповину и инсталацију ове технолошке опреме која користи биогас и која је произведена у САД. Компанија "Лазар" користи постројење за прераду биоразградивог отпада са фарме и из млекарне, користећи отпад за производњу биогаса као биолошког горива за производњу струје. Инсталација биогас постројења је не само једна од највећих домаћих инвестиција на југу Србије већ представља и значајан трансфер технологије у области пољопривреде и обновљиве енергије. Поред тога што омогућава млекари "Лазар" да претвори отпад у профит, ова инвестиција може послужити као пример у ком правцу треба да се развија сточарство и млекарство у Србији. Овај трансфер технологије инициран је кроз програм америчког министарства пољопривреде (USDA) који има за циљ промовисање извора обновљиве енергије у српској пољопривреди, а Агробизнис пројекат Америчке агенције за међународни развој (USAID) имао је кључну улогу у увођењу ове технологије у сектор сточарства и млекарства у Србији. Пројекат предвиђа изградњу анаеробногидгестора и инсталацију GE Jenbacher Gen Set од 1 MW (слика 3.10) инсталираног капацитета за потребе електричне енергије и на тај начин се замењује струја из националне електричне мреже и смањује се емисија метана кроз коришћење биогаса за рад мотора.



Слика 3.10 GE Jenbacher Gen Set од 1 MW

Бр.	Елементи	Количина, t/дан
1	Стајњак	40
2	Сурутка	30
3	Силажа	25
	УКУПНО	95

Табела 3.5. Елементи који се користе као извори биогаса

Стајњак из штале се одлаже скрепером директно постојећим подземним каналом. Из канала стајњак иде у бетонски базен изграђен поред штале. Свакодневно скинут стајњак се транспортује у базен за стајњак у близини фарме. Генерисани биогас у дигестору ће се даље користити за производњу електричне енергије на фарми CHP Gen-Set, са очекиваном годишњом бруто количином електричне енергије од 8.000 MWh. Сходно томе, пројекат утицаће и на смањење ефекта стаклене баште за око 30.000 t CO₂ годишње. Треба напоменути да је, при израчунавању смањења емисије GHG, узета у обзир само емисија метана из стајског ђубрива и замена електричне енергије из националне мреже. Поред поменутих, пројекат помаже Републици Србији у повећању коришћења обновљивих извора енергије, на тај начин смањујући количину употребе фосилних горива [9].

4. Примери прераде отпадних вода у прехранбеној индустрији у свету и Србији

4.1 Прерада отпадне воде из објеката и постројења за прераду млека и производњу млечних производа

Прехранбена индустрија ствара велике количине отпада које садрже масти, уља и мазива, суспендоване чврсте материје, биохемијску потрошњу кисеоника (ВРК и бројне друге полутанте). Овакве отпадне воде су познате као "замашћени отпад". Закон о водама обавезује све произвођаче и прерађиваче хране да поставе уређај за предtretман отпадне воде, ради смањења количине масти, уља и мазива, до нивоа прописаног правилником за испуштање отпадних вода у канализациони систем.

Отпадне воде из ових постројења настају и каналишу се као резултат:

- Претходне обраде млека као полазне сировине;
- Обраде и третмана млечних производа (процеси сепарације, хомогенизације и пастеризације);
- Расхладних уређаја (где се вода користи за хлађење и загревање млека);
- Прања и испирања машина и уређаја (вода са великим садржајем масти, детерџента, натријум-хидроксида);
- Парних котлова (у виду кондезата), компресорских уређаја (као расхладни медијум);
- Производње млека у праху и производње воћних десерта и др;
- Вода употребљена за чишћење просторија, хладњача и одељења где се врши обрада млека;
- Прање камиона за превоз млека и вода која се употребљава за прање утоварно-истоварних рампи, чишћење и прање круга млекаре и др.

Врста производа	Количина отпадне воде (m ³ /t произведеног млека)
„бели“ производ (нпр. млеко, јобурт)	3
„жути“ производ (нпр. бутер, сир)	4
„специјални“ производи (нпр. концентрат млека, сурутка, суви млечни производ)	5

Табела 4.1 Апроксимативне вредности количина отпадних вода насталих у процесима прераде млека

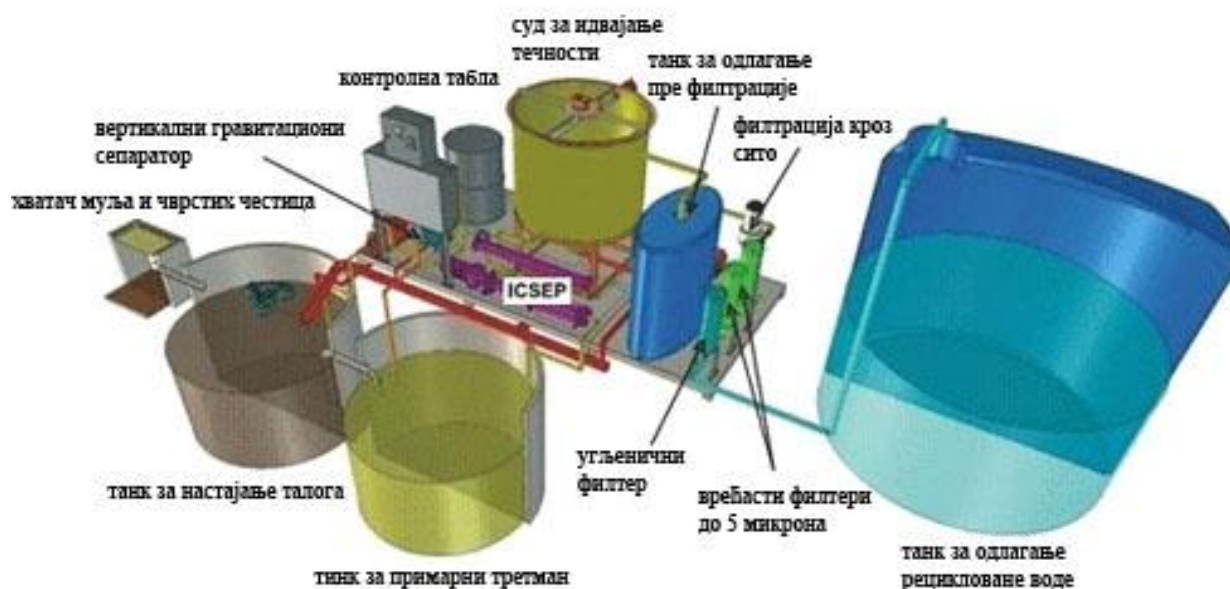
Стратегија смањивања и минимизације количине отпадних вода је примена следећих техника:

- Осигурати потпуно пражњење контејнера и цевовода, а пре чишћења уклањање отпадака;
- Сакупљање изливене чврсте материје (сир и сл.) да би се прерадила за сточну храну уместо пуштање отпадака у канализацију;
- Постављање решетки на канализационе шахтове за спречавање упуштања чврстих материја у канализацију;
- Уграђивање повезаних оптичких сензора за одвајање производа од воде да би се смањили губици са обе стране;
- Суво чушћење где је могуће, стругање зидова посуде пре чишћења са водом или чишћење компримованим ваздухом.

Млекара ПТП Миловановић д.о.о. се налази у Шапцу. Млекара кроз технолошки поступак обраде млека дневно произведе 40 кубних метара отпадне воде. У тој млекари запослено је 48 радника, а фирма сарађује са 1.200 коопераната. Дневно се преради у млечне производе 20.000 литара млека које се продаје у Шапцу и Београду. [11]

Крајем 2012. године ова компанија је своју отпадну воду почела да прерађује у постројењу за пречишћавање отпадних вода. Пројекат је био вредан 240.000 евра, од чега је инвестиција у опрему за пречишћавање износила 170.000 евра. Европска банка за обнову и развој је одобрила подстицајна средства као и повраћај средстава (20%) због енергетске ефикасности целокупног система. Почетна инвестиција је велика, али је добробит за средину еколошки немерљива.

Постројење за пречишћавање отпадне воде је „Домино МАКСИ ПЛУС“, приказано на слици 4.1 „Макси плус“ се користи за пречишћавања великих запремина воде за потребе индустрије. Он обухвата аутоматизовано уклањање талога и испирање филтера повратним током, чиме је обезбеђено минимално одржавање.



Слика 4.1 “Домино МАКСИ ПЛУС”

Начин рада се састоји у следећем:

1. Отпадна вода улази у систем преко хватача талога и чврстих честица.
2. Како се хватач масти пуни, тако вода прелива преко бране у резервоар за настајање талога.
3. Резервоар за настајање талога се пуни, док се истовремено прелива у резервоар за примарни третман.
4. У примарном резервоару се вода истовремено третира на два начина:
 - а. Зауљена вода се црпи са површине резервоара помоћу лебдећег скидача, који се затим пуни кроз вертикални гравитациони сепаратор (VGS) пре него што се враћа у резервоар за примарни третман. Уља и лебдеће чврсте честице се сакупљају у VGS за каснију диспозицију.
 - б. Пречишћена вода се истовремено црпи из средине резервоара у индуковани циклонски сепаратор ICSEP где се додаје флокулант и настаје индуковани циклонски процес убацивања ваздуха пре преноса воде у суд за издвајање течности (LSV).
5. Површина воде у LSV се "гребе" ради уклањања суспендованих чврстих честица и уља истиснутих помоћу ICSEP. Чиста вода се одлива у резервоар за одлагање пре филтрације кроз сито.

6. Вода се из резервоара за одлагање пре филтрације пумпа кроз сито за уклањање контаминирајућих материја величине 100 микрона и двоструке врећасте филтере за уклањање контаминирајућих материја величине до 1 микрона.
7. Чиста вода, спремна за коришћење, чува се у резервоару за одлагање рецикловане воде.
8. Вода се у резервоару за рецикловану воду контролише и додаје јој се потребна количина хлора да би се одржао њен квалитет и да би се обезбедило удољовавање захтевима OHS (Occupational Health and Safety - Заштита здравља и безбедности на раду).

Млекара Миловановић је прва млекара у шабачком крају која има систем за пречишћавање отпадних вода. Захваљујући овој инвестицији уместо у подземне колекторе пречишћена вода из производних погона одлази у речицу Думачу. Капацитет изграђеног постројења довољан је за дуплирање производње у новој хали коју планирају да граде.

4.2 AS-FLOT технологија

Једна од технологија која се користе у свету је технологија (флотацијска јединица) означена под називом AS – FLOT (слике 4.3). Ова технологија се може користити за третман отпадних вода из прехранбене индустрије. AS – FLOT технологија се користи за третман отпадних вода кланица и индустрија за прераду меса, млекара, сирева, пивара, погона за прераду биљних уља и животињских масноћа.

AS – FLOT технологија се може користити у следећим гранама прехранбене индустрије:

- месна индустрија,
- пиваре,
- кланице стоке,
- прерада рибе,
- млекаре,
- производња чипса и сл.,
- сиране.

Принцип рада AS – FLOT технологије заснива се на сепарацијским процесима, који се користе за издвајање диспергованих честица (суспендоване материје, уља и масноће) из отпадне воде. Током процеса флотације долази до интеракције између честица загађења и финих мехурића ваздуха при чему настаје флотацијска пена која је лакша од воде те испливава на површину. Пена се са површине уклања помоћу згртача у прихватни резервоар. Отпадна вода садржи специфичне честице органског порекла, чије се присуство одражава кроз повишене концентрације, BPK₅, суспендоване материје као и уља и масти. Такође, једна од карактеристика отпадне воде из прехранбене индустрије је честа промена температуре, поготово отпадне воде из месне индустрије. [10]

Биолошки третман отпадне воде је потребно применити у случајевима када се пречишћена вода испушта у природни реципијент.

4.1.1 Технолошки предтретман отпадних вода

Технолошки предтретман отпадних вода се састоји из следећих фаза:

- груба филтрација,
- фина филтрација,
- хемијски предтретман отпадних вода,
- флотацијска јединица (DAF).

4.1.2 Груба филтрација

Пре него што отпадна вода уђе у флотацијску јединицу потребно је уклонити крупне нечистоће из отпадне воде. У зависности од доводне цеви користе се следећи поступци:

- кошара на улазу у препумпно окно (доводна цев на већим дубинама),
- аутоматска груба решетка „self cleaning“.

4.1.3 Фина филтрација

За фину филтрацију користи се ротацијско сито са величином отвора 0,5mm. Сито је дизајнирано за испирање са топлом водом. Ротацијско сито се монтира на начин да се крупне честице са сита могу директно сакупљати у контејнер за смеће.

4.1.4 Егализацијски резервоар

Након грубе и fine филтрације, отпадна вода се улива у подземни акумулацијски резервоар. Отпадна вода се у резервоару интензивно меша с пропелерском мешалицом. Мешање може бити континуирано или периодично.

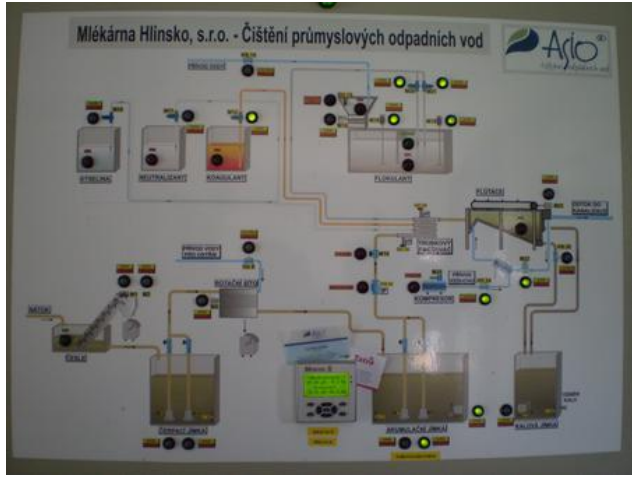
4.1.5 Хемијски предtretман отпадних вода

Сврха хемијског предtretмана је уклањање нечистоћа из отпадне воде, старајући крупније честице које се затим уклањају из отпадне воде применом флотацијске технологије. Предtretман се састоји од две фазе: коагулација и флокулација.

4.1.6 Флотација AS – FLOT

Флотацијска јединица AS – FLOT ради на принципу DAF технологије (технологија отопљеног ваздуха). Рецикулација и засићење ваздухом се одвија помоћу аератора. Пумпа осигурава притисак рецикулисане воде, док се компримовани ваздух осигурава помоћу компресора или из система унутар производног погона. Честице загађења се континуирано сакупљају на површини, које се повремено уклањају помоћу стругача у прихватни резервоар. Флотацијска пена се уклања у подземни резервоар или контејнер. Пена се формира од нечистоћа и посебно од масти. У месној индустрији масноће чине значајан део нечистоћа у отпадној води. Смањење концентрација нечистоћа у отпадној води као што су масноће, суспендоване материја и отопљење органске материје (присутне у високом проценту) у значајној мери доприноси смањењу параметара који су показатељи квалитета отпадне воде BPK₅ и HPK.

Одвод воде из флотацијске јединице се налази на врху флотацијског резервоара. Излазна вода је резултат претходних механичких и хемијских предtretмана те вода одлази кроз систем за одводњавање даље према уређају за биолошку обраду отпадне воде. На дну резервоара се акумулира талог који се мора контролирано испуштати. Систем може радити у потпуно аутоматском начину рада или се са неком од његових функција може управљати ручно. То се углавном односи на рад стругача за уклањање пене са површине, на уклањање талоба са дна резервоара као и на рад компресора. Управљачки панел флотацијске јединице је део главног управљачког панела (слика 4.2). [10]



Слика 4.2 Монитор за праћење рада постројења

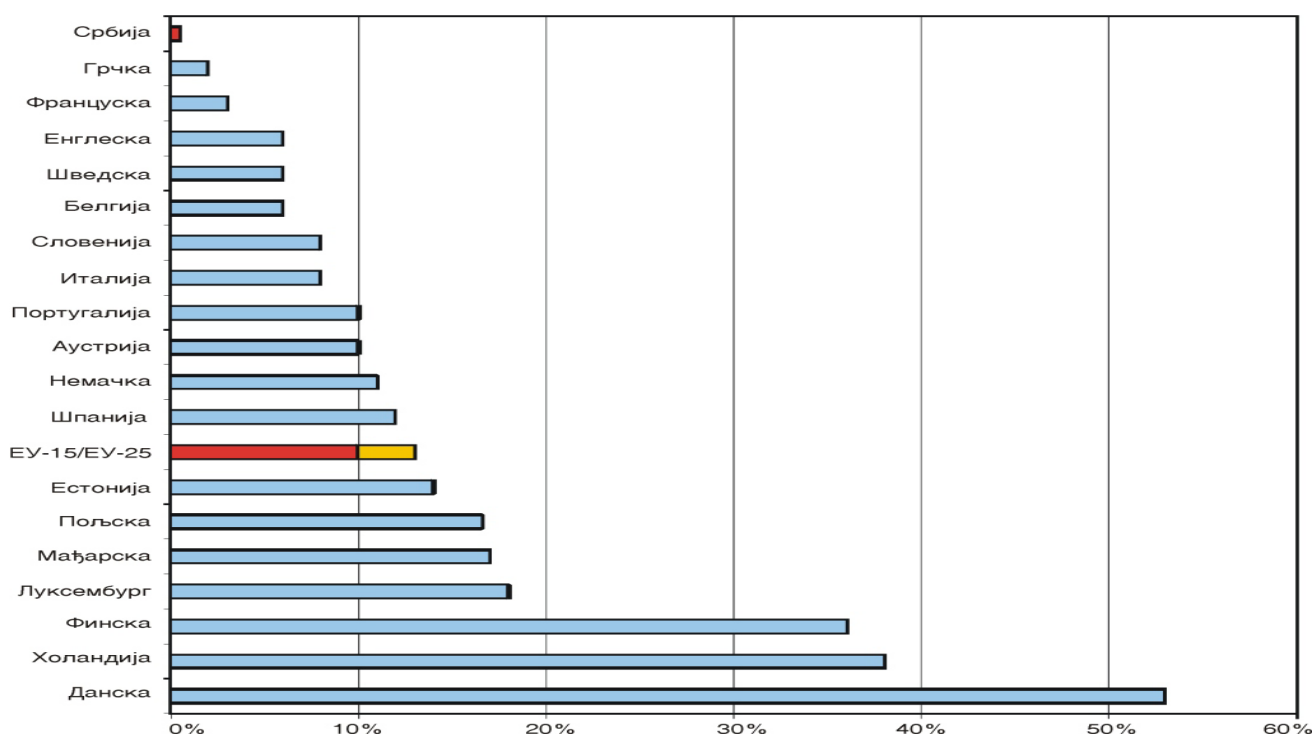


Слика 4.3 Постројење AS – FLOT технологије у млекари Хлинско која се налази у Чешкој

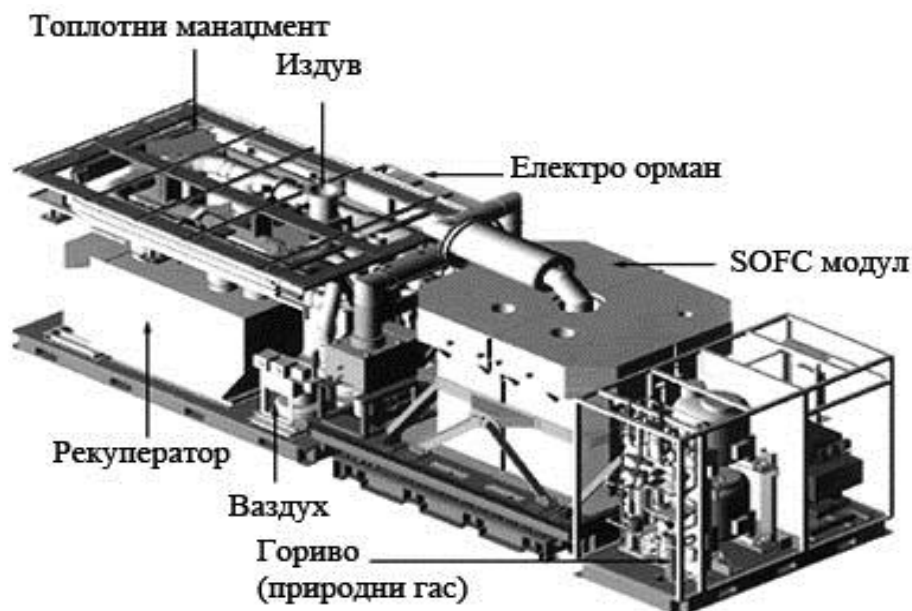
5. Когенерација

Когенерација (често се користи и израз комбинована производња топлотне и електричне енергије – на енглеском Combined Heat and Power, CHP) представља производњу електричне енергије са коришћењем отпадне топлоте која се иначе губи. Овај принцип когенерације познат је од раније, а технологија се развија дуже време[14].

Савремени когенерациони системи постижу ефикасност и до 90%. Когенерација нуди велику флексибилност, најчешће постоји комбинација постројења и горива која задовољава већину индивидуалних захтева. Реч је о постројењима (слика 5.2) која би могла Србији да донесе три пута већу производњу енергије за грејање, чиме би са постојећих приближно 450.000 корисника на централно грејање могло да се прикључи више од милион станова, учешће когенерације у укупној производњи електричне енергије приказано је на слици 5.1. Прелазак на такав режим рада могао би да се оствари реконструкцијом постојећих постројења термоелектрана и топлана код нас. Когенерација истовременом производњу топлотне и електричне енергије, уштеди 52 % примарне енергије, док емисију штетних материја смањује за 72%, у односу на производњу струје из термоелектрана и топлоте из котлова[15].



Слика 5.1 Учешће когенерације у укупној производњи електричне енергије у Европској Унији и Србији[13]



Слика 5.2 Постројења за когенерацију енергије, основни модул за 100 kW

Когенерација користи отпадну топлоту која увек настаје приликом добијања електричне енергије сеспречава њено испуштање у атмосферу. Приликом конвенционалних начина добијања електричне енергије, готово две трећине енергетског инпута се губи на овај начин. Когенерација може да искористи већину те (иначе изгубљене) топлотне енергије, чиме се добија знатно боља искоришћеност горива и значајне уштеде, што све резултира у енергетској уштеди од 20 до 40%. Сви извори загађења природне средине могу се искористити као енергенти. Онда се такве материје не би сливале у реке, одлазиле у атмосферу и загађивале човекову средину, већ се у енергетским централама претварају у енергију. Овакав начин добијања струје је три-четири пута ефикаснији, профитабилнији и еколошки чистији од производње у термоелектранама и топланама. Нарочито се исплати коришћење овако произведене енергије у индустрији. Пример оваквог постројења је и фабрика Nestle, у Нимеџиу, Јапан, која примењује овај вид снабдевања енергијом још од 2004.год.

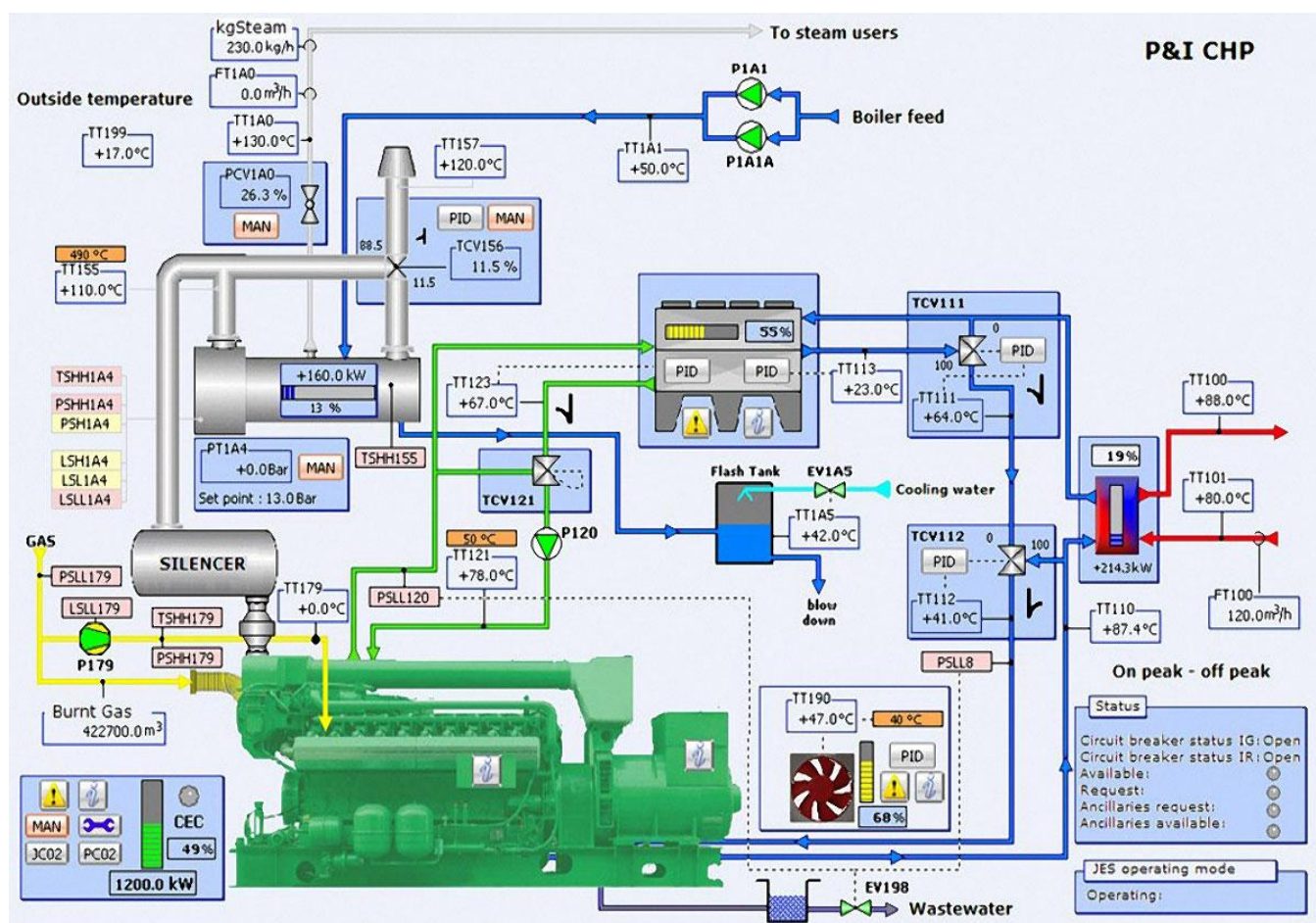
5.1 Пример примене когенерације у млекарској индустрији у Србији - Имлек Београд

Производња млека укључује веома специфичне производне циклусе који захтевају велике количине енергије које се користе првенствено у термичкој обради производа и раду постројења. Ова постројења су у функцији 24 часа дневно, захтевајући константно флексибилано снабдевање енергијом за потенцијалну прераду хиљада литара дневно. Компаније ESCO је предложила решење на захтев који је представио ИМЛЕК који је имао потребу за напајање електричном енергијом, али и паром и топлом водом (слика 5.3).



Слика 5.3 ECOMAX 14 постројење [16]

1. контејнер за мотор и помоћне уређаје, 2. пригушивач за смањење буке, 3. хладњаци за сув ваздух, 4. систем за довод ваздуха, 5. систем за мониторинг, 6. измењивач издувних гасов, 7. Ву- pass вод, 8. димњак издувних гасова



Слика 5.4 ECOMAX мониторинг систем

Техничко решења представља примену гасног (IC) мотора укупне снаге 1,4 MWe. Постројење обезбеђује технолошку пару, нискотемпературску топлоту, санитарну топлу воду, енергију неопходну за грејање простора, као и аутономно напајање електричном енергијом.

Техничке карактеристике постројења су:

- Ознака агрегата: ECOMAX 14 NGS
- Номинална снага на генератору: 1,41 MW
- Номинална снага на прагу електране: 1,4 MW
- Минимална снага на генератору: 0,7 MW
- Минимална снага на прагу електране: 0,7 MW
- Номинална топлотна снага: 1,5 MWt
- Минимална топлотна снага: 0,8 MWt
- Номинална производња технолошке паре: 0,8 t/h
- Минимална производња технолошке паре: 0,4 t/h
- Сопствена потрошња електричне енергије: 3%
- Специфични утрошак топлоте за електричну енергију: 8460 kJ/kWh
- Укупни степен искоришћења 86,4
- Степен искоришћења на прагу преноса: 42,9

Основно гориво 1: Земни гас

- Топлотна моћ горива: 36720 kJ/m³
- Емисија CO₂: 478 kg/MWh
- Емисија CO: 2,82 kg/MWh, 1000 mg/m³
- Емисија NO₂: 0,71 kg/MWh, 250 mg/m³

Основно гориво 2: Био гас

- Топлотна моћ горива: 22000 kJ/ m³
- Емисија CO₂: 132 kg/MWh
- Емисија CO: 0,2 kg/MWh, 477 mg/m³
- Емисија NO₂: 3,2 kg/MWh, 471 mg/m³

У конвенционалном постројењу – термоелектрани за производњу 1 MWh електричне енергије, просечна емисија CO₂ износи 1133 kg. У разматраном когенеративном постројењу за производњу 1 MWh електричне енергије, емисија CO₂ износи 478 kg. За когенеративно постројење које производи 1,4 MWh електричне енергије, а оперативно је 8.000 сати годишње, укупна емисија CO₂ на годишњем нивоу износи 5.353.600 kg/god. За еквивалентно конвенционално постројење, које је у раду 8.000 сати годишње, укупна емисија CO₂ на годишњем нивоу износи 12.689.600 kg/god. Поређењем ових вредности, умањење емисије CO₂ у случају когенеративног постројења износи 7.336.000 kg/god. На ову вредност потребно је узети у обзир и мере енергетске ефикасности које не могу прецизно да се дефинишу, али груба процена је да укупна умањења, узевши у обзир и ове мере, износе приближно 8.200.000 kg/god. На основу изнетих података може се закључити да примена когенерације има позитиван ефекат на животну средину што потврђује и резултат упоређења емисије штетних гасова за укупну произведену енергију, за стање без пројекта и стање са пројектом. Укупна инвестициона улагања која поред иницијалне инвестиције садрже и трошкове реализације предложених мера енергетске ефикасности и износе 1.300.000 еура.

6. Предлог решења за третман отпадне воде млекаре „Meggle“

6.1 Опште напомене

У производним погонима млекаре "Meggle" Србија д.о.о - Крагујевац врши се прерада млека. Млекара има инсталиране капацитете за прераду 100.000 литара млека дневно, а тренутно се ради са капацитетом прераде млека од 70.000 – 90.000 l/дан. У току је реконструкција фабрике са повећањем капацитета на 170.000 l млека/дан.

Комплетна технолошка линија у погонима млекаре се састоји од следећих целина:

- Одељење за пријем млека,
- Одељење - линија пастеризације,
- Одељење - линија кисело-млечних напитака,
- Одељења прања повратне амбалаже,
- Одељење паковања млечних и кисело-млечних напитака,
- Линија за паковање у PET боце,
- Одељење производње полутврдих сирева типа "Качкаваљ" и ситног сира,
- Одељења за производњу крем сира,
- ЦИП - централни систем прања,
- Централни расхладни систем,
- Котларница са инсталацијом паре и повратног кондензата,
- Фреонски расхладни систем за готове производе,
- Расхладни систем у комори за дубоко замрзавање,
- Одељење транспорта са аутомеханичарском радионицом и
- Одељење за производњу компримованог ваздуха.

Млекара ради у три смене и укупно је запослено око 115 радника. Највећи број радника ради у првој и у другој смени.

У погонима млекаре се емитују три врсте отпадних вода:

- Санитарно-фекалне отпадне воде - сакупљају се и каналишу одвојено и упуштају у градски систем фекалне канализације.
- Атмосферске воде - сакупљају се са кровова и манипулативних површина и одвојено испуштају у градску атмосферску канализацију.
- Технолошке отпадне воде - сакупљају се и каналишу одвојено и преко локалног система за пречишћавање отпадних вода се упуштају у градски систем фекалне канализације.

Финални третман свих отпадних вода се врши на централном градском постројењу (ЦППОВ "Цветојевац").

6.2 Врсте, количине и квалитет отпадних вода

6.2.1. Врсте отпадних вода

За потребе технолошког производног процеса користи се пијаћа вода која се узима из градске водоводне мреже. Количина захваћене воде региструје се преко сопственог водомера у фабрици и користи у складу са захтевима технолошког процеса и капацитетима производње. Од укупне количине захваћене свеже воде свега око 1% улази у састав финалних производа и за пиће радника, док преосталу количину (цца 99%) чине тзв. употребљене воде.

Употребљене воде чине:

- технолошке отпадне воде,
- расхладна вода,
- вода од прања и
- санитарне (фекалне) отпадне воде.

У кругу фабричког комплекса настају и атмосферске воде, које се јављају за време падавина и топљења снега. Највећи део ових вода се прикупља системом локалне атмосферске канализације и одводи у колектор градске атмосферске канализације. Такође се одвојено прикупљају и одводе санитарне (фекалне) отпадне воде у градски колектор фекалне канализације.

6.2.2. Количине отпадних вода

При садашњем капацитету прераде млека од 90.000 до 100.000 l/дан, троши се око 6 – 8 l воде / l млека. Количина технолошких отпадних вода која се третира на постојећем постројењу се не региструје, али се процењује да износи око 99% од укупне количине свеже воде која се користи у производном процесу. Планира се да се након реконструкције и повећања производних капацитета млекарне смањи и количина свеже воде на укупно 4 – 5 l воде / l млека, чиме би се смањила и продукција технолошких отпадних вода. Тренутно се највећа количина свеже воде користи за потребе СІР-а (унутрашње прање) у количини од 125-130 m³/d.

Количине воде за потребе технолошког процеса и количине технолошких отпадних вода које ће се третирати на постројењу за пречишћавање приказане су у табели 6.1

	Капацитет прераде млека (l/дан)	Потрошња воде (l воде/l млека)	Потрошња свеже воде (m ³ /d)	Количина технолошке отпадне воде (m ³ /d)
Постојеће стање	мах. 100.000	6 - 8	мах. 600 - 800	≈ 600 - 800
Будуће стање (одобрен пројекат)	170.000	4 - 5	680 - 850	≈ 680 - 850
Будуће стање (пројекција)	250.000	4 - 5	1000 - 1250	≈ 1000 - 1250

Табела 6.1 Количине технолошких отпадних вода

6.2.3 Квалитет отпадних вода

У склопу погона млекарне спроводе се систематска мерења квалитета отпадних вода. Узорковање отпадних вода врши стручни тим Института за јавно здравље Крагујевац, Центар за

хигијену и хуману екологију. Испитивања се спроводе у складу са законском регулативом, односно дефинисаном динамиком, обимом и врстом анализа за ову врсту испитивања.

Резултати испитивања су приказани табеларно и на дијаграмима, а ради лакше интерпретације и доношења закључака извршена је и основна статистичка обрада. За оцену квалитета сирове отпадне воде анализирано је укупно 18 узорака који су рађени у периоду од 14.02.2007. до 14.03.2012.године.

Тумачења резултата о квалитету отпадних вода су дата у складу са "Одлуком о санитарно-техничким условима за испуштање отпадних вода у јавну градску канализацију" (Сл.лист града Крагујевца бр.9 од 21.јуна 1993.год.).

6.2.4 Захтеви за квалитетом пречишћене воде

Захтеви за квалитетом пречишћене воде дефинисани су „Одлуком о санитарно-техничким условима за испуштање отпадних вода у јавну градску канализацију“, (Сл.лист града Крагујевца бр. 9 од 21. јуна 1993. год.). Поменутом Одлуком ближе се прописије квалитет, као и санитарно-технички услови за испуштање отпадних вода у јавну канализацију са циљем да се заштити:

- Особље које ради на одржавању објеката градског канализационог система са припадајућим објектима и постројење за пречишћавање отпадних вода од могућих штетних, бактериолошких, хемијских механичких утицаја.
- Градски канализациони систем са припадајућим објектима, постројење за пречишћавање отпадних вода и реципијенти од механичких утицаја, запаљивих и експлозионих материја, хемијских материја и инфективних вода.
- Човекова средина на подручју града Крагујевца и шире.

Квалитет отпадних вода за испуштање у јавну канализацију дефинисан је члановима 10, 11 и 12 поменуте Одлуке. У наставку је дата табела 6.2 са прегледом параметара и максимално дозвољеним концентрацијама (МДК) опасних и штетних материја које се смеју испустити у јавну канализацију.

Р.бр.	Параметар	МДК за упуштање у канализацију
1	рН	6-9
2	Температура,°C	35
3	Укупне суспендоване материје, mg/l	500
4	Таложиве материје,ml/l за 2 часа	1
5	ВРК ₅ ,mg/l	300
6	НРК,mg/l	450
7	Радиоактивне материје са зрачењем,кирија/l	10
8	Хлориди,mg/l	500
9	Сулфати,mg/l	350
10	Сулфити,mg/l	10
11	Сулфиди,mg/l	1
12	Роданиди,mg/l	50
13	Нитрати,mg/l	50
14	Нитрити,mg/l	10
15	Цијаниди,mg/l	0.5 при рН 8
16	Калцијум карбид,mg/l	0
17	Магнезијум,mg/l	200
18	Никал,mg/l	3
19	Цинк,mg/l	3

20	Арсен,mg/l	0.1
21	Селен,mg/l	0.1
22	Хром(VI) ,mg/l	0.1
23	Хром(III) ,mg/l	0.5
24	Кадмијум,mg/l	0.1
25	Бакар,mg/l	1.0
26	Олово,mg/l	0.5
27	Жива,mg/l	0.01
28	Баријум,mg/l	4
29	Бром,mg/l	0.1
30	Гвожђе,mg/l	5
31	Калај,mg/l	3
32	Флуориди,mg/l	10
33	Слободан хлор,mg/l	0.2
34	Водоник сулфид	0
35	Уља и масти,mg/l	40
36	Тешки деривати нафте,mg/l	0
37	Лаки испарљиви деривати нафте који стварају експлозивну смешу за ваздухом,mg/l	0
38	Тетрахлоругљеник,mg/l	0
39	Трихлоретилен, mg/l	0
40	Хлороформ, mg/l	0
41	Етри, mg/l	0
42	Кетони, mg/l	10
43	Толуол, mg/l	0.5
44	Ксилол, mg/l	0.5
45	Алкохоли(сума свих алкохола), mg/l	20
46	Бензол, mg/l	1
47	Тетраетилолово, mg/l	0
48	Фенолна једињења(као фенол), mg/l	0.4
49	Биодеградабилни детерџенти, mg/l	0
50	Пестициди, mg/l	0.1
51	Соли амонијака, mg/l	15
52	Амонијак, mg/l	0
53	Фосфати, mg/l	1.0
54	Алиминијум, mg/l	20
55	Кобалт, mg/l	0.5
56	Сребро,mg/l	0.1
57	Активни бром, mg/l	2
58	Тест токсичности	негативан

Табела 6.2 Параметри и максимално дозвољене концентрације (МДК) опасних и штетних материја које се смеју испуштати у јавну канализацију

Табела 6.3. Анализа квалитета отпадних вода из погона млекаре „Meggle“ у Крагујевцу

а) Физичко и физичко-хемијски параметри

Параметар	Јединица Мере	МДК	ОВ 31	ОВ 92	ОВ 123	ОВ 11	ОВ 109	ОВ 173	ОВ 234	ОВ 29	ОВ 125
			14.02.2007	10.05.2007	23.07.2007	21.01.2008	09.06.2008	25.11.2008	05.11.2008	11.03.2009	02.06.2009
Температура ваздуха	°C		-	-	-	-	-	-	-	-	14.8
Температура воде	°C	<35	16	21	34	17	18	20	21	15	21.9
Изглед воде	-		бело-сива	бело-сива	бело-сива	бело-сива	бело-сива	бело-сива	сива	сива	Сива
Видљиве отп. мат	-		сед.мат	сед.мат	сед.мат	-	сед.мат	-	сед.мат	сед.мат	сед.мат
Боја	°Pt-Co		20	12	15	8	8	13	10	8	15
Мутноћа	NTU		70	133	300	56	98	51	56	185	154
pH	-	6 – 9	10.05	7.67	7.64	7.98	7.89	8.84	9	8.43	11.28
Утрошак KmnO ₄	mg/l		909	695	1041	965	474	118.6	885	1365	1644
ТОС	mg/l		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Амонијак NH ₄	mg/l	15	0,7	0,88	1,40	0,74	0,12	13	0,07	0,15	0,12
Нитрити	mg/l	10	0.068	0.043	0,003	0,04	0,009	0,152	0,007	0,008	0,009
Нитрати	mg/l	50	2.39	1.09	10.36	5.65	1,64	25.8	9.46	5.27	8.77
Хлориди	mg/l	300	37.11	30.72	76.8	27.22	84.83	22.11	41.31	330	33.85
Укупни резидуални хлор	mg/l	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Електропроводљивост	µS/cm		833	784	582	586	853	727	806	1386	1441
Алкалитет	ml/0.1M HCl		160	71	20	58.5	58	39.5	39	83	108.5
Укупна тврдоћа	°dH		30.24	22.51	23.52	20.94	24.64	15,57	15,23	15.79	11.8
Калцијум	mg/l		80.08	95.3	100.1	70.47	84.08	52.05	46.44	63.26	48.05
Магнезијум	mg/l	200	81.83	39.43	40.89	47.6	55.34	35.65	37.54	29.84	21.8
Ортофосфати	mg/l	1	4.456	2.536	9.853	0.643	0.714	0.193	2.39	3.221	1
Сулфити	mg/l	350	121.62	65.3	54.5	63.38	32.02	44.82	187.54	62.1	316.2
Гвожђе	mg/l	5	0.34	0.88	1.04	1.77	0.48	0.35	0.89	0.28	0.03
Манган	mg/l		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Кисеоник	mg/l		2.4	2.3	2.7	2.4	6.2	5.8	5	2.20	5.49
НРК	mg/l	450	227	173.75	260.25	216.25	118.5	29.63	221	341	410
ВРК ₅	mg/l	300	193	147.66	221.21	183.81	100.73	25.2	188	290	350
Цијаниди	mg/l	Без	н.д.	н.д.	н.д.	без	без	без	без	без	н.д.
Водоник сулфат	mg/l	Без	н.д.	н.д.	н.д.	без	без	без	без	без	Без
Остатак испитивање нефилтроване воде	mg/l		1930	860	836	612	736	432	832	1921	1556
Остатак испарења Филтроване воде	mg/l		746	518	664	466	554	346	776	1184	1272
Суспендоване материје	mg/l	500	1184	342	172	146	182	86	56	437	0.05
Седиментне материје	mg/l	1	0.05	2	2	0	1.2	0	25	10	284
Масти и уља	mg/l	40	1039	504	67	146	161	72	73	112	810
Феноли	mg/l	0,4	<0.0005	<0.0015	<0.0035	<0.0005	<0.0005	<0.0008	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Детерџенти	mg/l	10	<0.005	<0.006	<0.005	<0.005	0.02	0.23	<0.005	0.031	<0.005

Параметар	Јединица Мере	МДК	ОВ 186	ОВ 256	ОВ 141	ОВ 99	ОВ 176	ОВ 185	ОВ 303	ОВ 1	ОВ 31
			21.08.2009	20.10.2009	28.05.2010	24.05.2011	05.09.2011	07.09.2011	22.12.2011	04.01.2012	14.03.2012
Температура ваздуха	°C		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Температура воде	°C	<35	19	22	14.5	13	19	19	11	16	9
Иглед воде	-		млечно бела	бело-сива	Жута	млечно бела	млечно бела	млечно бела	млечно бела	млечна	Сива
Видљиве отп. Мат	-		лебдеће мат.	Без	-	сед.мат.	сед.мат.	сед.мат.	сед.мат.	сед.мат.	сед.мат.
Боја	°Pt-Co		10	25	90	70	35	20	15	15	10
Мутноћа	NTU		90	177	152	10.38	27.92	10.14	5.36	19.64	6.8
pH	-	6 – 9	9.31	11.21	11.6	6.98	7.98	9.02	6.2	6.53	10.63
Утрошак KmnO ₄	mg/l		948	443	2453	1753	2940	1145	432	490	854
ТОС	mg/l		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Амонијак NH ₄	mg/l	15	0.05	0.4	0.18	0.17	0.7	0.18	0.17	0.2	0.15
Нитрити	mg/l	10	0.02	0.085	0.84	<0.003	0.003	0.608	<0.003	0.009	0.04
Нитрати	mg/l	50	1	5.74	93	<0.5	1.55	5.08	2.1	-	3
Хлориди	mg/l	300	35.52	45.13	63	19.6	57.84	29.64	32.29	16.87	1189
Укупни резидуални хлор	mg/l	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Електропроводљивост	µS/cm		1133	974	4220	530	556	1112	688	1268	2410
Алкалитет	ml/0.1M HCl		93	123	25.4	37.5	34	107.5	27	31.5	26.5
Укупна тврдоћа	°dH		17.92	7.95	11.2	16.24	17.92	14	15.12	17.36	47.6
Калцијум	mg/l		60.06	25.63	48.85	60.06	40.04	32.03	40.04	52.05	240.24
Магнезијум	mg/l	200	40.94	18.79	18.75	33.68	52.93	40.92	40.89	43.30	60.07
Ортофосфати	mg/l	1	1.83	1.018	0.642	11.881	29.365	0.733	1.851	1.253	0.087
Сулфити	mg/l	350	29.46	183.06	270	66.58	54.42	47.38	46.10	13	21.8
Гвожђе	mg/l	5	0.3	0.28	1.65	0.32	0.33	0.47	0.09	3.1	0.05
Манган	mg/l		<0.05	0.05	<0.05	<0.05	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Кисеоник	mg/l		3.2	3.2	<0.5	4.81	<0.5	0.61	1.4	0.86	<0.5
НРК	mg/l	450	237	110	613	438	736	286	108	123	214
ВРК ₅	mg/l	300	201	94	521	372	626	243	92	104	181
Цијаниди	mg/l	0,5	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
Водоник сулфат	mg/l	без	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
Остатак испитивање нефилтроване воде	mg/l		1272	1668	2560	590	1094	1464	1546	1432	1138
Остатак испарења Филтроване воде	mg/l		733	1338	2542	526	913	1058	1286	1175	774
Суспендоване материје	mg/l	500	539	332	18	64	181	406	260	257	364
Седиментне материје	mg/l	1	15	0.2	0.05	0.1	0.05	0.05	0.5	0.5	5
Масти и уља	mg/l	40	1142.5	1490	630	97	83	528.5	58	110	167
Феноли	mg/l	0,4	0.001	<0.0005	0.0007	<0.0005	<0.0005	0.0049	<0.0005	0.156	0.0013
Детерџенти	mg/l	10	<0.005	<0.005	0.562	1.49	0.651	0.053	0.053	0.365	0.517

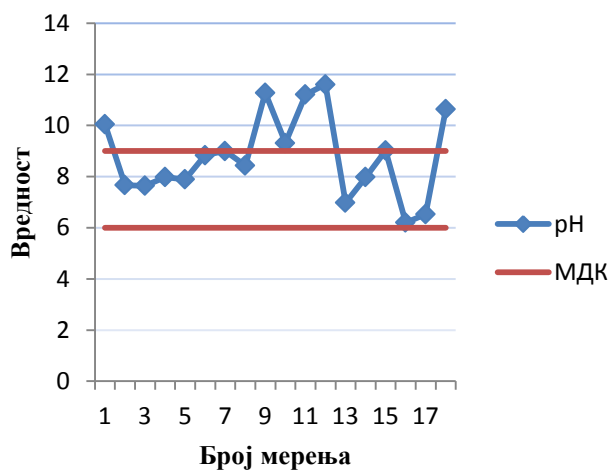
Табела 6.3.1

б) Микробиолошки параметри

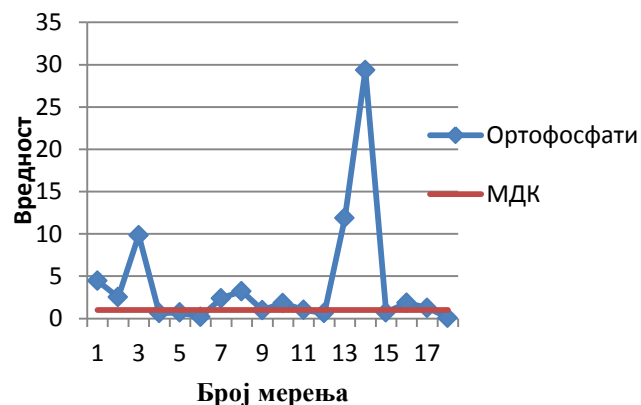
Параметар	ОБ 31	ОВ 92	ОВ 123	ОВ 11	ОВ 109	ОВ173	ОВ 234	ОВ29	ОВ125	ОВ186	ОВ141	ОВ185	ОВ 1	ОВ 31
	14.02.2007	10.05.2007	23.07.2007	21.01.2008	09.06.2008	25.06.2008	05.11.2008	11.03.2009	02.06.2009	21.06.2009	28.05.2010	07.09.2011	04.01.2012	14.03.2012
Укупан број аеробних мезофитних бактерија у 1ml узорка на 37°C после 48 ч	65000 у 1ml	1100000 у 1ml	200000 у 1ml	>10000000 у 1ml	150000 у 1ml	100 у 1ml	6000000 у 1ml	1000000 у 1ml	1560000 у 1ml	1300 у 1ml	85000 у 1ml	1150000 у 1ml	<10000 у 1ml	500000 у 1ml
Укупан број колиформних бактерија на 37°C у 1l узорка одређене као највероватнији број MPN	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000
Escherichia соли на 44°C одређена као највероватнији број MPN	Изоловане су MPN= 2400000	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	Нису изоловане	Изоловане су MPN= 2400000	нису изоловане	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	нису изоловане	Изоловане су MPN= 2400000
Стрептококе фекалног порекла	нису изоловане	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	Изоловане су MPN= 2400000	нису изоловане	Изоловане су MPN= 2400000	нису изоловане	Изоловане су MPN= 2400000	Изоловане су MPN= 2400000	нису изоловане	Изоловане су MPN= 2400000
Суфиторедакујуће Клостридије	нису изоловане	маса	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	изоловане је 30 SSA	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане
Proteus врсте	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане
Pseudomonas aeruginosa	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	Изоловане су MPN=2400000	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане	нису изоловане

Табела 6.3.2

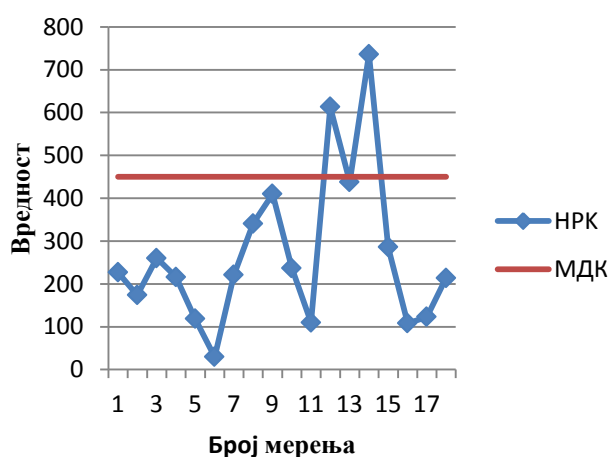
Дијаграм промене конц.рН



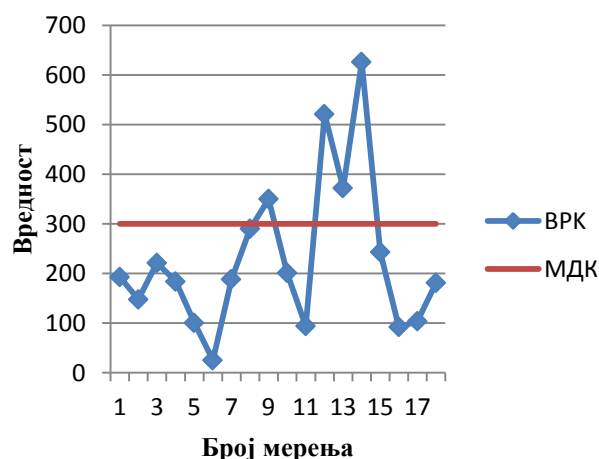
Дијаграм промене конц. ортофосфата



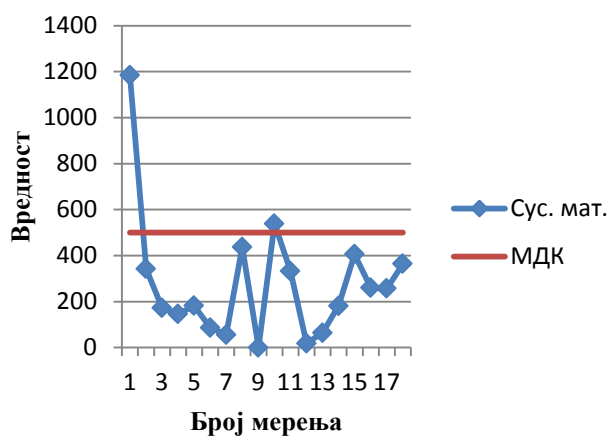
Дијаграм промене конц.НРК



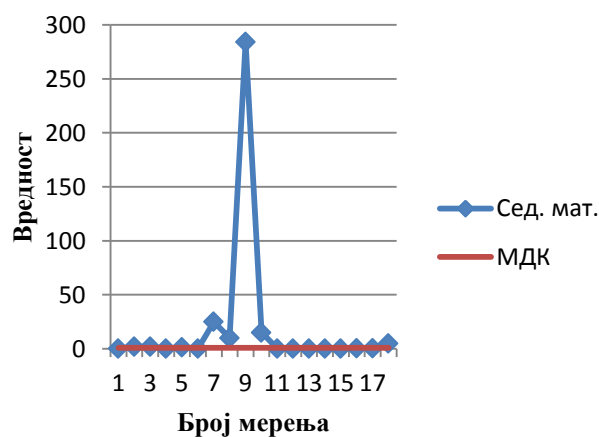
Дијаграм промене конц.ВРК₅

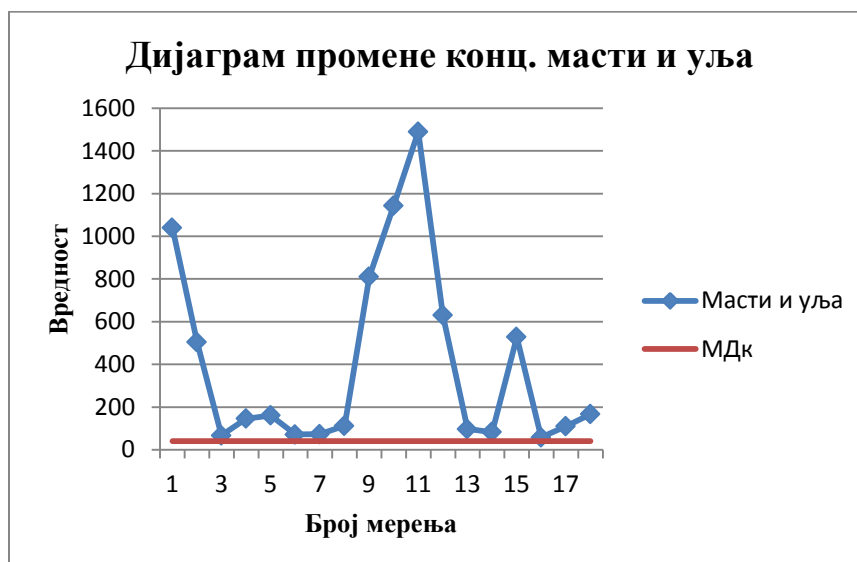


Дијаграм промене конц. суспендованих материја



Дијаграм промене конц. седиментних материја





Основна карактеристика отпадних вода које настају у технолошком процесу јесте високо оптерећење укупним мастима и уљима, ортофосфатима и параметрима микробиолошког загађења. У знатном броју анализираних узорак измерене вредности рН су изнад горње дозвољене вредности, што указује на њен алкални карактер. Остали анализирани параметри чије вредности повремено прелазе дозвољене концентрације су органске материје (НРК и ВРК₅), суспендоване материје и седиментне материје. Може се констатовати се да су вредности НРК и ВРК₅ у просеку око два до три пута мање него што је то уобичајено код отпадних вода из млекарске индустрије са сличним типом производног процеса и примењене технологије третмана отпадних вода. Такође, регистроване су и веома високе вредности потрошње КМnО₄, иако се овај параметар не нормира са аспекта вредности МДК.

Отпадна вода је умерено до повремено високе минерализације, што се манифестује преко укупног остатка испарења и вредности електропроводљивости. Од аниона доминирају хлориди и сулфати, а од катјона калцијум и магнезијум. Са аспекта нарушавања квалитета животне средине отпадна вода делује негативно и преко других параметара: органолептички (изглед, боја, мирис), рН (повремено високе вредности), мутноћа (повремено високе вредности) и перманентно ниске вредности раствореног кисеника. Друге битне карактеристике отпадне воде су умерено до високе вредности тврдоће и алкалитета, низак садржај амонијака и једињења азота, као и одсуство цијанида и водониксулфида.

У наставку су дате карактеристике појединих анализираних параметара са коментаром резултата.

- **Температура** - температура отпадне воде је променљива и у директној је функцији је од температуре околине. Регистроване су вредности у опсегу од 9,0 до 34⁰С, са просечном вредношћу од 18,1⁰С. Максимално дозвољена температура отпадне воде за испуштање у канализацију је 35⁰С, те се по овом параметру отпадна вода може несметано испустити у канализацију.
- **Изглед воде** - је од млечно беле до сиве, што је типично за отпадне воде из млекарске индустрије.
- **Видљиве отпадне материје** - присутне у већини анализираних узорак.

- **Боја** - боја отпадне воде је параметар чија бројчана вредност није нормирана, већ је више описног карактера и потпада под категорију органолептичких особина. Вредност за боју се кретала у опсегу од 8 до 90 °Pt-Co скале (просечно 22.17 °Pt-Co скале).
- **Мутноћа** - сирова отпадна вода перманентно има високу мутноћу и иста се кретала у опсегу од 5,36 до 300 NTU (просечно 89,01 NTU). По овом параметру отпадна вода је високо загађена што указује на неефикасан рад постојећих уређаја за третман отпадне воде.
- **pH** - регистроване су вредности у опсегу од 6,2 до 11,6. Просечна вредност pH је 8,8, што указује на доминантно алкални карактер отпадне воде. Сирова отпадна вода мења своју "киселост", повремено је киселог карактера, а повремено алкалног карактера. Дозвољена вредност pH за упуштање у канализацију је од 6 до 9. По овом параметру квалитет отпадне воде у 39% случајева није задовољавао услове за упуштање у канализацију, те је неопходно да се изврши корекција pH на постројењу за пречишћавање пре њеног финалног испуштања.
- **Утрошак KMnO_4** - Иако се вредност овог параметра не нормира за упуштање у канализацију, у већини анализираних узорка регистроване су високе вредности које су у директној зависности са параметром НРК. Вредности утрошка KMnO_4 кретале су се од 118,6 до 2940 mg/l (просек 1086,36 mg/l).
- **Амонијак** - У свим анализираним узорцима регистроване су концентрације које су мање од максимално дозвољене концентрације. МДК за упуштање у канализацију износи 15 mg/l као NH_3 . Концентрације амонијака су се кретале од 0,05 до 13,0 mg/l (просек 1,07 mg/l).
- **Нитрити** - У свим анализираним узорцима регистроване су концентрације које су испод вредности МДК за упуштање у канализацију (10,0 mg/l). У отпадној води забележене су концентрације од 0,0009 до 0,608 mg/l, са просечном вредношћу од 0,07 mg/l.
- **Нитрати** - У само једном анализираном узорку регистрована је концентрација изнад вредности МДК за упуштање у канализацију (50 mgN/l). Опсег измерених концентрација је био од 1,0 до 90,0 mg/l, са просечном вредношћу од 11,37 mg/l.
- **Хлориди** - Опсег регистрованих вредности хлорида је од 16,87 до 1183 mg/l (просечна вредност 57,87 mg/l). У два од укупно 18 анализираних узорка, односно 11 % узорка је било неисправно за упуштање у градску канализацију.
- **Електропроводљивост** - Вредности овог параметра су се кретале у опсегу од 530 до 4220 $\mu\text{S}/\text{cm}$, што указује на умерено до повећану минерализацију. Вредност овог параметра се не нормира, те нема битнијег значаја при одабиру технологије пречишћавања, тим пре јер су у свим анализираним узорцима вредности прилично уједначене.
- **Алкалитет** - Вредности алкалитета су се кретале у опсегу од 20 до 160 ml/l 0,1N HCl, са просеком од 63,40 ml/l 0,1N HCl. Промена вредности алкалитета је у директној вези са променом pH.
- **Укупна тврдоћа** - Вредности укупне тврдоће су се кретале у опсегу од 7,95 до 47,6⁰dH, са просеком од 19,2⁰dH. Може се констатовати да се ради о тзв. "тврдој" отпадној води. Вредност овог параметра се не нормира, те нема битнијег значаја при одабиру технологије пречишћавања.

- **Калцијум** - Регистроване су концентрације у опсегу од 25,63 до 240,24 mg/l. (просек 68,82 mg/l). Вредност овог параметра се не нормира и у директној је корелацији са тврдоћом и алкалитетом воде.
- **Магнезијум** - МДК за упуштање у канализацију је 200 mg/l. По овом параметру отпадна вода је регуларна за испуштање у канализацију будући да су регистроване концентрације биле у опсегу од 18,75 до 81,83 mg/l. (просек 41.12 mg/l).
- **Ортофосфати** - По овом параметру отпадна вода је веома загађена и у 13 од укупно 18 анализираних узорак (72% неисправних узорак). Детектоване су вредности које су веће од МДК за испуштање у канализацију (МДК = 1 mg/l). Вредности ортофосфата су се кретале у опсегу од 0,087 до 29,36 mg/l, са просечном вредношћу од 4,09 mg/l. Високе вредности фосфата су уобичајена појава у технолошким отпадним водама из млекарске индустрије и правилно изабраном технологијом пречишћавања и руковања постројењем релативно се једноставно могу довести на ниво дозвољене вредности.
- **Сулфати** - У свим анализираним узорцима концентрације сулфата су биле испод дозвољене вредности за испуштање у канализацију (МДК=350 mg/l) и кретале су се у опсегу од 13,0 до 316,2 mg/l (просечна вредност 93,29 mg/l).
- **Гвожђе** - У свим анализираним узорцима концентрације гвожђа су биле испод дозвољене вредности за испуштање у канализацију (МДК=5 mg/l) и кретале су се у опсегу од 0,03 до 3,1 mg/l (просечна вредност 0,7 mg/l).
- **Растворени кисеоник** - Регистроване су вредности у дијапазону од 0,61 до 6,2 mg/l са просечном вредношћу од 3,24 mg/l, што је повољно са аспекта упуштања отпадне воде у градску канализацију.
- **НРК** - По овом параметру отпадна вода је релативно мало загађена. Регистроване су концентрације од 29,63 до 736 mg/l (просечна вредност 243,11 mg/l), а МДК за упуштање у канализацију износи 450 mg/l. У два, од укупно 18 анализираних узорак, регистроване су концентрације које су веће од вредности МДК (што представља 11% неисправних узорак). Овако ниске вредности НРК су неуобичејене у отпадним водама погона млекаре и обзиром на нерегуларан рад постојећег уређаја за третман отпадних вода указују на могућ уплив страних (инфилтрованих) вода.
- **БРК₅** - По овом параметру отпадна вода је такође релативно мало загађена У четири од укупно 20 анализираних узорак, концентрације БРК₅ су биле веће од МДК вредности за упуштање у канализацију (МДК=300 mg/l). Вредности БРК₅ кретале су се од 25,2 до 626 mg/l (просек 229,65 mg/l).
- **Цијаниди и водониксулфид** - Нису детектовани.
- **Остатак испарења нефилтриране воде** - Вредност није нормирана, али су регистроване релативно високе концентрације, што указује на релативно слаб учинак постојећег уређаја за третман отпадних вода. Регистроване су вредности у дијапазону од 432 до 2560 mg/l са просечном вредношћу од 1205,8 mg/l.
- **Остатак испарења филтриране воде** - Вредност није нормирана. Регистроване су релативно високе вредности, у опсегу од 346 до 2542 mg/l са просечном вредношћу од 906 mg/l.

- **Суспендоване материје** - су у директној корелацији са седиментним материјама и мутноћом. Регистроване су вредности од 0,05 до 1184 mg/l, са просечном вредношћу од 264,5 mg/l. МДК за упуштање у канализацију износи 500 mg/l. У два од укупно 20 анализираних узорака вредности суспендованих материја у отпадној води су биле веће него што је услов за упуштање у канализацију, што представља 10% неисправних узорака.
- **Седиментне материје** - регистроване су вредности у дијапазону од 0,0 до 284 mg/l са просечном вредношћу од 19,2 mg/l. МДК за упуштање у канализацију износи 1 ml/l за време од 2 часа. У осам од укупно 18 анализираних узорака вредности седиментних материја у отпадној води су биле веће него што је услов за упуштање у канализацију, што представља 44% неисправних узорака.
- **Масти и уља (етарски екстракт)** - Од свих анализираних параметара, отпадна вода је највише загађена по овом параметру, У свим узорцима детектоване су концентрације које су вишеструко веће од МДК за упуштање у канализацију (МДК = 40 mg/l). Опсег регистрованих вредности се кретао од 59 до 1490 mg/l, са просечном вредношћу од 405 mg/l. Овако забележене високе концентрације указују на веома лош рад постојећих уређаја за пречишћавање.
- **Феноли** - У свим узорцима регистроване су концентрације које су вишеструко испод МДК (0.4 mg/l) за испуштање у канализацију. Опсег регистрованих вредности је од < 0,0005 до 0,156 mg/l, а просечна вредност 0,02 mg/l.
- **Детерџенти** - У свим узорцима регистроване су концентрације које су вишеструко испод МДК (10,0 mg/l) за испуштање у канализацију. Опсег регистрованих вредности је од < 0,005 до 1,49 mg/l, а просечна вредност ~ 0,36 mg/l.
- **"Тешки" метали** - Осим анализе на садржај гвожђа, анализе на садржај осталих "тешких" метала нису рађене.
- **Бактериолошко загађење** - У свим узорцима детектовано је значајно микробиолошко загађење, што се и могло очекивати. Констатован је висок садржај аеробних мезофилних бактерија, укупан број колиформних бактерија. Бактерије *Escherichia coli* и стрептококе фекалног порекла изоловане су само у појединим узорцима. Сулфиторедукујуће клостридије, протеус врсте и псеудомонас аеругиноса практично нису регистроване. Са бактериолошког аспекта отпадна вода не изискује третман на уређајима за пречишћавање будући да је реципијент пречишћене воде градски фекални колектор.

Увидом у анализе констатује се да су концентрације анализираних параметара неколико пута ниже од вредности тих истих параметара које се уобичајено срећу у отпадним водама млекарске индустрије. Ово се може протумачити разблажењем технолошких отпадних вода чистом водом или приливом неких "страних" вода у систем технолошке канализације. Поређења ради, у табели 6.4 дат је упоредни приказ релевантних параметара загађења отпадних вода.

Параметар	Јединица	Вредност	
		Meggle ("А")	Типично (млекаре) ("Б")
рН		6.2 - 11.6	3 - 12
НРК	mgO ₂ /l	29.6 - 736	3500
ВРК ₅	mgO ₂ /l	25.2 - 626	2000
Масти и уља	mg/l	58 - 1490	200
Суспендоване материје	mg/l	0.05 - 1184	300
Укупни азот	mgN/l	није рађен	45
Укупни фосфор	mgP/l	није рађен	30

Табела 6.4 Упоредни приказ релевантних параметара загађења отпадних вода

6.3 Одређивање потребног степена пречишћавања (PSP)

Потребан степен пречишћавања (PSP) који треба остварити на постројењу за пречишћавање одређује се из израза:

$$PSP(\%) = (1 - C_{\text{efl}}/C_{\text{inf}}) \cdot 100$$

где је :

C_{inf.} = концентрација загађивача у отпадној води која се испушта у канализацију, (mg/l)

C_{efl.} = захтевана концентрација загађивача за испуштање у канализацију (МДК), (mg/l)

Потребни степени пречишћавања (PSP) за анализиране параметре чији параметри прелазе МДК за упуштање у канализацију приказани су у табели 6.5.

Параметар	PSP(%) за просечне вред.	PSP(%) за макс. вред.
рН	Потребна корекција	
Нитрати	*	47.8
Хлориди	*	74.6
Ортофосфати	75.5	96.6
НРК	*	38.9
ВРК ₅	*	52.1
Суспендоване материје	*	57.8
Таложиве материје	94.8	99.6
Масти и уља	90.1	97.3

Табела 6.5 PSP за просечне и максималне регистроване концентрације

Напомена: *просечне вредности параметара су испод МДК за испуштање у канализацију

6.4 Карактеристике постојећих објеката и процесне опреме

У склопу погона млекаре „Meggle“ Србија д.о.о – Крагујевац изграђено је постројење за третман технолошких отпадних вода. Постројење је изведено према пројекту "Енергопројект-а". Пројекат је урађен током 1990-те године, а постројење изведено и пуштено у рад 1992. године. Употребна дозвола за рад постројења је добијена 1992.године.

На постројењу се врши предtretман технолошких отпадних вода до нивоа за упуштање у градску фекалну канализацију (у складу са "Одлуком о санитарно-техничким условима за испуштање отпадних вода у јавну градску канализацију", Сл.лист града Крагујевца бр.9 од 21. јуна 1993.год.).

Пројектовани поступак за третман отпадних вода на постројењу се састоји од следећих фаза (јединица):

- уклањање чврстих отпадака на решетки и ситу,
- уклањање уља и масти у гравитационом сепаратору,
- корекција рН (дозирање азотне киселине и натријумхидроксида),
- уједначавање састава у базену за егализацију са мешалицом,
- сабирни шахт за контролу квалитета третиране воде.

Накнадно је изведен гравитациони сепаратор ТХ-Сепаратор 5000 произвођача Техних, Хрватска, запремине 5m³, капацитета 20 l/s.

На основу резултата лабораторијских испитивања квалитета воде која се испушта у градски колектор фекалне канализације, види се да је изведено постројење не функционише на задовољавајући начин. Неопходно је да се изврши реконструкција постројења, како са технолошког аспекта, тако и са аспекта повећања капацитета, водећи рачуна и о повећању производних капацитета у блиској будућности.

Постројење за пречишћавање отпадних вода (ППОВ) је пројектовано и изведено за капацитет од 300 m³/d и максималним часовни проток од 60 m³/h.Основне техничке карактеристике изведених објеката и процесне опреме постројења су:

Грађевински објекат постројења за пречишћавање

Изведен је надземни објекат од зиданог материјала, у основи спољних димензија 11,0 m x 7,5 m. Висина објекта је 3,8/3,2 m. Објекат је покривен лименим кровом, који је под нагибом по дужој страни. У унутрашњости објекта целокупан простор је преградним зидовима издељен на неколико просторија у којима је смештена процесна опрема (груба и фина решетка, контејнери за отпад, опрема за дозирање хемикалије (киселина, база), једношинска дизалица за одржавање сита, командни електроормани, санитарне инсталације, НТЗ опрема за руковаоце и др. Са конструктивно – грађевинског и визуелног аспекта објекат је у добром стању и може се искористити за потребе новог постројења.Изглед грађевинског објекта је приказан на слици 6.1.



Слика 6.1 Изглед грађевинског објекта

Доводни цевовод сирове отпадне воде

На потезу од прикључног шахта до улаза у разделно окно изведен је PVC цевовод $\varnothing$ 250. Овај цевовод је у функционалном стању и квалитативно и капацитивно може да задовољи капацитете новог постројења.

Разделно окно

Изведено је као укупани бетонски шахт корисних (нето) димензије 0,8 x 0,8 m. Са горње стране је окно покривено металним поклопцем, а са унутрашње стране је заштићено премазима на дејство киселине и алкалије. У разделном окну се врши раздвајање тока отпадне воде на део који иде према процесном објекту (решетка) и на обилазни (by-pass) вод. Окно је у функционалном стању и може да се искористи као део новог постројења.

Систем решетки (груба и фина решетка)

Груба и фина решетка представљају јединствен систем. Груба решетка је намењена за уклањање грубих механичких нечистоћа из отпадне воде, а фина решетка-сито за уклањање финих честица (суспендоване и таложне материје) из отпадне воде.



Слика 6.2 Систем решетки

Обе уграђене решетке су од произвођача „Тех-пројект“ Ријека. Решетке су лучног облика и монтиране су на заједничкој хоризонталној осовини. Сито се физички налази непосредно иза грубе решетке. Обе решетке имају своје гребаче за скидање извојеног материјала. Погон решетки је електромоторни. Испод сваке решетке је корито у које се сакупља процеђена отпадна вода. На предњем и задњем делу решетке је отвор Ø200 mm којим се доводи и одводи отпадна вода.

Издвојени материјал са грубе и fine решетке се преко бочних лимова избацује у металне контејнере (2 ком.), сваки запремине по 700 l.

Техничке карактеристике решетке су: величине светлог отвора на грубој решетки: 25 mm, величине светлог отвора на финој решетки: 1,5 mm, номинални проток воде кроз решетку: 24,7l/s
Снага мотора: 0.25 kW, димензије отвора на улазу и излазу из решетке: DN 200 mm. Изглед систем решетки приказан је на слици 6.2. Последњих година дошло је до знатнијег унапређења у технологији третмана отпадних вода млекарске индустрије, па самим тим и решетки и сита које примењују у обради овог типа вода. Из тог разлога се новим пројектом предвиђа да се постојеће решетке замене новим типом решетке која функционоше у аутоматском моду и којом се омогућује флексибилнији рад уз постизање високих ефеката рада.

Сабирни базен испод решетке-сита и одводни канал

Отвор сабирног базена испод решетке-сита диктиран је конструктивно димензијама решетки-сита и за изабрани тип решетке-сита RS 1500 износи 2340 x 1020 mm. Дубина сабирног базена и дубина одводног канала су исте и износе 30 cm. Базен и канал су обложени киселоотпорним премазом. Будући да је овај сабирни базен конструктивно изведен као саставни део решетке-сита, исти се неће користити за потребе рада новог постројења.

Базен за егализацију

За егализацију, а истовремено и неутрализацију отпадних вода, изведен је један бетонски базен корисне запремине 20 m³. Базен је укопан у земљу и изведен од армираног водонепропусног бетона који је са унутрашње стране заштићен премазима од дејства киселине. Око базена је целим обимом изведена метална ограда.

Димензије базена су: дужина 3 m, корисна дубина: 2,25 m, надвишење изнад нивоа воде: 0,5 m, конструктивна дубина базена: 2,7 m. По целој дужини базена изведен је прелив дужине 3 m. Кроз базен за неутрализацију је испод прелива на одстојању од 0,25 m уграђена је уроњена преграда до висине 0,5 m до дна. Димензије ове преграде су 3,00 x 2,25 m.

На горњој страни базена за егализацију-неутрализацију изведен је метални носач на коме је анкерисана једна електромоторна прополерна мешалица следећих карактеристика: инсталисана снага: 7,5 kW, број обртаја: 1500 min⁻¹, дужина осовине: 2500 mm, пречник пропелера: 200 mm. Изглед базена за егализацију са електричном мешалицом и припадајућом опремом приказан је на слици 6.3. Новим пројектом је предвиђено је да се постојећи егализациони базен и уграђена опрема не користе, већ да се изгради нови базен потребне запремине са опремом одговарајућих карактеристика.



Слика 6.3 Базен за егализацију

Преносна пумпа за испумпавање воде из базена за неутрализацију

Ова пумпа је намењена за испумпавање воде из базена за неутрализацију по обустављању дотока отпадних вода, након завршетку смене. Усвојена је једна преносна пумпа (тип River bloo), капацитета $10 \text{ m}^3/\text{h}$, снаге $0,75 \text{ kW}$, са потисним цревом $\varnothing 30 \text{ mm}$, која би комплетну запремину воде из базена испразнила за време од 2h. Пумпа је у функционалном стању, али новим техничким решењем није предвиђено да се искористи за потребе рада новог постројења.

Излазни канал пречишћене воде са „Venturi“ мерачем и излазним шахтом

Излазни канал је изведен од армираног бетона и физички се надовезује на базен за егализацију (на дужини од 6,5 m од спољне ивице базена за егализацију). Бетонски канал је профилисан на принципу „Venturi“ мерача протока којим може да се мери проток воде у количини од 0-50 l/s. Дужина „Venturi“ мерача је 168 cm, ширина 40 cm, ширина сужења 10 cm. Ширина преливно-контролног окна је 40 cm. Преливно окно је продубљено у односу на „Venturi“ канал за 30 cm, због постављања сонди за мерење рН које морају да буду потопљене у води.



Слика 6.4 Бетонски канал са контролним излазним шахтом

Из „Venturi“ мерача протока постављен је излазни шахт у који осим технолошке отпадне воде долази и санитарно-фекална вода, као и дренажна вода. Димензије овог шахта су 0,8 x 1,2 m. Горња кота шахте је идентична горњој коти базена за егализацију и виша је од коте околног терена за 20 cm. Бетонски канал и шахтови су заштићени киселоотпорним премазима, а сва окна и канали су покривени металним поклопцима. На слици 6.4 приказан је изглед бетонског канала са контролним излазним шахтом. Новим пројектом је предвиђено да се за потребе рада новог постројења искористи само излазни шахт.

Бу-pass шахт и канал

За случај када млекара не ради, или кад се врши ремонт опреме, изведени су Бу-pass шахт и канал. Шахт је бетонски, стандарних димензија 0,8 x 0,8 m. Димензије обилазног канала су 0,3 x 3,0 m. Шахт и канал су такође заштићени киселоотпорним премазима. Предвиђено је да Бу-pass шахт и канал остану у функцији.

Одводни цевовод

За одвођење третиране воде у градску канализацију изведен је цевовод PVC DN 250 са падом 4%. Предвиђено је да одводни цевовод остане у функцији.

Систем за припрему и дозирање хемикалија

За неутрализацију отпадних вода и корекцију pH, изведен је систем за припрему и дозирање сумпорне киселине и натријум-хидроксида. Предвиђено је да се набавка ових хемикалија на тржишту врши у течном стањеу, пакована у фабрички оригиналној пластичној амбалажи (киселина као 35%-ни раствор, а алкалија као 33%-ни раствор). Комплетна инсталација за припрему и дозирање хемикалија је смештена у истој просторији где се налази и систем решетки.

За претовар киселине и алкалије из фабричке амбалаже у складишне резервоаре првобитним пројектом је пројектом је предвиђена електромоторна преносна пумпа (тип P-100) карактеристике: $Q=100 \text{ l/min}$, $H=4 \text{ m}$, $P_i=0,45 \text{ kW}$, 220 V , 50 Hz , $H_{\text{uis}}=900-1500 \text{ mm}$. Материјал од кога је пумпа израђена је од PVC-а, уз пумпу се испоручује и 10 m армираног PVC цева са дозирним вентилима. У време обиласка постројења ова пумпа није била у објекту постојења.

За складиштење и киселине и алкалије на постројење је изведен по један дозни резервоар од армираног полиестера, сваки запремине 1000 l. На врху сваког резервоара инсталирана је по једна хемијска дозирна пумпа за капацитет дозирања 0-135 l/h, у комплекту са уисно-потисним PVC цевоводима и прикључним вентилима. Такође, на врху сваког резервоара инсталирана је и по једна ручна мешалица од PVC-а. Изглед инсталације за припрему и дозирање хемикалија приказан је на слици 6.5. Постојећа дозирна инсталација је по технолошко-техничким перформансама и физичком стању опреме неодговарајуће за потребе рада новог постројења, па је предвиђена комплетна замена постојеће опреме новом опремом.



Слика 6.5 Инсталација за припрему и дозирање хемикалија

Сепаратор уља и масти

Због проблема са појавом повећаних концентрација уља и масти у отпадној води, у склопу постројења је накнадно изведен гравитациони сепаратор са улошком од коалесцентног филтра (тип: TX-Separotor 5000) произвођача Tehnix, Хрватска. Запремина сепаратор је 5 m^3 , за хидраулични капацитет 20 l/s . Сепаратор је тренутно у функцији. Чишћење и одржавање се повремено, у складу са искуствима у експлатацији. На слици 6.6 је приказан ревизиони отвори сепаратора са металним поклопцима. Новим пројектним решењем је предвиђено напуштање постојећег сепаратора, јер ће се уклањање уља и масти вршити на принципу флотације на новом уређају



Слика 6.6 Ревизиони отвори сепаратора

Шахт за узимање узорака и контролу квалитета воде

Финална контрола отпадне воде која се испушта у градску канализацију врши се из шахта који је приказан на слици 6.7. Овај шахт и даље остаје у функцији, с тим што је потребно да се очисти са унутрашње стране од наслага и рђе и заштити премазима од агресивних дејстава хемикалија



Слика 6.7 Финална контрола отпадне воде

Сервисни део постројења

За манипулацију са решеткама, на плафон пострије погонског објекта изграђена је једношинска дизалица носивости 10 кN (произвођач „Арсеније Спасић“- Зајечар). Једношинска дизалица је у функционалном стању и предвиђено је да и даље остане у функцији.

6.6. Опис новог постројења и система пречишћавања

6.6.1. Опис новог пречишћавања

Процес пречишћавања приказан је на технолошкој шеми (слика 6.8) и укључује следеће поступке:

Третман на линији воде:

- уклањање чврстих отпадака на аутоматском рото ситу,
- уједначавање количина и квалитета отпадне воде у базену за егализацију,
- пумпање отпадне воде из базена за егализацију на цевни флокулатор, уз дозирање хемикалија за коагулацију (ферихлорид) и корекцију рН (натријумхидроксид),
- третман воде на комбинованом интегрисаном уређају за флотацију и таложње (ДАФ),
- континуално мерење протока и квалитета пречишћене воде у мерном шахту.

Пречишћена вода се испушта у јавну градску канализацију.

Третман на линији отпадних материја и муља обухвата:

- компримовање издвојеног отпада на рото ситу и одлагање у прихватни контејнер,
- одвожење контејнера на депонију за одлагање чврстог санитарног отпада,
- испуштање флотата и муља из DAF уређаја у гравитациони таложник,
- таложње и угушћивање флотата и муља у таложнику,
- кондиционирање угушћеног муља и флотата уз дозирање полиелектролита,
- флокулација муља у резервоару са мешалицом (пре уласка на пресу),
- дехидратација муља на преси,
- одлагање муљног колача у прихватни контејнер и транспорт контејнера са муљним колачем на депонију (за хемијски инертан отпад),
- испуштање преливних, надмуљних и процедних вода у базен за егализацију.

Захваљујући специфичностима предвиђене опреме, омогућени су следећи гарантовани ефекти снижења концентрација загађивача у односу на садржај истих у сировој отпадној води:

Параметар	Ефикасност пречишћавања (%)
• органско загађење, изражено као:	
• биолошка потрошња кисеоника, БПК ₅	≥ 60 %
• хемијска потрошња кисеоника, ХПК	≥ 60 %
• суспендоване материје	≥ 95 %
• таложиве (седиментне) материје	≥ 95 %
• укупне масти и уља	≥ 95 %
• укупан азот	15%
• укупан фосфор	65%

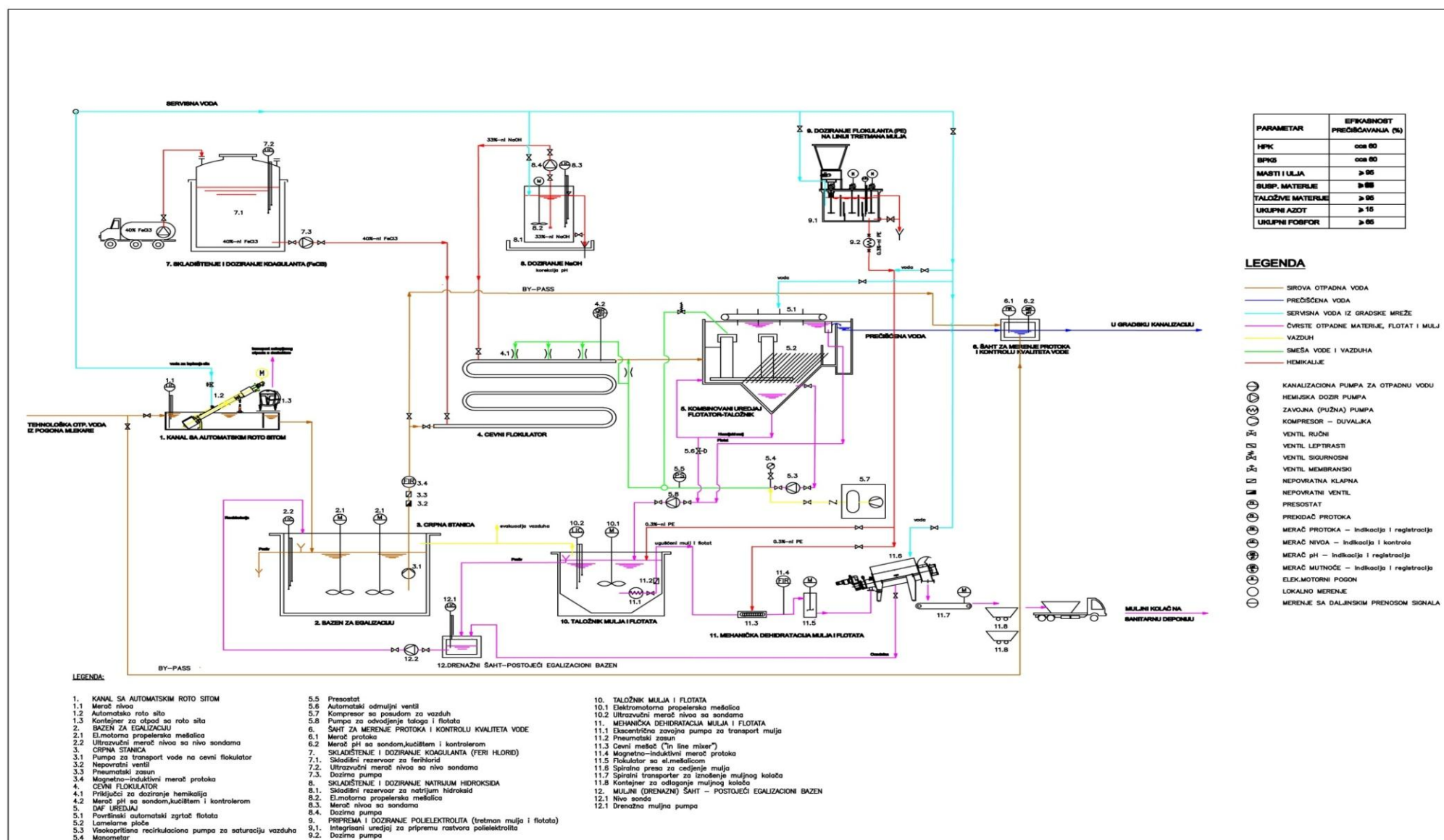
Табела 6.6 Гарантовани ефекти снижења концентрација загађивача

Предности :

- Брз одзив система на промене количина и квалитета сирове отпадне воде.
- Могућност краткотрајног заустављања процеса пречишћавања или неког дела процеса у случају потребе за интервенцијом.
- Мали број запосленог особља за рад и одржавање постројења.
- Није неопходна висока обученост радника које руководи радом постројења.
- Релативно ниски трошкови за изградњу и одржавање.
- Релативно мали грађевински простор за изградњу постројења.
- Ниска дубина укопавања објекта.
- Одсуство емисије аеросоли.
- Могућност да се ППОВ грађевински покрије што је битно са аспекта не нарушавања квалитета животне околине (непријатни мириси , бука, вибрације...).
- Нема потребе за дозирањем киселине за смањење рН ,јер се то постиже проликом дозирања ферихлорида.

Недостаци:

- Настајање хемијског муља (ферихидроксида) услед дотирања коагуланта(ферихлорида). Хемијски муљ након механичке дехидратације не сме се одлагати на санитарну депонију где се одлаже чврсти комунални отпад, већ се за ту намену мора да се обезбеди посебна депонија(за хемијски инертан отпад).
- Неопходност обезбеђења стабилног рада мерних инструмената и мерно-регулационе опреме у циљу оптимизације процеса пречишћавања.



Слика 6.8 Шема новог ППОВ-а

6.6.2. Опис новог постројења и карактеристике објеката и опреме

Постројење је димензионисано да може да пречисти до мах. $1250 \text{ m}^3/\text{дан}$ отпадне воде која се продукује у периоду од 24 h, за максимални хидраулички протицај од $75 \text{ m}^3/\text{h}$ и за концентрацију органског загађења ВРК₅ од мах. 2000 mg/l . Постројење је димензионисано за рад у три смене, са укупним дневним трајањем од 20-24 часа, у условима максималних производних капацитета фабрике у будућем периоду.

У условима смањења производних капацитета Млекаре, када долази и до смањене продукције отпадних вода, постројење ће радити краће време (око 16h/дан).

Грађевински објекат постројења за пречишћавање се састоји од подземног и надземног дела, са инсталисаном хидромашинском и електроопремом, као и системом за мерења технолошких и процесних параметара.

Подземни објекти постројења су доводни канал у коме се смешта аутоматско рото сито, базен за егализацију, базен за таложење муља и флотата, бетонски канал са мерачем протока (тип "Parshal") и шахтови ("by-pass" и узимање узорка пречишћене воде за анализу). Грађевински објекти подземног дела PPOV се раде од армираног бетона, који је заштићен водоотпорним премазима против процуривања.

Надземни део постројења се изводи као зидана монолитна конструкција, чија је унутрашњост издељена преградним зидовима на одвојене просторије. Објекат се изводи од цигле и покрива се црепом.

У просторијама објекта је смештена процесна опрема на линији воде, муља и отпадних материја, као и пратећи садржаји за руковање и опслуживање те опреме.

Канал са аутоматским рото ситом (поз. 1)

Прва фаза у третману отпадне воде је у механичком издвајању чврстих отпадака. За ову намену у пракси се користе различити типови решетки и сита (равне и лучне решетке, ротациона сита, сита типа „step screen” и др.). У конкретном случају усвојено је аутоматско ротационо сито (поз.1.2.) будући да се тај тип уређаја у пракси показао као веома ефикасан за третман отпадних вода из млекара и сродних прехрабраних индустрија. Основна улога аутоматског сита је да се на њему издвоје све механичке честице које би могле да негативно утичу (абразија, таложење, стварање непријатних мириса услед труљења, итд.) на функционисање осталих уређаја у технолошком процесу.

Аутоматско рото сито са припадајућом опремом је смештено у доводном каналу унутар постојећег процесног објекта, тј. на истом месту где се сада налазе постојеће решетке. Угао под којим се сито монтира је у функцији усвојеног максималног нивоа воде у каналу (40°). Најбитнији део сита је перфорирани бубањ кога покреће електромотор. Осим електромоторног погона и бубња који се окреће, саставни део комплетног уређаја је и завојни транспортер, са пресом за компримовање издојеног отпада, левак за испуштање отпада, и остали пратећи елементи (цебни прикључци, фазонски комади, вентили, мерно-регулациони уређаји...). Уз сито се испоручује и пратећи командни електроорман. У шахту испед сита је постављен мерач нивоа са сондом (поз. 1.1) преко којих се регулише аутоматски рад сита у задатом опсегу нивоа отпадне воде (мин.макс.). У канал иза сита је предвиђено узимање узорка сирове воде за лабораторијске анализе.

Са спољне стране сита се задржава сав чврсти материјал чије су димензије веће од отвора на ситу, док отпадна вода са ситнијим честицима пролази кроз отвор сита и преко завојног транспортера одлази у спиралну пресу самог уређаја, а одатле на даљу прераду.

У спиралној преси уређаја врши се пресовање издвојеног отпада и његова делимична дехидратација. Пресовањем се запремина отпадног материјала смањује за 35-40% од почетне запремине, са концентрацијом суве материје око 40% тежине. Пресовани материјал се преко испусног левка избацује у контејнер (поз. 1.3). Садржај из контејнера се камионима надлежног ЈКП Крагујевац одвози на градску санитарну депонију чврстог отпада.

Прање сита се врши аутоматски, на бази пада притиска, односно разлике нивоа воде. На самом ситу се налази прикључак са млазницама, преко којих се убацује вода из интерне водоводне мреже млекаре.

Базен за егализацију (поз. 2)

Након проласка кроз аутоматско рото сито отпадна вода се уводи у базен за егализацију (поз.2). Основна улога овог базена је уједначавања квалитативних и квантитативних карактеристика токова отпадних вода. За ову намену предвиђено је да се изгради нови егализациони базен, будући да је постојећи егализациони базен и сувише малог капацитета за новопроектване капацитете. Базен је целом својом запремином лоциран испод коте терена и налази се преко пута постројећег процесног објекта.

Базен за егализацију је паралелопипедног облика, правоугаоне основе и са горње стране је покривен бетонском плочом. На горњој плочи базена се налазе монтажни отвори преко којих се врши манипулација се опремом која се уграђује у базену за егализацију (ел.мешалица, сонде, пумпа, степенице). Базен се изводи од армираног бетона, са водоотпорног заштитом од процуривања на бази. Опремљен је сигурносним преливом на врху. Са уже стране, зид базена за егализацију се наслања на зид базена за таложeње муља и флотата.

Запремина базена омогућује прихватање 50-70%-не дневне продукције отпадних вода која се прерађује на уређају за пречишћавање. Ради заштите од случајног препуњавања, на зид базена је предвиђен сигурносни прелив, са нерђајућом челичном цеви и прирубницом до излаза из објекта.

У циљу постизања равномерног мешања, спречавања таложeња и елиминисања анаеробних услова, предвиђено је мешање и принудна вентилација. Мешање се остварује помоћу две потопљене пропелерне електромоторне мешалице (поз. 2.1), које се у рад укључују повремено. Мешалице се анкеришу за бочне зидове егализационог базена, са унутрашње стране зида и при дну базена. Путања вртлога воде је по дијагоналној страни. Конструктивно решење мешалица омогућује да раде са променљивим бројем обртаја чиме се постиже и контрола уноса енергије за мешање садржаја у базену. Заштита мешалице од рада на суво се постиже уградњом пливајуће нивосклопке.

За евакуацију ваздуха са непријатним мирисима у простору изнад воде предвиђена је вертикална вентилациона канализациона PVC цев. Преко ове цеви врши се и евакуација ваздуха из базена за таложeње. У базену за егализацију је инсталиран индикатор нивоа (поз. 2.2) са положајем у три тачке за детекцију нивоа (мин., макс. и заштиту пумпе од рада на суво).

Пумпе за транспорт воде на цевни флокулатор (поз. 3)

За транспорт отпадне воде из базена за егализацију у цевни флокулатор предвиђене су два центрифугалне муљне пумпе (поз. 3.1), предвиђене за рад у режиму (1+1), тј. једна радна и друга магацинска резерва. Радна пумпа је уроњена и анкерисана на дну базена за егализацију. Пумпа је опремљена фреквентним регулатором броја обртаја чиме се остварује жељени проток отпадне воде према цевном флокулатору и DAF уређају. Пумпа се може подизати и спуштати у базен преко уграђене вођице и ланца, тако да се може брзо заменити у случају потребе. За манипулацију са пумпом на врху базена се налази монтажни отвор са поклопцем.

На потис пумпе предвиђена је уградња ЕМ мерача протока (поз. 3.4), тако да се у спреси са фреквентним регулатором може одржавати задати проток, без обзира на промену нивоа у базену или хидрауличких карактеристика отпадне воде.

Ради спречавања повратног тока воде и праћњења цевног флокулатора при престанку рада, на потис пумпе су уграђује неповратни вентил са куглом, специјално конструисан за отпадне воде. Потис се изводи од нерђајућих цеви и фазонских комада. Прикључак потиса пумпе на цевни флокулатор изведен је преко прирубнице са навојем.

Уређај за коагулацију и флокулацију-цевни флокулатор (поз. 4)

За остварење процеса коагулације и флокулације предвиђен је уређај типа „цевни флокулатор“ (поз. 4). Потребна дужина и запремина цевног флокулатора за контакт отпадне воде са хемикалијама остварене је његовом изведбом у облику „подужне спирале“.

Основне карактеристике цевног флокулатора су: клипно струјање, униформно време задржавање и константна енергија мешања воде и хемикалија по пресеку цевовода флокулатора. Будући да се све честице подвргавају истој енергији мешања, стварају се предуслови за формирање униформног флока са добрим таложним карактеристикама.

Цевни флокулатор је анкер вијцима, анкерисан за под просторије са уређајима и физички је постављен непосредно поред DAF уређаја. Ова два уређаја најчешће се испоручују заједно, као јединствена функционална целина. На цевном флокулатору уграђени су следећи прикључци:

- Прикључак за довод отпадне воде,
- Прикључак за инјектирање раствора коагуланте (ферихлорид),
- Прикључак за инјектирање натријумхидроксида,
- Прикључак за инјектирање неке друге хемикалије (у случају потребе) и
- Прикључак за кућиште рН сонде.

Флокулатор је такође опремљен и прикључцима за довод воде са раствореним ваздухом за предаерацију и побољшање сепарације флока у уређају за флотацију, прикључцима за узорковање, мерења и праћњење.

Конструкција цевног флокулатора је од PVC/PEHD цеви спојених заваривањем и носача од галванизованог челика. Улазни и излазни прикључак су изведени летећим прирубницама и туљком, а прикључци навојним спојевима. Веза са уређајем за флотацију остварена је кратким цевним водом од нерђајућих челичних цеви, а везани су са прирубницама.

Уређај за флотацију и таложење (поз. 5)

Највећи степен пречишћавања отпадних вода остварује се комбинацијом процеса таложења и флотације у комбинованом уређају типа таложник-флотатор (DAF уређај) (поз. 5). Флотација се остварује раствореним ваздухом („Dissolved Air Flotation”) у виду финих мехурића који се добијају декомпресијом, а процес таложења у простору између ламеларних плоча истог уређаја.

За остварење ефеката флотације и таложења, предвиђен је један DAF уређај, у компактној изведби од нерђајућег челика (конструкција од Č.4580, флорацијски резервоар од Č.4574). DAF уређај се са доње стране може затворити у циљу заштите од непријатних мириса. Заштитни поклопац није саставни део стандардне испоруке уређаја, већ се посебно наручује и плаћа.

На простору поред DAF уређаја уграђује се подест за прилаз запосленог особља резервоару засићене флотације. Подест је опремљен прилазним степеницама и једноставном заштитном оградом. Материјал израде је од нерђајућег челика Č.4580.

Основни функционални делови DAF уређаја су:

- Флотацијски резервоар,
- Подужни аутоматски згратач флотата,
- Ламеларне плоче,
- Високопритисна центрифугална рецикулациона пумпа за сатурацију ваздуха,
- Компресор ваздуха,
- Арматуре за компримовани ваздух,
- Ножасте пнеуматски засун за пражњење крупнијег исталоженог материјала из spremника флотације,
- Подест за прилаз spremнику флотације.

Поред наведене опреме, уз DAF уређај је предвиђено да се користи и вијчана пумпа за талог и флотат, комплет са ножастим пнеуматским засуном за заштиту вијчане пумпе од рада на суво.

Отпадна вода се уводи у улазну комору уређаја за флотацију преко дистрибутивног система. Растворени ваздух се доводи на уласку у уређај како би се обезбедио довољан број мехурића неопходних за плутање флока и за стварање ваздушног јастука испод пливајућег слоја. Растворени ваздух се доводи пре него што вода уђе у улазну комору флотатора, а део се дозира и при крају процеса флокулације. Флок се скупља у пливајућем слоју (флотат), а вода излази из сепаратора преко ивичних преграда и прелива. На излазу из флокулатора предтретиран вода се меша са рециркулисаном водом у којој се налазе фино дисперговани ваздушни мехурови. Величина мехурова ваздуха износи од 20-50 микрона. Мехурови се везују за флок дајући му на тај начин велику пловност. Након што се хомогено измеша, течност се равномерно распоређује по целој површини флотатора. Флок који се спорије диже, издваја се на паралелним плочама издижући се супротно-струјно и сакупља се у пливајућем слоју. Флотирани материјал се уклања згртањем посредством аутоматског подужног згртача (скимер) који је монтиран на горњем делу DAF уређаја.

Након третмана део пречишћене воде (око 30%) се користи за растварање ваздуха и враћа на почетак процеса. Највећи део пречишћене воде се преко цевовода слободним падом испушта у шахт за мерење квалитета воде, док се отпадни материјал (флотат и муљ) помоћу вијчане пумпе одводе у прихватни базен за таложење.

Ваздух се у DAF уређај доводи посредством компресора на усисној страни специјално конструисане пумпе и меша се са водом у самој пумпи. Пумпа је саставни део DAF уређаја, док се компресор испоручује независно. Пумпа доводи смешу ваздух-вода на притисак од 4-8 bar, на коме се ваздух раствара у води. Додатно растварање ваздуха у води, као и раздвајање нераствореног ваздуха се дешава у разделнику. Из разделника смеша ваздух-вода се доводи на различита места у уређају. Ослобађање притиска врши се у посебном уређају.

Таложиви материјали се сакупљају у доњем конусном делу флотацијског резервоара са радвајањем на крупније и ситнији део. На конусним делу резервоара су уграђена и два пнеуматска вентила преко којих се повремено испушта исталожени материјал. Учесталост отварања пнеуматских вентила се одређује након пробног рада и подешавањем радних параметара DAF уређаја.

Муљ се одводи из конусног дела на дну таложне коморе DAF уређаја. Постављен је аутоматски вентил за одвођење муља, који се временски регулише и опремљен је пнеуматским погоним. Одвод овог муља исталоженог на дну флотатора врши се челичним нерђајућим цевоводом.

Мерни канал и шахт на линији пречишћене воде (поз. 6)

Пречишћена вода из DAF уређаја се цевоводом DN 250 гравитационо испушта у излазни бетонски мерни канал на који се надовезује мерни шахт. Предвиђено је да се у бетонском каналу угради уређај за континуално мерење протока (поз. 6.1) (ултразвучни тип) и уређај за аконтинуално мерење рН (поз. 6.2). Из овог мерног шахта узимаће се и узорци пречишћене воде за лабораторијске анализе.

Складиштење, припрема и дозирање хемикалија (поз. 7, 8, 9)

За нормално одвијање технолошког процеса и одезбеђење функционисања уређаја за пречишћавање отпадних вода предвиђено је дозирање следећих хемикалија:

На линији третмана отпадне воде:

- Фери хлорид (као средство за коагулацију) и
- Натријум хидроксид (као средства за корекцију, односно повећање вредности рН).

На линији третмана муља и флотата:

- Катјонски полиелектролит (као средство за флокулацију у процесу кондиционирања муља).

У процесу пречишћавања отпадне воде ферихлорид и натријум хидроксид ће се доzirати повремено, по потреби, у функцији технолошког програма у погонима млекаре, квалитета отпадне воде и оперативних искустава у раду уређаја за пречишћавање. Предвиђено је да се катјонски полиелектролит дозира увек када ради систем за механичку дехидрацију муља, односно центрифуга.

Прецизне дозе хемикалија, концентрације раствора и динамика дозирања утврдиће се у експлатационим условима.

Предвиђено је да се све хемикалије до објекта ППОВ допремају камионским транспортом у фабрички пакованој амбалажи. За смештај и чување хемикалије предвиђени су резервоари и просторије у склопу постројећег објекта ППОВ.

Фери хлорид FeCl_3 (поз. 7)

Фери хлорид је средство за коагулацију. Предвиђено је да се дозира као комерцијални производ, у виду концентрованог 40%-ног раствора, пропорционално протоку сирове воде. Примењене дозе хемикалије се предходно утврђују у лабораторијским условима на цар тест апаратури, а касније и на основу искустава у експлатацији.

Инјектирање фери хлорида у отпадну воду се врши преко посебног прикључка који се налази на самом улазу отпадне воде у цевни флокулатор

Фери хлорид ће се до постројења транспортовати камион цистерном специјализованим за транспорт опасних и штетних хемикалија. Алтернативно, фери хлорид може да се испоручи и као производ пакован у пластичним бурадима запремине 50 l, или у неком другом паковању, у зависности од понуде на тржишту. Раствор фери хлорида треба да се складишти у просторији која је заштићена од директног излагања сунчевим зрацима. Пошто је раствор FeCl_3 подложен кристализацији, неопходно је да се у просторији у којој се лагерије температура не буде мања од 10°C . Уколико није могућа испорука фери хлорида у течном стању, исти се на тржишту може набавити и у чврстом стању у облику чврстог $\text{FeCl}_3 \times 6 \text{ H}_2\text{O}$, пакован у PVC врећама. Због саме манипулације препоручује се да се ферихлорид набавља као већ припремљен концентровани раствор. Лице које рукује хемикалијама мора да има на себи сву потребну НТЗ опрему.

Предвиђено је да се ферихлорид складишти у склопу постојећег објекта постројења. За складиштење и дозирање 40%-ног FeCl_3 , предвидијен је један резервоар израђен од хемијски резистентних материјала (HDPE, PP, армирани полиестер и сл.) у вертикалној изведби. Резервоар (поз. 7.1). је цилиндричног облика и директно је ослоњен на под посторије целом својом доњом површином. Са горње стране резервоар је затворен поклопцем који се може отворати и затварати приликом пуњења и пражњења. Резервоар је градуисан, ради визуелог пређења количине раствора. Са горње стране резервоара постављен је одушак са сигурносним вентилом, а са доње стране отвор са вентилом за дренажу. Испод резервоара је заштитна кадица која прихвата евентуално процурели раствор хемикалија и одводи га у сливник технолошке канализације, а одатле у базен за таложење муља и флотата.

На бетонском постољу поред резервоара анкерисана је једна дозира пумпа (поз. 7.3) за дозирање раствора ферихлорида. Такође, предвиђена је и резервна пумпа истих карактеристика, која се чува у магацину. У унутрашњости резервоара постављен је детектор нивоа са сондом (поз. 7.2) за заштиту пумпе од рада на суво. Дозир пумпа је такође израђена од материјала отпорног на агресивно дејство FeCl_3 (PVC, PVDF, PTFE или сличан). Капацитет дозирања се подешава ручно на потенциометру контролног дугмета, на бази искуствених резултата праћењу рада постројења.

Натријум хидроксид (поз. 8)

Натријум хидроксид је средство за корекцију (подизање) рН вредности. Предвиђено је да се дозира повремено, односно у случајевима када се примењује високе дозе ферихлорида које снижавају вредност рН воде испод 6. Дакле, NaOH ће се дозирати тако да се рН третиране воде одржава у опсегу од 6-9 што је опсег дозвољених вредности за упуштање у јавну канализацију.

Место дозирања NaOH је на посебном прикључку у цевном мерачу и то блиско прикључку кроз који се инјектира раствор ферихлорида. Натријумхидроксид се испоручује пакован у бурадима запремине 50 l као већ припремљен раствор у концентрацијама 33-45%. До постројења натријумхидроксид се транспортује камионом. Истовар буради из камиона и убацивање у

просторију где ће се складиштити је помоћу виљушкарa и ручно. Из фабричких паковање амбалаже (буради), раствор NaOH се пребацује у резервоар (поз. 8.1) из кога се врши дозирање. За ту намену користиће се преносна хемијска ручна пумпа, а лице које рукује хемикалијама мора да има на себи сву потребну НТЗ опрему.

Могуће је набављати NaOH и у сувом стању, али се то не препоручује због развијања топлоте приликом растварања (егзотермна реакција).

За складиштење и дозирање NaOH предвиђен један резервоар корисне запремине 1000 dm³. Резервоар може бити израђен од челика или од неког другог пластичног материјала који је резистентан на алкалије.

Усвојен је један резервоар, цилиндричног облика. Резервоар се ослања на под просторије целом својом доњом површином. Са горње стране резервоар је затворен поклопцем који се може отворати и затварати приликом пуњења и пражњења. Резервоар је градуисан, ради визуелог пређења количине раствора. Са горње стране резервоара постављен је одушак са сигурносним вентилом, а са доње стране отвор са вентилом за дренажу. Испод резервоара је заштитна кадица која прихвата евентуално процурели раствор хемикалија и одводи га у сливник технолошке канализације, а одатле у базен за таложење муља и флотата.

На врху резервоара акнкерисана је електромоторна пропелерска мешалица (поз. 8.2), као и дозир пумпа (поз. 8.4) за дозирање растора натријумхидроксида. У унутрашњости резервоара постављен је индикатор нивоа за заштиту дозир пумпе од рада на суво (поз. 8.3). Дозир пумпа је такође израђена од материјала отпорног на алкално дејство NaOH. Усвојена је хемијска мембранска дозир пумпа, а на бази искуствених резултата у праћењу рада постројења и очитане вредности са мерача рН.

Катјонски полиелектролит (поз. 9)

Катјонски полиелектролит је предвиђен као средство за кондиционирање муља у процесу механичке дехидратације. Додвањем полоелектролита муљу знатно се поспешује карактеристике муља, односно олакшава се и убрзава процес издвајање влаге из муља.

Предвиђено је да се катјонски полиелектролит дозира као 0.3%-ни раствор и то увек када ради систем за механичку дехидратацију муља, односно центрифуга за муљ. Повремено ће се полиелектролит убацивати и у таложним за муљ и флотат ради побољшања таложних карактеристика.

Опсег доза полиелектролита и концентрација припремљеног раствора се претходно морају утврдити у лабораторијским условима.

Полиелектролит ће се допремати до постројења у прашкастом стању, пакован у двослојним натрон врећама од 25 kg. Врећа са прашкастом супстанцом одлажу се на дрвеној палети и чувају се у истој просторији где се чувају и остале хемикалије.

За припрему раствора катјонског полиелектролита предвиђен је један интегрисани уређај (поз. 9.1). Резервоар је у изведби од нерђајућег челика или од UV резистентног полипропиленског резервоара. Резервоар је комплетно опремљен са пратећом опремом: хопер (силос) за чување прашкасте хемикалије, суви дозатор за одмеравање дозе са системом за влажење, трокоморни резервоар са уграђеним електромоторним мешалицама и ниво сондама, цевне везе са вентилама и

арматуром, мерно-регулациони инструменти за мерење протока сервисне воде и концентрације припремљеног раствора.

За дозирање припремљеног раствора полиелектролита предвиђене су две завојне (пужне) ексцентричне пумпе (поз. 9.2), од којих је једна радна, а друга магацинска резерва. Дозирне пумпе се испоручују независно од интегрисаног уређаја. Пумпа је анкерисана за бетонско постоље и лоцирана је уз интегрисани уређај. Регулација рада пумпи у жељеном капацитету дозирања остварује се помоћу фреквентног регулатора.

Такожник муља и флотата (поз. 10)

Отпадне материје (флотат и муљ) из DAF уређаја се помоћу посебне вијчане ексцентричне пумпе (поз. 5.8) испуштају у таложник (поз. 10) у коме се врши накнадно таложење и делимично угушћивање пре завршне механичке дехидратације. У сврху побољшања таложних карактеристика постоји могућност да се у таложник повремено убацује и раствор катјонског полиелектролита. Повремено је потребно да се изврши и мешање садржаја у таложнику, за шта је предвиђена потопљена електромоторна аксијална мешалица са пропелерима (поз. 10.1). Мешалица је преко металних држача анкерисана за бочни зид таложника са његове унутрашње стране. У таложнику је постављена ниво сонда (поз. 10.2) преко које се мери ниво муља и флотата, односно регулише рад пумпе (поз. 11.1) која одводи муљ на процес механичке дехидратације.

Таложни базен је подземни објект, у изведби од армираног бетона и физички се својом дужином страном надовезује за базен за егализацију. Са унутрашње стране је заштићен од процуривања водоотпорним премазом на бази. Са горње стране таложник је покривен бетонском плочом са ревизионим отвором преко кога је постављен метални поклопац.

Таложник за муљ и флофат је димензионисан да прихвати тродневну продукцију муља и флофата у условима максималног дневног оптерећења постојења. Након угушћивања, повећава се садржај суве масе у талогу (на ~ 10%), односно смањује се запремина скоро двоструко, што олакшава процес накнадне механичке дехидратације.

Транспорт угушћеног муља из базена на систем уређаја за механичку дехидратацију остварује се помоћу завојне (пужне) ексцентричне муљне пумпе у хоризонталној изведби (поз. 11.1). Пумпа је анкерисана за бетонски темељ пода просторије са процесном опремом, непосредно уз уређаје за третман муља.

Механичка дехидратација муља (поз. 11)

Завршна фаза у обради муља је механичка дехидратација. Исталожени муљ и флофат се накнадно кондиционирају полимером, а затим се одводе на неки од уређаја за механичку дехидратацију (преса, центрифуга или др). Производ механичке дехидратације муља је муљни колач у коме је у односу на појни муљ знатно смањен проценат влаге, односно повећан садржај сувих материја. На тај начин добија се муљни колач смањене запремине и такмвих квалитетних карактеристика за даље одлагање на градску санитарну депонију.

За потребе овог постројења, за процес механичке дехидратације предвиђена је спирална преса 20%. Преса представља оптимално техно-економско решење, како са аспекта техничких карактеристика, тако и са аспекта инвестиционих улагања у опрему и погонске трошкове за рад и одржавање.

Комплетан систем за механичку дехидратацију муља се састоји од напојне муљне пумпе (поз. 11.1), пнеуматског засуна (поз. 11.2), статичког мешача за континуално мешање флотата и раствора полиелектролита (поз. 11.3), магнетно-индуктивног мерача протока (поз. 11.4), цевног флокулатора (посуда са мешалицом и штапном сондом) (поз. 11.5), спиралне пресе (поз. 11.6), транспортер за одвожење муљног колача (поз. 11.7), контејнера за одлагање муљног колача (поз. 11.8) и система цевних веза, вентила, арматуре, напојног ел.ормана, мерно-регулационог инструмената.

Опрема за механичку дехидратацију муља смештена у просторији новоизграђеног објекта, поред DAF уређаја.

Исталожена смеша муља и флотата се захвата помоћу завојне ексцентричне муљне пумпе са дна таложника даље припреме за процес флокулације и механичке дехидратације. Смеша угушћеног муља, флотата и полиелектролита се убацују у флокулатор, односно у вертикалну посуду са електромоторном мешалицом у којој се врши оформљење флокула пре подвргавању процеса механичке дехидратације на спиралној преси.

Преса се испоручује у заштитном оклопу од челика с циљем да се избегне емисија непријатних мириса. Дехидратисани муљ се формира у коничном простору између два перфорирана цилиндрична ротациона бубња са величином светлог отвора од 0.25 mm. Одвођење муљног колача из пресе је преко завојне спирале са излазне стране уређаја. Муљни колач се слободним падом одводи на тракасти транспортер, а одатле у прихватни контејнер, одакле се камионом надлежног ЈКП одвози на санитарну депонију. За прање бубња се користи вода под притиском из водовдне мреже. Вода од прања пресе заједно са преливном водом из таложника се рециркулише у елелизациони базен.

Предвиђено је да комплетан систем на линији механичке дехидратације муља буде ангажован у функцији динамике производње муља. Процењено је да ће систем бити у погону једном дневно, у трајању око 5 часа.

Дренажни шахт (поз. 12)

Дренажни шахт је намењен за прихватање надмуљне пумпе из базена за таложње муља и флотата и процедурне воде из филтера пресе. Такође, у овај шахт се сливају и остале одпадне воде, тј. отпадна вода од прања резervoара са хемикалијама, као и вода од прања пода просторије у којој су смештени уређаји за пречишћавање.

Предвиђено је да за ову намену искористи постојећи базен за егализацију. У базену ће се уградити уроњена муљна дренажна пумпа (поз. 12.2), као и мерач нивоа са сондама (поз. 12.1). Помоћу које се одпадна вода рециркулише у базен за егализацију.

6.6.3 Технолошки прорачун

Параметар	Јединица	Вредност
Укупан дневни проток отпадних вода	m ³ /d	1250.00
Усвојено време рада уређаја	h/d	24.00
Просечни дневни проток на уређаре за третман	m ³ /h	52.08
	l/s	14.47
Коефицијент часовне неравмерности		1.40
Максимални часовни проток	m ³ /h	72.92
	l/s	20.25
Усвојени макс. часовни пројектни проток	m ³ /h	75.00
	l/s	20.83
Усвојене карактеристике отпадне воде:		
органско загађење:ВРК	g/m ³	750.00
органско загађење:НРК	g/m ³	650.00
суспендоване материје	g/m ³	1200.00
масти и уља	g/m ³	1500.00
укупни азот	g/m ³	45.00
укупни фосфор	g/m ³	30.00
Оптерећење отпадне воде		
органско загађење:ВРК	kgBRK ₅ /d	937.50
органско загађење:НРК	kgHPK/d	812.50
суспендоване материје	kgSM/d	1500.00
масти и уља	kg/d	1875.00
укупни азот	kgN/d	56.25
укупни фосфор	kgP/d	37.50
Ротационо сито		
Усвојени хидраулички капацитет, мин.	l/s	30.00
Величина светлог отвора на ситу	mm	1.00
Количина уклоњеног отпада		
Органско загађење:ВРК, НРК	%	2.50
Суспендоване материје	%	10.00
Чврсти отпаци (у односу на прос. дневни проток)	%	10.00
Масти и уља	%	2.50
Укупни азот	%	0.00
Укупни фосфор	%	0.00
Максимална количина уклоњеног отпада		
Органско загађење:ВРК	kgBRK ₅ /d	23.44
Органско загађење:НРК	kgHPK/d	20.31
Суспендоване материје	kgSM/d	150.00
масти и уља	kg/d	46.88
Чврсти отпаци (у односу на прос. дневни проток)	kgSM/d	125.00
Укупни азот	kgN/d	0.00
Укупни фосфор	kgP/d	0.00

Базен за егализацију		
Време задржавања воде у базену	h	10.00
Потребна запремина базена	m ³	520.83
Усвојена запремина базена	m ³	500.00
Дубина воде у базену	m	4.00
Потребна површина базена	m ²	125.00
Усвојена дужина базена	m	15.00
Усвојена ширина базена	m	8.33
Снага за мешање	W/m ³	18.00
Укупна потребна снага мешалице	kW	9.00
Усвојена снага једне мешалице	kW	4.50
Усвојен број мешалица	kom.	2
Квалитет отпадне воде после рото сита		
Органско загађење:ВРК	kgBRK ₅ /d	914.06
Органско загађење:НРК	kgHPK/d	792.19
Суспендоване материје	kgSM/d	1350.00
Масти и уља	kg/d	1828.13
Укупни азот	kgN/d	56.25
Укупни фосфор	kgP/d	37.50
Органско загађење:ВРК	g/m ³	731.25
Органско загађење:НРК	g/m ³	633.75
Суспендоване материје	g/m ³	1080.00
Масти и уља	g/m ³	1462.50
Укупни азот	g/m ³	45.00
Укупни фосфор	g/m ³	30.00
Ефикасност уклањања (DAF)		
Органско загађење:ВРК	%	60.00
Органско загађење:НРК	%	60.00
Суспендоване материје	%	95.00
Масти и уља	%	95.00
Укупни азот	%	15.00
Укупни фосфор	%	65.00
Количина уклоњеног отпада		
Органско загађење:ВРК	kgBRK ₅ /d	548.44
Органско загађење:НРК	kgHPK/d	475.31
Суспендоване материје	kgSM/d	1282.50
Масти и уља	kg/d	1736.72
Укупни азот	kgN/d	8.44
Укупни фосфор	kgP/d	24.38
Концентрације у уклоњеном отпаду		
Органско загађење:ВРК	g/m ³	438.75
Органско загађење:НРК	g/m ³	380.25
Суспендоване материје	g/m ³	1026.00

Масти и уља	g/m ³	1389.38
Укупни азот	g/m ³	6.75
Укупни фосфор	g/m ³	19.50
Концентрације на излазу DAF		
Органско загађење: BPK	g/m ³	292.50
Органско загађење: HPK	g/m ³	253.50
Суспендоване материје	g/m ³	54.00
Масти и уља	g/m ³	73.13
Укупни азот	g/m ³	38.25
Укупни фосфор	g/m ³	10.50
Количина издвојеног талога и флотата у односу на количину отп. воде	%	2.50
	m ³ /d	31.25
Концентрација суве материје у издвојеном талогу/флотату	%	6.00
Количина суве материје у издвојеном талогу/флотату	kgSM/d	1.88
Дозирање ферихлорида		
Увојена доза ферихлорида		
Просечна	g/m ³	100.00
Максимална	g/m ³	300.00
Густина 40%-ног ферихлорида	kg/l	1.40
Дневна потрошња 40%-ног ферихлорида		
Просечна	kg/d	125.00
	l/d	89.29
Максимална	kg/d	375.00
	l/d	267.86
Залиха ферихлорида на складиште	d	30.00
Потребна залиха за период од месец дана	dm ³	2678.57
Усвојена запремина складишта резервоара	m ³	6.00
Дневна количина талога Fe(OH) ₃		
За просечну дозу	kg/d	81.25
За максималну дозу	kg/d	243.75
Број сати рада дозир пумпе	d	24.00
Капацитет дозирања		
За просечну дозу	l/h	3.72
За максималну дозу	l/h	11.16
Усвојен капацитет дозир пумпе	l/h	0-15
Усвојен број дозир пумпи	kom.	1
Дозирање натријумхидроксида		
Усвојена доза Натријумоксида		
Просечна	g/m ³	10.00
Максимална	g/m ³	30.00
Густина 33%-ног NaOH	kg/l	1.35
Дневна потрошња 33%-ног NaOH		
Просечна	kg/d	12.50

	l/d	9.26
Максимална	kg/d	37.50
	l/d	27.78
Залиха NaOH на складишту	d	30.00
Потребна залиха за период од месец дана	dm ³	277.78
Запремина једног балона са 33%-ним NaOH	dm ³	50.00
Потребан број балона од 50 l	kom.	5.56
Усвојен број балона од 50 l	kom.	6.00
Усвојена запремина складишног резервоара на NaOH	m ³	1.00
Број сати рада дозир пумпе	h/d	24.00
Капацитет дозирања		
за просечну дозу	l/h	0.39
за максималну дозу	l/h	1.16
Усвојен капацитет дозир пумпе	l/h	0-2
Усвојен број дозир пумпи	kom.	1
Резервоар за одлагање флотата и муља		
Ефикасност таложења	%	90.00
Дневна количина исталоженог материјала	m ³ /d	28.13
Време задржавања у резервоару	d	3.00
Потребна запремина резервоара	m ³	93.75
Усвојена запремина резервоара	m ³	100.00
Дубина воде и муља у таложнику	m	3.00
Површина таложника	m ²	33.33
Усвојена димензија таложника	m	8x4
Потребна енергија за мешање	W/m ³	15.00
Унета енергија за мешање	W	1500.00
Усвојена снага мешалице	kW	1.50
Дозирање полиелектролита за кондиционирање муља		
Количина флотата и талога на улазу у пресу	kgSM/d	1.88
Доза PE	kgPE/kgSM	6.00
Дневна потрошња PE	kgPE/d	11.25
Време рада система за третман муља	h/d	5.00
Часовна потрошња PE	kgPE/h	2.25
Потребана залиха PE за период од месец дана	kg	337.50
Садржај једне вреће PE	kg	25.00
Потребан број врећа PE на складишту	kom.	13.50
Усвојен број врећа PE на складишту	kom.	14.00
Концентрација раствора PE који се припрема	kg/m ³	2.00
Дневна потрошња раствора PE	m ³ /d	5.63
Часовна потрошња раствора PE	m ³ /h	1.13
Усвојена запремина складишта	m ³	1.00
Капацитет дозирања PE	l/h	1125.00
Усвојен капацитет дозир пумпе	l/h	2000.00
Механичка дехидратација флотата и талога		
Укупна количина муља и полиелектролита на улазу у пресу	m ³ /d	33.75
Време рада пресе	h/d	5.00

Радни капацитет пресе	m ³ /h	6.75
Усвојени капацитет пресе	m ³ /h	8.00
Садржај СМ у муљу на улазу у пресу	%	6.00
	kgSM/m ³	2.03
Садржај СМ у муљном колачу на излазу из пресе	%	20.00
	kgSM/m ³	6.75
Дневна запремина муљног колача	m ³ /d	10.13
Дневна количина оцеднине	m ³ /d	23.63
Усвојена запремина контејнера за муљни колач	m ³	15.00

Табела 6.7 Прорачун

6.6.4 Особље за управљање постројењем за третман отпадних вода

За нормално функционисање постројења за пречишћавање потребно је да се повремено у току рада обрати пажња на исправност уређаја за пречишћавање и њихово функционисање. Предлог је да се за ову намену ангажује одређено лице које је иначе запослено у млекари и то по могућности један радник, SSS, хемијско-технолошке струке. Ангажовање радника осталих струка било би повремено и то само у случају потребе за интервенцијом.

Дужност запосленог радника коме ће бити поверено управљање постројењем је:

- Праћење процеса и управљање процесом пречишћавања,
- Израда анализа квалитета воде и муља у погонским условима,
- Присуство узорковању од стране стручне службе ЗЗЈЗ из Крагујевца,
- Праћење одржавања и стања опреме и потрошње материјала,
- Спровођење мера заштите у раду.

Ради обезбеђења исправности рада уређаја за пречишћавање потребно је да корисник постројења у току пробног погона организује обуку лица које ће преузети руковођење постројењем.

6.6.5 Технолошка мерења и контрола квалитета воде

У циљу нормалног функционисања процеса пречишћавања неопходно је да постројење буде снабдевано одговарајућом опремом за мерења и управљање. За надгледање технолошког процеса потребно је да се ангажује довољан број стручног и оспособљеног радног особља које треба претходно да прође одговарајућу обуку за рад са опремом. Предвиђено је да се активности на мерењу и управљању постројења спроведе:

- Континуално, путем тзв. „континуалног мониторинга“ и
- Поверено (анализа узорка воде у погонској лабораторији од стране специјализованих овлашћених институција и лабораторија).

Спровођење континуалног мониторинга подразумева да инструменти и мерно-регулациона опрема буде инсталирана на одговарајућим местима у технолошкој линији пречишћавања (нпр. мерач протока, рН мерач, нивометар...). Очитавање стања процесних величина може се вршити директно са дисплеја одговарајућег показног инструмента, а и даљински, тј. да се сви сигнали који дају увид у стање квалитета воде и стање процесних параметара пренесу у виду милиамперског сигнала до главног контролног електроормана, или рачунара који путем софтвера управља радом технолошких јединица, односно процесом. То подразумева да би управљање процесом у потпуности могло да буде аутоматизовано путем система SCADA. Због финансијских разлога, предвиђено је да се постојење управља ручно, путем ручног очитавања процесних величина и прилагођавања рада постројења активности условима.

6.6.5.1 Континуална мерења

У табели 6.7. дат је списак континуалних мерења процесних параметара и квалитета воде.

Објекат/Уређај	Параметар	Тип инструмента	Опсег мерења
Пријемни шахт са рото ситом	Ниво воде (испред и за сита)	Индикатор нивоа са сондама	0 – 1 m
Базен за егализацију	Ниво воде	Ултразвучни мерач нивоа и индикатор нивоа са сондом	0 – 3 m
Црпна станица за транспорт воде на цевни флокатор	Проток воде	Магнетно-индуктивни мерач протока	0 – 50 l/s
Цевни флокатор	pH	Континуални мерач pH	0 – 14
DAF уређај (таложник/флотатор)	Притисак смеше вода-ваздух	пресостат	0 – 10 bar
	Притисак ваздуха	манометар	0 – 10 bar
	Ниво воде	Ултразвучни мерач нивоа	0 – 3 m
	Ниво флотата и муља	Ултразвучни мерач нивоа	0 – 3 m
Дозирање ферихлорида	Ниво раствора у резервоару	Индикатор нивоа са сондом	0 – 3 m
Дозирање натријум хидроксида	Ниво раствора у резервоару	Индикатор нивоа са сондом	0 – 3 m
Дозирање катјонског полиелекреолита	Ниво раствора у резервоару	Индикатор нивоа са сондом	0 – 1 m
Таложнок муља и флотата	Ниво у таложнику	Индикатор нивоа са сондом	0 – 3 m
Флокулација муља	Ниво муља и флотата у флокулатору	Индикатор нивоа са сондом	0 – 2 m
	Проток угушћ. Муља и флотата	Мерач протока-електромаг	
Дехидратација муља	Проток воде за прање пресе	Мерач мротока	0 – 500 l/min
	Притисак воде за прање пресе	Манометар	0-10 bar
Муљни (дренажни) шахт	Ниво муља и воде	Индикатор нивоа са сондом	0 – 2 m

Табела 6.8 Списак континуалних мерења

6.6.5.2 Узорковање и анализа параметара

Поред параметара који се континуално мере, потребно је да се повремено узимају узорци воде за анализу. Узорци се узимају на улазу у постројење (шахт рото сита), из DAF уређаја и на излазу из постројења (контролно - мерни шахт).

За анализе праметара квалитета воде предвиђено је да се користи постројећа погонска лабораторија у склопу производног погона Млекаре. Уколико лабораторија не располаже потребном опремом, иста треба да се оформи. Лабораторија треба да буде снабдевена неопходним

инструментима, лабораторијском опремом, хемикалијама и потрошним материјалом за узимање узорка воде, за анализу параметара који одређује ефикасност процеса пречишћавања.

Одређивање других параметара, као и периодичне анализе за верификацију ефикасности рада ППОВ ће се обављати нека од лабораторија овлашћена за израду анализа отпадних вода.

Параметар	Лабораторијски уређаји/инструмент/апаратура/прибор
рН	рН-метар, опсег мерења 0-14
Електропроводљивост	Кондуктометар, опсег мерења 0-1300 mS
Температура	Термометар, опсег мерења 0-100°C
Мутноћа	
Суспендоване материје: - Укупна - Филтрабилне-нефилтрабилне	
Амонијак и амонијум-јон, нитрати(као N), нитрити (као N)- спектрофотометрија	UV-VIS спектрофотометар
рН/ISE/COND, рН/COND, COND/O ₂ /Т и др.	Мултипараметарски уређаји

Табела 6.9 Неопходна опрема за узимање узорка и анализу параметара

6.6.6 Потрошња хемикалија, сервисних флуида и електричне енергије

Наведене количине хемикалија, сервисних флуида и електричне енергија су процењене вредности које се односе на максимално пројектовани капацитет прераде технолошких отпадних вода од 1250 m³/d. Стварни утрошци ће се утврдити у условима актуелног рада млекаре (капацитет производње, динамика рада, количине и квалитет отп. вода) и након периода пробне експлатације постројења.

Назив хемикалије	Потребна количина хемикалије (kg)			
	Просечно дневно	Просечно недељно	Просечно месечно	Просечно годишње
40%-ни раствор Ферихлорида	125	875	3750	45625
33%-ни Натријум хидроксид	12,5	87,5	375	4562
Катјонски полиелектролит	11,2	78,4	336	4088

Табела 6.10 Потребне количине хемикалија

Назив флуида	Потребна количина
Компримовани ваздух за рад DAF уређаја (сув, без капљица уља, чист) Сервисна вода за потребе технолошког процеса (обезбеђује се из интерне водоводне мреже)	230 Nlit/min при притиску од мин 6 bar-а, константно док ради DAF уређај мин. проток од 0.5 l/s при мин. притиску од 3 bar-а

Табела 6.11 Сервисни флуиди (ваздух и вода)

Позиција	Назив објекта/опреме	Број потрошача елек. енергије			Јед. инстал. снага(кW)	Укуп. инстал. снага (кW)	Укуп.једновр. снага(кW)	Коефицијент оптерећења	Сати рада на дан (h/d)	Потрошња ел.енер (кW/d)
		Укупно	У раду	У резерви						
1.	Рото сито									
1.1	Моторни погон	1	1	0	1.5	1.5	1.5	0.8	2	2.4
2.	Базен за егализацију									
2.1	Мешалица	2	2	0	5.5	11	11	0.8	6	52.8
3.	ЦС сирове воде									
3.1	Пумпе сирове воде	2	1	1	7.5	15	7.5	0.75	24	135
3.4	Континуални мерач протока	1	1	0	0.06	0.06	0.06	0.8	24	1.152
5.	DAF уређај									
5.1	Згргач за флотат	1	1	0	0.03	0.03	0.03	0.75	1	0.0225
5.3	Рециркулациона пумпа	1	1	0	7.5	7.5	7.5	0.75	24	135
5.7	Компресор	1	1	0	1.5	1.5	1.5	0.75	6	6.75
5.8	Пумпа за одвођење талога и флотата из DAF уређаја	1	1	0	2	2	2	0.75	0.5	0.75
6.	Контролно-мерни шахт									
6.1	Континуални мерач протока	1	1	0	0.06	0.06	0.06	0.8	24	1.152
6.2	Континуални мерач pH	1	1	0	0.06	0.06	0.06	0.8	24	1.152
7.	Припрема и дозирање Ферихлорида									
7.3	Дозир пумпа	1	1	0	0.06	0.06	0.06	0.8	24	1.152
8.	Припрема и дозирање натријум хидроксида									
	Мешалица	1	1	0	.018	0.18	0.18	0.8	0.5	0.072
	Дозир пумпа	1	1	0	0.06	0.06	0.06	0.8	24	1.152
9.	Припрема и дозирање катјонског полиелектролита									
	Интегрисани уређај	1	1	0	2.2	2.2	2.2	0.8	2	3.52
	Дозир пумпа	2	1	10	0.75	1.5	0.75	1	5	3.75
10.	Таложник муља и флотата									
10.1	Мешалица	1	1	0	1.5	1.5	1.5	0.8	0.5	0.6
11.	Мехиничка дехидратација муља									
11.1	Пумпа за транспорт муља на пресу	1	1	0	2.2	2.2	2.2	1	5	11
11.5	Флокулаторска мешалица	1	1	0	0.75	0.75	0.75	0.8	5	3
11.6	Преса (центрифуга)	1	1	0	2.2	2.2	2.2	0.75	5	8.25
11.7	Транспорт за изношење муљног колача	1	1	0	1.1	1.1	1.1	0.75	1	0.825
12.	Муљна шахт									
12.2	Дренажна пумпа за процедурне воде	1	1	0	1.2	1.2	1.2	0.8	0.5	0.48
13.	Грејање и осветљење				5	5	0			5
УКУПНО						56.66	43.41		208	374.98

Табела 6.12 Потрошња електричне енергије

6.6.6 Техно-економска анализа

6.6.6.1 Спецификација и предрачун технолошко-машинске опреме и радова

Ниже наведене позиције технолошке-машинске опреме и радова обухватају испоруку опреме, царињење, транспорт, монтажу и функционална испитивања (табела 6.13). Обрачун опреме која се набавља ван територије Р. Србије рађен је на паритету 1€ = 115,0 дин.

ОПРЕМА:	Цена (дин)
Опрема рото сита	4 704 500
1 компл. Аутоматско рото сито са светлим отвором 1 mm, мах. капацитет 30 l/s, снага мотора 1.5 kW, за монтажу у бетонском каналу, у комплексу са пратећом опремом (носач бубња, телескопски носач цеви, систем за спољње и унутрашње прање сита, магнетни вентил, електрогрејач, хватач нечишћоћа, пнеуматска ниво сонда, командни електроорман). 1 ком. Контејнер за сакупљање издвојеног отпада са сита.	
Опрема у базену за егализацију	2 070 000
2 ком. Електромоторна пропелерска мешалица, $P_i=5.5 \text{ kW}$, $D=620 \text{ mm}$ 2 ком. Постоље и водилица за монтажу мешалица 1 ком. Ултразвучни мерач нивоа воде 2 ком. Пловна склопка са индикацијом мин/мах. нивоа 1 ком. Гвоздене пењалице	
Црпна станица за транспорт воде на цевни флокулатор	747 500
2 ком. Вијчане ексцентричне пумпе (радна и резервна) за транспорт воде на цевни флокулатор, карактеристика: $Q = 25-85 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 0 - 12 \text{ m}$, $P_i = 11 \text{ kW}$ 1 ком. Неповратни вентил DN 125 1 ком. Пнеуматски засун DN 125 на потисном цевоводу пумпи, 1 ком. Магнетно-индуктивни мерач протока DN 125 на потисном цевоводу пумпи	
Цевни флокулатор	550 000
1 ком. Цевни Флокулатор, комплет са прикључцима и елементима за везу, прикључци за воду (улаз/излаз) DN150, прикључци за дозирање хемикалија DN10 1 компл. рН метар, комплет са кућиштем, сондом и контролером	
Комбиновани уређај за флотацију и таложење (DAF) капацитет: мах. 80 m³/h	13 900 000
1 ком. Флотацијски spremник 1 ком. Подест за прилаз spremнику флотације 1 ком. Компресор за ваздух (испоручује се независно од DAF)	

уређаја), карактеристика :$Q=200 \text{ l/min}$, $p=6 \text{ bar}$, $P_i=1.7\text{kW}$), • 1 ком. Подужни аутоматски згртач флотата, $P_i=0.03 \text{ kW}$ • ламеларне плоче, део за таложење са spremником за муљ, • 1 ком. Високопритисна центрифугална рецикулациона пумпа за сатурацију ваздуха ($Q=20\text{m}^3/\text{h}$), • 1 сет. Арматуре за компримовани ваздух • 1 ком. Ножасте пнеуматски засун за пражњење крупнијег исталоженог материјала из spremника флотације, • 1 сет. Цевне везе са прирубничким спојевима • 1 ком. Управљачки електроорман (испоручује се са DAF уређајем) • 1 ком. Ножасте пнеуматски засун за пражњење крупнијег исталоженог материјала из spremника флотације • 1 ком. Пумпа за одвођење флотата и талога из DAF уређаја, $Q=10\text{m}^3/\text{h}$	
Интегрисани уређај за припрему и дозирање раствора полиелектролита, капацитета $1000 \text{ dm}^3/\text{h}$	2 100 000
• Саставни делови: хопер (силос) за стокирање прашкасте хемикалије, суви дозатор за одмеравање дозе са системом за влажење, трокоморни резервоар са уграђеним електромоторним мешалицама и ниво сондама, цевне везе са вентилима и арматуром, мерно-регулациони инструменти за мерење протока сервисне воде и концентрације припремљеног раствора. • 2 ком. Завојна (спирална) дозирна пумпа (радна и резервна), свака капацитета $110\text{-}2200 \text{ l/h}$. • Управљачки електроорман (испоручује се са интегрисаним уређајем) • 1 ком. Сет цевних веза, вентила, арматуре за повезивање опреме	
Опрема за механичку дехидратацију муља	12 000 000
• 1 ком. Завојна пумпа за транспорт муља на центрифугу, капацитет $11 \text{ m}^3/\text{h}$ • 1 ком. Пнеуматски засун DN80 • 1 ком. Цевни мешач ("in-line mixer") за монтажу на цевовод DN65 • 1 ком. Магнетно-индуктивни мерач протока DN65 на потисном цевоводу пумпи • 1 ком. Флокулатор запремине 120 l, комплет са ел.мешалицом • 1 ком. Спирална преса за цеђење муља, капацитет $8 \text{ m}^3/\text{h}$ • 1 ком. Спирални транспортер за изношење муљног колача у контејнер $2.4 \text{ m}^3/\text{h}$ • 1 ком. Управљачки електроорман (испоручује се са центрифугом) • 2 ком. Контејнери за одлагање муљног колача, $V = 15 \text{ m}^3$	
Опрема у дренажном шахту	400 000
• 2 ком. Центрифугалне канализационе пумпе (радна и резервна), $Q=10 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=6 \text{ m}$ • 1 ком. Ниво сонда, $H=0 - 1 \text{ m}$ • 1 ком. Сет цевних веза, вентила, арматуре за повезивање опреме	

Опрема за складиштење и дозирање ферихлорида	3 100 000
1 ком. Резервоар за складиштење 40%-ног ферихлорида, $V = 6.0 \text{ m}^3$ 1 ком. Ултразвучни мерач нивоа са ниво сондама 1 ком. Дозирна хемијска пумпа, $Q=0-20 \text{ l/h}$ 1 ком. Сет цевних веза, вентила, арматуре за повезивање опреме	
Опрема за дозирање натријум хидроксида	130 000
1 ком. Резервоар за складиштење и дозирање NaOH, $V = 1 \text{ m}^3$ 1 ком. Дозирна хемијска пумпа, $Q=0-2 \text{ l/h}$ 1 ком. Електромоторна пропелерска мешалица, снаге 0.18 kW 1 ком. Ниво сонда, $H=0-1 \text{ m}$ 1 ком. Монтажни сет за дозир пумпу	
Опрема у шахту за контролу квалитета пречишћене воде	410 000
1 ком. Ултразвучни мерач протока, тип Parshal, комплет са Ултразвучном сондом 1 ком. рН мерач, комплет са кућиштем, сондом и контролером, опсег мерења рН (0-14) 2 ком. Помоћни материјал за фиксирање и повезивање опреме	
Опрема у таложнику муља и флотата	500 000
1 ком. Електромоторна пропелерска мешалица, $P_i=1.5 \text{ kW}$, $D=390 \text{ mm}$ 1 ком. Ултразвучни мерач нивоа воде 1 ком. Постоље и водилица за монтажу мешалице 1 ком. Пловна склопка са индикацијом мин/мах. Нивоа 1 ком. Гвоздене пењалице	
УКУПНО ТЕХНОЛОШКО-МАШИНСКА ОПРЕМА И РАДОВИ:	40 612 000

Табела 6.13 Технолошко-машинска опреме и трошкови

6.6.6.2 Предрачун грађевинских и грађевинско занатских радова

Егализациони базен:

ВРСТА РАДОВА:	Цена (дин)
Земљани радови	1 200 000
Бетонски и армирано бетонски радови	5 000 000
Разни радови	100 000
УКУПНО:	6 300 000

Табела 6.14 Трошкови радова егализационог базена

Објекат за Флотацију – DAF

ВРСТА РАДОВА:	Цена (дин)
Земљани радови	90 000
Зидарски радови	500 000
Бетонски и армирано бетонски радови.	1 150 000
Браварски радови	210 000
Покривачки радови	170 000
Грађевинска столарија	280 000
Лимарски радови	43 000
Керамичарски радови	160 000
Молерски и фасадерски радови	400 000
Разни радови	18 000
УКУПНО:	3 021 000

Табела 6.15 Трошкови радова за DAF уређај

ЗБИР ЗА СВЕ ОБЈЕКТЕ:	Цена (дин)
Егализациони базен	6 300 000
Објекат за флотацију	3 021 000
УКУПНО:	9 321 000

Табела 6.16 Укупни грађевински трошкови

6.6.6.3 Предрачун електро опреме и радова

ОПРЕМА:	Цена (дин)
НН прикључак	200 000
Опрема електромоторног погона	950 000
Опрема мерења и аутоматизације	2 100 000
Инсталација објекта-општа	195 000
НН каблови развода	350 000
Инсталација уземљивача, изједначеља потенцијала и громобрана	90 000
Завршни радови	90 000
УКУПНО:	3 975 000

Табела 6.17 Трошкови електро опреме и радова

	РЕКАПИТУЛАЦИЈА	Цена (дин)
1.	Технолошко-машински опрема и радови	40 612 000
2.	Грађевински радови	9 321 000
3.	Електро опрема и радови	3 975 000
	УКУПНО:	53 908 000

Табела 6.18 Укупни трошкови изградње ППОВ-а

7. Закључак

Главни извори загађења река Србије су нетретирани индустријске и комуналне отпадне воде. Највећи део (око 50%) долази од индустрије, а само 13% комуналних отпадних вода се третира пре испуштања, док значајан број локалних самоуправа у Србији нема развијену ни канализациону инфраструктуру. Већина постојећих третмана комуналних отпадних вода не одговара потребама, односно изграђена постројења су превазиђена и по капацитету и по технологији пречишћавања. Постојеће стање захтева велике инвестиције у овом сектору у наредних 20 година и пројектује се на цифру од 4 милијарде €, што отвара могућност за отварање нових радних места.

Познато је да највећи број фабрика наше прехранбене индустрије испушта своје отпадне воде, евентуално уз неку минималну претходну обраду, у јавну канализацију или директно у неки водопријемник, најчешће реку или канал. Што се може видети из анализираних стања млекаре „Meggle“. Разлози за такво стање су многобројни, а првенствено недовољно развијена свест о заштити животне средине и неадекватне законске и контролне мере, што дозвољава загађивачима испуштање отпадних вода без икаквих последица. Једно од решења је увођење принципа „чистије производње“ у домен прехранбене индустрије. Такође треба свако неиспуњавање законом прописаних услова испуштања отпадних вода не сме бити извор додатне добити и повластица, односно мора бити поштован принцип „загађивач плаћа“. Стање погоршава ниска цена воде, које није довољна да обезбеди ни основно одржавање постојеће водоводне и канализационе инфраструктуре, а камоли да улагање у развој и велике инвестиционе циклусе. То је ситуација са којом се суочавамо у Србији, те је за њено решење неопходно усмеравање друштвене заједнице према економској цени воде а не социјалној.

Најчешће главне методе за пречишћавање отпадних вода из прехранбене индустрије су: механички тј. физички поступци обраде, биолошки аеробни процеси, биолошки анаеробни процеси, физичко - хемијски поступци и комбинација претходно наведених процеса. У циљу решавања проблема отпадних вода прехранбене индустрије неопходно је упознати се са отпадним водама и извршити њихову карактеризацију. На основу тога се даље утврђује величина штете по екосистем од њиховог испуштања као и начин решавања проблема. У погледу одрживости и исплативости анаеробни третман даје много боље резултате него што дају многе друге алтернативе. Код анаеробних третмана постоји могућност повраћања потрошене енергије у облику биогаса. Такође, предности овог типа пречишћавања је погодан за средње и високо концентрације загађености отпадне воде, уз изузетно ниска производња вишка муља, компактност система, врло мало или се уопште не користе хемикалија, висока ефикасност третмана и олакшава се рециклажа воде у фабрикама итд. Одређени недостаци оваквог типа третмана су: нема значајног уклањања фосфора и азота, средњи до високи инвестициони трошкови и мањи погони су неекономични.

Овим мастер радом је детаљно анализирано постројење за пречишћавање отпадних вода са комбинацијом механичког и физичко-хемијског пречишћавања пошто оно најбоље одговара потребама постојећег и будућег обима производње млекаре „Meggle“. Постојење задовољава потребе млекаре са аспекта физичке, физичко-хемијске особине отпадне воде и максимално допуштене концентрације супстанци у отпадној води за испуштање у јавну градску канализацију према одредбама из списка града Крагујевца бр. 9 од 21. јуна 1993. год., са финансиске стране због релативно ниских трошкова изградње и одржавања постројења са могућности искоришћења постојећих грађевинских објеката и са стране стручности постоје је потребан мали број запосленог особља за рад и одржавање постројења, коме није неопходна висока обученост да руководи радом постројења.

8. Литература

- [1] Бараш Ј., Мађеј О., Јовановић С. (2007): Стратегија увођења чистије производње у прехранбеној индустрији, Нови Сад
- [2] Златан Сариц (2007): Технологија млека и млечних производа, Пољопривредни факултет, Универзитет у Сарајеву
- [3] Клашња М., Шћибан М. (2000): Основи анаеробног пречишћавања отпадних вода прехранбене индустрије, *Acta periodica technologica*, бр. 31, стр. 3-22
- [4] Мојовић Љ. (2004): Биолошка обрада отпадних вода, Техничко-металуршки факултет, Београд
- [5] Стефановић Д. (2010): Ефекти реакционих филтера на бази модификованих природних минерала у пречишћавању отпадних вода, Нови Сад
- [6] Огњатовић А., Каран-Ђурић С., Радовановић Р., Перић В. (1985): Технологија пратећих производа индустрије меса, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Београд
- [7] Јовановић Д. (2009): Пројекат еколошког збрињавања отпадних вода на нивоу урбане средине, Факултет здравствених наука, Бања Лука
- [8] Ђулбић, М(1986): Биогас, добијање, коришћење и градња уређаја, Техничка књига, Производња и коришћење биогаса, Процесна техника, Београд, III, бр. 2/1987, стр. 47-57.
- [9] 80.93.243.155/DNA/docs/PIN%20Lazar%20SRB.pdf (приступљено 24.03.2014 године)
- [10] ASIO, spol. s r.o.; Интернационална компанија из Чешке која се бави развојем, производњом и испоруком технологије за обраду отпадне воде, припрему воде и обраду ваздуха <http://www.asio.cz/>
- [11] <http://www.xl-australia.com/vesti-fajlovi/Postrojenje-za-preciscavanje-otpadnih-voda.pdf> (приступљено 24.01.2014 године)
- [12] http://www.huber-technology.com/fileadmin/02_Loesungen/02_Industrie/01_Fleisch/Prospekt/pro_rind_usa.pdf (приступљено 24.01.2014 године)
- [13] Миодраг М. Месаровић, Милан С. Ђаловић: Потенцијал когенерације топлотне и електричне енергије у Србији, Београд, Србија
- [14] Месаровић, М., Ђајић, Н. (2004) :Спрегнута производња топлотне и електричне енергије, Истраживања и пројектовања за привреду, 2(4-5), 33-40.
- [15] Kozak, Т., Majchrzycka, А. (2009): Примена биомасе за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије у руралном региону, Енергетске технологије, 6(1), 25-26.
- [16] <http://www.gruppoab.it/en/soluzioni/ecomax.asp> (приступљено 24.04.2014 године)