

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука

Милан В Бојовић

**Идејно решење постројења за третман отпадних
вода у Смедеревској Паланци**

мастер рад

Крагујевац, 2012.

Универзитет у Крагујевцу

Факултет инжењерских наука



Назив студијског програма:

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Технологије и постројења за пречишћавање воде и ваздуха

Број индекса: 303/2010

Милан В. Бојовић

Идејно решење постројења за третман отпадних вода у Смедеревској Паланци

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. _____ - ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да опише поступак третмана отпадних вода, да представи тренутно стање отпадних вода у Смедеревској Паланци, да пројектује своје идејно решење биолошког третмана отпадних вода у Смедеревској паланци и да одради техно-економску анализу постројења.

Препоручена литература:

- [1] Министарство заштите животне средине републике Србије: Прерада комуналних отпадних вода, технолошко технички приказ и критички осврт рада карактеристичних постојећих објеката, давање оптималног предлога система-објеката за прераду комуналних отпадних вода, са аспекта заштите вода, ваздуха и земљишта, насељених места републике Србије
- [2] Вања Шуштершич: „Технологије и постројења за пречишћавање воде и ваздуха “, скрипта, 2010
- [3]<http://www.apeironsrbija.edu.rs/icama2009/Ana%20Kalajdzic%20%20Monitoring%20i%20za%20C5%A1tita%20vodnih%20resursa.pdf>

Крагујевац, 20.06.2012

ментор:

Име, презиме и звање ментора

Резиме: Поремећаји екосистема изазвани испуштањем непречишћених отпадних вода, временом су нарасли до таквих размера да се пречишћавање наметнуло као нужност. Вода загађена на било који начин током употребе представља отпадну воду. Према пореклу отпадне воде се могу поделити на комуналне, индустријске и отпадне воде агро комплекса. Најзначајније физичке карактеристике отпадних вода су: садржај суве материје, боја, мирис и температура воде. Поред њих значајни су и параметри као што су: мутноћа, укус, електропроводљивост и садржај флотирајућих материја. Поред физичких карактеристика веома су битне хемијске и биолошке карактеристике отпадних вода. Приликом третмана отпадне воде треба да се врши механичко, биолошко и ако је потребно хемијско пречишћавање.

Кључне речи: Третман отпадних вода, механичко пречишћавање, биолошко пречишћавање.

Abstract: Ecosystem disturbances resulting from discharging untreated wastewater, have in time grown to an extent that makes water refinement a necessity. Wastewater is water adversely affected in any way during use. There are different types of wastewater based on its origin: municipal, industrial and agricultural wastewater. The most significant physical characteristics of wastewaters are: solid content, colour, odour and water temperature. Turbidity, taste, electrical conductivity and floating matter content are also significant characteristics. Chemical and biological characteristics of wastewater are also very important. Wastewater treatment should include mechanical, biological and, when necessary, chemical treatment.

Key words: Wastewater treatment, mechanical water treatment, biological water treatment.

САДРЖАЈ

1.0.0 УВОД	7
2.0.0 ДЕФИНИЦИЈА ОТПАДНИХ ВОДА	9
3.0.0 РАЗВОЈ ТРЕТМАНА ОТПАДНИХ ВОДА КРОЗ ИСТОРИЈУ	10
3.1.0 Рани биолошки процеси третмана отпадних вода	11
3.2.0 Рани експерименти са процесом активног муља	14
3.3.0 Узимање узорка и мерење загађивача	15
3.4.0 Рани процеси контроле испуштања отпадних вода	16
4.0.0 КЛАСИФИКАЦИЈА ОТПАДНИХ ВОДА	18
4.1.0 Комуналне отпадне воде	19
4.2.0 Индустијске отпадне воде	19
4.2.1 Штетне материје у индустријским отпадним водама	21
4.2.2 Категоризација индустријских отпадних вода	21
4.3.0 Отпадне водее агро – комплекса	25
5.0.0 ОСНОВНИ ФАКТОРИ ЗАГАЂЕЊА ОТПАДНИХ ВОДА	26
6.0.0 УТИЦАЈ ОТПАДНИХ ВОДА НА ОКОЛИНУ	28
7.0.0 ПОСЛЕДИЦЕ ИСПУШТАЊА ОТПАДНИХ ВОДА У РЕЦИПИЈЕНТ	29
8.0.0 ЗАШТИТА ВОДНИХ РЕСУРСА	30
9.0.0 ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА И ВОДОСНАДБЕВАЊЕ	35
10.0.0 ТРЕТМАН ОТПАДНИХ ВОДА	38
10.1.0 Физичко-хемијске карактеристике отпадних вода	39
10.1.1 Физичкр карактеристике	39
10.1.2 Хемијске карактеристике	40
10.1.2.1 Органске материје	40
10.1.2.2 Биохемијска потрошња кисеоника (ВРК)	40
10.1.2.3 Хемијски потребна количина кисеоника (НРК)	43
10.1.2.4 Укупан органски угљеник (ТОС)	44
10.1.2.5 Протеини, угљени хидрати, уља и масти	44
10.1.2.6 Специфична органска једињења: површински активне материје, пестициди, феноли	45
10.1.2.7 Неорганске материје	45

10.1.2.8 Азот, фосфор, сумпор	45
10.1.2.9 рН, алкалитет, киселост	46
10.1.2.10 Тешки метали, токсичне супстанце	46
10.1.3 Биолошке карактеристике	47
10.1.3.1 Микробиолошка испитивања	47
10.1.3.2 Биолошка испитивања	47
10.2.0 Поступци пречишћавања отпадних вода	48
10.2.1 Механички поступци у третману отпадних вода	48
10.2.1.1 Решетке	49
10.2.1.2 Песколов (хватачи песка)	50
10.2.1.3 Хватачи масти и уља	50
10.2.1.4 Примарно (претходно) таложење	50
10.2.1.5 Мешачи	51
10.2.1.6 Секундарно таложење	52
10.2.1.7 Флотација	53
10.2.2 Биолошки процес пречишћавања отпадних вода	54
10.2.2.1 Процес са активним муљем	55
10.2.3 Хемијски поступци у третману отпадних вода	58
10.2.3.1 Уклањање тешких метала	58
10.2.3.2 Неутрализација	59
10.2.3.3 Оксидација (и дезинфекција)	60
10.2.3.4 Коагулација и флокулација	61
11.0.0 ТРЕНУТНО СТАЊЕ ТРЕТМАНА ОТПАДНИХ ВОДА У СМЕДЕРЕВСКОЈ ПАЛАНЦИ	62
12.0.0 ЗАГАЂИВАЧИ НА ТЕРИТОРИЈИ ОПШТИНЕ СА АСПЕКТА ОТПАДНИХ ВОДА	64
13.0.0 СТАНОВНИШТВО НАСЕЉА ОПШТИНЕ	65
14.0.0 ИНДУСТРИЈСКИ КОМПЛЕКСИ И ОСТАЛИ ЗАГАЂИВАЧИ	68
15.0.0 ПОСТОЈЕЋЕ СТАЊЕ У ОБЛАСТИ ОТПАДНИХ ВОДА	71
16.0.0 КОЛИЧИНЕ ОТПАДНИХ ВОДА	73
17.0.0 КОЕФИЦИЈЕНТИ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ОТПАДНИХ ВОДА	76

18.0.0	КВАЛИТЕТ ОТПАДНИХ ВОДА	77
19.0.0	ПОТЕНЦИЈАЛНИ РЕЦИПИЈЕНТИ ЗА ПРИЈЕМ ОТПАДНИХ ВОДА НА ТЕРИТОРИЈИ ОПШТИНЕ	80
20.0.0	ПОТРЕБАН СТЕПЕН ПРЕЧИШЋАВАЊА ОТПАДНИХ ВОДА	82
21.0.0	ПРОРАЧУН	84
22.0.0	3D МОДЕЛ ИДЕЈНОГ РЕШЕЊА БИОЛОШКОГ ТРЕТМАНА ОТПАДНИХ ВОДА У СМЕДЕРЕВСКОЈ ПАЛАНЦИ	96
23.0.0	ТЕХНО – ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА	102
24.0.0	ЗАКЉУЧАК	103
	ЛИТЕРАТУРА	104

1.0.0 УВОД

Загађење животне средине један је од основних ограничавајућих фактора даљег развоја човечанства. У XXI веку животна средина постаје све више загађена, а површинске и подземне воде су, директно или индиректно угрожене, услед свакодневног испуштања отпадних вода најразличитијег састава.

Упоредо са урбанизацијом и развојем индустрије, пољопривреде и сточарства расла је количина и степен загађености отпадних вода, а тиме и штете које у реципијенту (водотокови и акумулације воде, земљиште) односно у екосистему у целини настају услед испуштања отпадних вода. Поремећај екосистема изазван испуштањем непречишћених отпадних вода, временом су нарасли до таквих размера да се пречишћавање наметнуло као нужност. Како се пречишћавање отпадних вода мора платити имамо данас у свету наоко парадоксалну ситуацију. Развијене и богате земље трпе мање штете од неразвијених, сиромашних земаља (иако у односу на неразвијене имају далеко веће количине, у правилу и загађених отпадних вода) зато што у одређеној мери пречишћавају отпадне воде док неразвијени то не чине.

Највећи део употребљене воде враћа се у природу као отпадна вода. Пошто су количине свеже воде које стоје на располагању ограничене, а потребе за њом се повећавају, вода почиње у све већој мери да се поново користи, свесно или несвесно (испуштањем отпадне воде у исте водотокове из којих се узима вода). На тај начин квалитет свеже воде је све више повезан са квалитетом отпадне воде. Да би се заштитио реципијент, односно изворишта свеже воде, отпадна вода се мора пречишћавати, односно морају се предузети мере да се вода у природу врати у приближно истом стању у којем је из ње позајмљена.

У савременим насељима све се више јавља потреба за одвођењем и пречишћавањем све обилнијих индустријских и санитарних отпадних вода из стамбених и других објеката. Количина отпадне воде расте паралелно са порастом потрошње воде, а компликованији технолошки процеси стварају све теже и скупоценије захтеве за третирање индустријских вода које некад могу садржавати и веома токсичне супстанце. Директно или индиректно ове супстанце могу да дођу до човека и да акутно или кроз дужи временски период угрозе здравље.

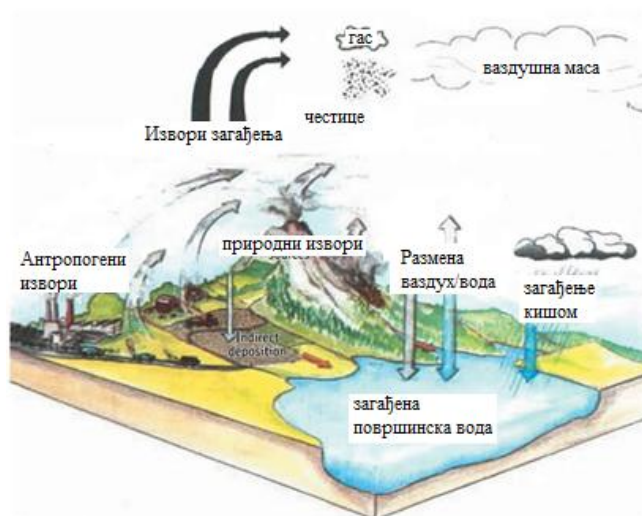
За пречишћавање санитарних отпадних вода располаже се ефикасним и провереним методама, док се за пречишћавање индустријских отпадних вода најчешће захтева посебна студија и развијање појединачног технолошког процеса пречишћавања. Индустријске отпадне воде уколико воде порекло од прехранбене индустрије, њихов карактер је сличан санитарним отпадним водама, док отпадне воде

хемијске, металуршке индустрије су оптерећене разним хемикалијама, текстилне индустрије најчешће бојама, а коксаре и гасаре веома непријатним фенолом.

Данас се проблем отпадних вода јавља у новијем светлу, у коме се тежиште са биолошке контаминације преноси на загађење хемијским и радиоактивним супстанцијама. Овим се компликује и начин пречишћавања. Воде се могу користити и оптерећивати, а отпадне воде испуштати у реципијент уз примену одговарајућег третмана, на начин и до нивоа који не представља опасност за природне процесе или за обнову квалитета и количине воде и који не умањује могућност њиховог вишенаменског коришћења. Квалитет отпадне воде која се може испуштати у реципијент регулише свака заједница одговарајућим стандардима.

Начело одговорности загађивача - правно или физичко лице које својим незаконитим или неисправним активностима доводи до загађења животне средине одговорно је у складу са законом Закон о заштити животне средине. Решавање савремених канализационих система лежи у организованом сакупљању и одвођењу отпадних вода, са обавезним пречишћавањем, као последњом, веома битном кариком у ланцу рационалног, техно-економски и научно потврђеног решавања предметне проблематике.

Све већи број примера јавно приватног партнерства у нашој земљи на овом пољу указује на то да су велике светске компаније нашле свој интерес да улажу у тако велике комплексе и да граде регионалне депоније и врше „обработку“ отпадних вода, које су у потпуности у складу са регулативама ЕУ. Тако ова област, која нама у данашње време представља болну тачку постаје извор значајне зараде инвеститорима, а грађане решава проблема чврстог и течног отпада. Што је најважније, у потпуности се отклањају или смањују опасности по радну и животну средину у смислу загађења земљишта, подземних изворишта воде и водотокова и загађења ваздуха.



Слика 1.0 Проблеми квалитета воде у глобалном амбијенту

2.0.0 ДЕФИНИЦИЈА ОТПАДНИХ ВОДА

Вода загађена на било који начин током употребе представља отпадну воду. Отпадне воде настају од чисте воде употребом и насељима и индустрији или отицањем са површине земљишта. Отпадне воде садрже минералне и органске материје у раствору, у колоидном облику и у облику суспензија, као и живе организме. По испуштању, у природи ове отпадне воде битно мењају природну околину (сл. 2.0).



Слика 2.0 Лош ефекат отпадних вода

На постројењу за пречишћавање отпадних вода се врши уклањање супстанци које могу бити штетне за животну средину уопштено посматрано. Очување водних ресурса, заштита акватичне флоре и фауне на начин посебно одређен за сваки водоток који прихвата пречишћену воду из постројења за пречишћавање отпадне воде, је основни задатак стручњака водопривреде, инспекцијских служби, управе и особља која раде на постројењима за пречишћавање отпадних вода.

Да би се разумео напор који се данас улаже за решавање проблема сакупљања и диспозиције отпадних вода мора се имати на уму историјски развој канализационих система уопште.

3.0.0 РАЗВОЈ ТРЕТМАНА ОТПАДНИХ ВОДА КРОЗ ИСТОРИЈУ

Средином 19-ог века, произведене отпадне воде у брзо-развијајућим индустријским регијама и градовима испуштане су директно у реке и канале, као и у земљиште испод тоалета у двориштима оронулих квартова. Често, пумпа воде за пиће је била смештена одмах до тоалета. Дакле, није било чудна честа појава колере, посебно у великим градовима.

Вода за пиће која се црпила овим пумпама повремено је мирисала на H_2S ; а Рудолф Вирков је био први који је предпоставио да то мора бити продукт анаеробног смањења $CaSO_4$ (гипс) од стране „микроскопских алги“ (Virkov 1868):



Слика 3.1 Ситуација на енглеским рекама и каналима

Први корак у решавању проблема загађења река било је описати то загађење узимањем узорака и мерењем.

Френкланду је наложено од стране Лондонске управе да месечно презентује извештај о водоснабдевању. 1868.год., поводом састанка Краљевског Института Велике Британије, он је истакао да је пијаћа вода која стиже у Лондон из Кадер Идрис и Плајлимон планина (северни Велс) загађена „нездравим клицама“ и хемикалијама (Frenkland 1869a). Исте године, Френкланд предлаже да се уради десет анализа воде како би се окарактерисао квалитет речних вода (Frenkland 1869), али је за то требало дуго времена.

Сличан извештај и опис методе мерења као и резултати били су објављени од стране Финкенера и Зинрека, што се односило на језера и реке у и око Берлина

(Finkener 1871; Zinrek 1871). Резултати се не могу упоредити са данашњима због разлика у методама мерења и узорковања.

Године 1871., резултати Комисије за речна загађења на челу са Френклендом, постали су доступни. Од посебног значаја било је стање реке Ирвел и њених притока. На дужини од преко 56km било је 285 фабрика које су испуштале своје отпадне воде у ову малу реку, која је била изузетно загађена (Rajh 1871).

У овом тренутку, дискутовало се о томе да ли концентрација загађујућих материја може бити редукована помоћу хемијске оксидације током њиховог транспорта у реку. Едвард Виебе, на пример, је био убеђен да су све отпадне воде Берлина које се испуштају у реку Спри између Шарлотбурга и Шпанда прочишћене „самопрочишћавањем“, природним хемијским процесом који је повољан за коришћење (Viebe 1873).

3.1.0 Рани биолошки процеси третмана отпадних вода

Прикупљање отпадних вода у системе канала служио је сврси, али испуштање тих вода у реке није било решење проблема јер би износ испуштених вода био превелик у односу на стопу речног тока. У Берлину, Хобрехт је предложио а затим и изградио систем за прикупљање отпадних вода са 12 радијалних рукаваца - пет јужно и седам северно од реке Спри. У сваком радијалном систему, кишница и отпадна вода су текле ка најнижој тачки помоћу гравитације (тај систем је и данас у употреби), одакле је пумпана у цеви за наводњавање поља изван града. У средини сваког поља за наводњавање, вода је излазила кроз хидранте и вентиле и пролазила кроз јаркове за наводњавање у пољима.

Вода је продирала у земљу и бивала прикупљена кроз порозне керамичке цеви и текла у дренажне канале и коначно у канале или реке (Hobreht 1884). Слична поља за наводњавање била су изграђена у околини неколико других градова. Подаци о концентрацији отпадних вода мереној на уласку и изласку су веома ретки. Табела 3.1.1 показује неке податке који датирају од 14.априла 1891.год., и односе се на поље за наводњавање у Вроцлаву (Ufelman 1893). Ако упоредимо вредности растворених органских материја од 155.9 mgL^{-1} (при уласку) и 53.2 mgL^{-1} (при изласку), можемо закључити да је око 66% органских материја уклоњено. Нитрификација је била скоро потпуна (амонијак $105 \rightarrow 7 \text{ mgL}^{-1}$).

Ефекат чишћења помоћу поља за наводњавање је већ доказан у касним 1870-тим годинама, али у првој деценији рада, научне основе за смањење органских материја, које су праћене мирисом (често) и/или укусом (ретко), биле су у великој мери нејасне. Током 1890-тих, постало је сигурно да то није био хемијски већ

биолошки процес који су обављале аеробне и анаеробне бактерије. Ипак, спор није решен све до почетка 20. века (Danbar 1912).

Супстанца	Концентрација (mgL ⁻¹)	
	Утицање ^{а)}	Истицање ^{б)}
Суспендовани материјал	295.2	54.0
Органски	246.0	-
Неоргански	49.2	-
Растворени материјал	687.3	478.4
Органски	155.9	53.2
Неоргански	531.4	425.2
Потрошња KMNO ₄	118.1	9.7
Амонијак (NH ₃ ⁺ NH ₄ ⁺)	105.0	7.0
Азотна киселина	-	17.5
Фосфорна киселина	22.4	-

Табела 3.1.1 Концентрација узорака при улазу и изласку из поља за наводњавање у Вроцлаву^[4]

Експериментисање у начинима како повећати специфично оптерећење отпадних вода (у m³/ha·dan) у поређењу са пољима за наводњавање резултирало је развојем повремене земљишне филтрације. Следећи оперативни услови на првим положајима су морали бити испуњени:

- (а) ниво подземних вода мора бити довољно низак,
- (б) пречишћена вода мора бити прикупљена у бочне јаркове за рециклажу и
- (с) примена отпадне воде мора бити повремена, тако да ниво воде у земљи опада и омогућава истовремени проток ваздуха на доле како би се обезбедио кисеоник за размножавање бактерија, респирацију и разлагање органских материја.

Иако овај биолошки процес није у потпуности био разумљив, био је тестиран са све већим успехом. Један од првих процеса ове врсте успешно је деловао у Лоренсу, држава Масачусет, САД, 1888. год. Ови први експерименти су били веома успешни, што показује готово потпуно уклањање органских материја и потпуне NH₄⁺ оксидације (Danbar 1899). У Лондону и његовој околини, сличне експерименте са земљишном филтрацијом изводио је Дибдин 1894-1896. (Rekling 1899). У Баркинг Крику у Лондону,

близу реке Темзе, у области од 4047 m² набацано је земљиште чији су зидови били висине 1 m, и који су подупрти положеним циглама.

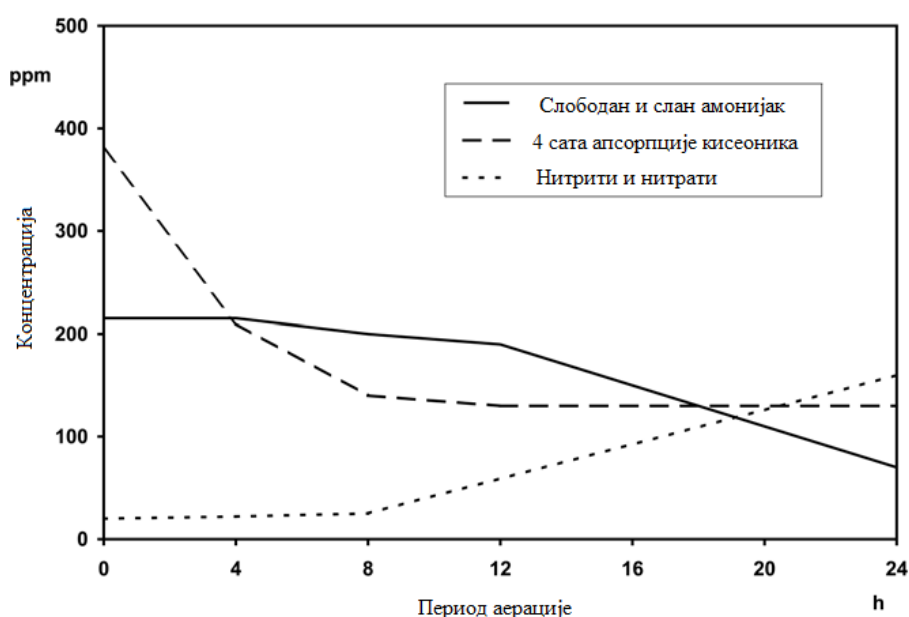
Неколико чврстих материјала било је тестирано као контактни слој. Овај филтер је периодично пуњен отпадном водом преко 2 h, затим би пуњење било прекидано на 1h и затим би полако био пражњен током 5 h; и циклус је понављан сваких 8 h. Око 70-75% растворених органских материја је било уклоњено. Постројења у Сатону и Ексетеру била су другачија од оних у Баркингу само у једној тачки: отпадна вода је биолошки обрађена за 24h – у Сатону очигледно аеробно у отвореном суду а у Ексетеру анаеробно у затвореном суду. Добијени резултати из оба постројења били су нешто бољи него у Баркингу (Dibdin 1898). Слично овоме, врло рана пилот постројења за проучавање биоразградње започела су са радом 1897. У Хамбургу (болница Епендорфер; Данбар 1899), у месту Грослихтфелде близу Берлина 1898/1899 (Šveder 1901) и у Темпелхофу близу Берлина 1900 (Thum i Prickov 1902). Након оснивања „Краљевског Института за водоснабдевање, тестирање и санацију“ у Берлину, пилот експерименти су извођени систематски како би се проучавала повремена земљишна филтрација, у циљу налажења најбољег типа контактних слојева и како би се побољшао процес у Темпелхофу (Thum i Prickov 1902, Zan 1902). Сав овај развој и експерименти водили су коначно до развита континуирано оперативних филтера за процеђивање (табела 3.1.2). Једно од првих постројења великих размера је саграђено у облику контактних слојева коришћењем великих комада кокса и радило је повремену филтрацију у Стансдорфу близу Берлина (Muler 1907).

Година	Процес	Специфично оптерећење (m ³ /ha·дан)
1860	Поља за наводњавање припремљена на погодном тлу и нивоу области	0.24-0.36
1878	Поља за наводњавање са дренажним рововима и земљаним пољима	4-8
1884	Поља за наводњавање и прелиминарна седиментација	8-10
1886-1900	Повремена земљишна филтрација	30-40
1890	Повремена филтрација са контактним слојевима	120
1903	Филтер за процеђивање	500-2 000
1960	Филтер за процеђивање високог оптерећења	8 000

Табела 3.1.2 Развој система за наводњавање

3.2.0 Рани експерименти са процесом активног муља

Очигледно, нико пре 1913.год., није имао идеју о повећању концентрације аеробних бактерија седиментацијом муља након аерације каналитације неколико часова, ради пажљивог уклањања чврстих материја и онда поновног додавања канализације. Прве особе које су посматрале повећавање муља понављањем овог процеса неколико пута били су Едвард Арден и Вилијам Т.Локет из Речног Комитета Корпорације Манчестер 1914.год. Презентовали су своје резултате на састанку у Гранд Хотелу у Манчестеру 3.априла 1914. (Arden и Loket 1914). Од великог значаја је било то да су стаклене боце са 2.27/ канализацијске воде биле заштићене од светлости по први пут, тако да се алге не би могле развијати. Боца је била напуњена водом из канализације из Devihulme. Било је веома битно да се муљ меша са канализацијском водом и да се додаје довољно ваздуха. рН вредност је морала бити контролисана додавањем мањих количина алкалних материја. Ови објављени резултати приказани су на слици 3.2. На овој слици, концентрације су дате у „деловима по милиону" (-ppm), што значи око $200/10^6 = 200\text{mgL}^{-1}$. Органске материје су мерене као „апсолутни кисеоник". Аутор је вероватно користио KMNO_4 као оксидациони агенс. Стопа нитрификације је била спора у поређењу са стопом уклањања органских материја у првих 8h.



Слика 3.2 Време аерације у зависности од концентрације органске материје

Током наредних година, овај велики број процеса се претвара у један континуирани процес помоћу резервоара за аерацију, резервоара за седиментацију и система за рециклажу муља. Након неколико обављених експеримената у Великој Британији и САД-у, коришћењем пилот постројења за проучавање процеса (Мохајери 2002), прво постројење техничких размера за муљ било је изграђено у Шефилду,

Велика Британија, 1920.год. (Havort 1922). Вода је текла отвореним вијугавим каналима и додаван јој је ваздух циркулацијом и мешањем. У Индијанаполису, САД, компримовани ваздух је циркулисао кроз перфориране цеви које су биле поређане близу дна са једне стране дугог канала, производећи спирални ток ваздушних мехурића (Hard 1923). Први површински аератор са вертикалном осовином конструисао је Болтон. Цев за спровођење условљавала је двофазно струјање при дну, резултирајући довољним трансфером кисеоника и мешањем воде и муља (Bolton 1921; Imhof 1979). У Немачкој, прва велика постројења изграђена су у Есен Релингхаусен-у 1926.год. (Кун 1927), и у Стансдорфу близу Берлина 1929-1931. (Langbin 1930), последње од њих је било дизајнирано и радило је као експериментално постројење за проучавање различитих дизајна резервоара за седиментацију (Mohajeri 2002).

3.3.0 Узимање узорак и мерење загађивача

Једна од првих развијених метода била је мерење потрошње калијум-перманганата (KmnO_4) за оксидацију органских једињења растворених у води (Markerit 1846). Биле су потребне 23 године, да би Франкланд предложио Краљевској Комисији Енглеске шта би још требало мерити и како се то може урадити (Frankland 18696). 1999. год. Малц је поделио време на три периода. Током првог перида (1870-1920), отпадне воде су углавном карактерисане по боји и мирису, мада су многе методе биле доступне за мерење разних једињења. Способност отпадних вода да разлажу и стварају гасове (CH_4 , CO_2) била је од интереса као и концентрација калијума, магнезијума и азота која је карактерисала вредност за употребљавање као ђубрива (Mohajeri 2002). Све до другог периода (1920-1970) неке једноставније методе нису коришћене за мерење специфичних једињења (BOD_5 , COD, растворени кисеоник, Ph, проводљивост, концентрација чврстих материја, итд). Најважнији проблем био је то што стандардне методе нису постојале. Често, један узорак воде који је истраживан у две различите лабораторије, давао је два различита резултата, што није уливало никакво поверење у добијене резултате. Трећи период од 1970. год., је време коришћења метода које контролишу компјутери са аутоматским узорковањем (COD, DOC, AOX) и анализа појединих органских и неорганских једињења (различитих детектора након одвајања помоћу GC, HPLC, итд; Malc 1998; Mohajeri 2002). Веома је било важна стандардизација метода узорковања, чувања и мерења. Често су национални стандарди договорани на наговор. Као резултат развоја политичких и економских конфедерација, даљи договори о стандардима морали су бити развијени (Смернице ЕУ за спречавање загађења вода; Poringhaus 1994).

3.4.0 Рани процеси контроле испуштања отпадних вода

У почетку, чврст и течни отпад је испуштан на улице и у дворишта средњовековних градова и села. Некалдрмисане улице и путеви били су пуни блата, нарочито након јаких киша. Како су домаће животиње такође живеље у овим областима, блато се мешало са чврстим и течним фекалијама. Оваква ситуација је остала непромењена све до првих прописа које су издале локалне власти. (Hosel 1990).

У 16. и 17. веку у Берлину, прописи Изборника и градског Савета били су углавном ограничени на уклањање чврстог отпада и одлагања на гомиле. У 18.веку, многи станари који нису имали тоалете у својим двориштима и даље су празнили своје посуде за нужду на улице. Градско Веће Берлина забранило је ово убирањем казне и дефинисањем листе места на реци *Spri* где су се посуде за нужду могле празнити у одређено време у току дана. Након 1830.год., све више и више канала за отпадне воде је грађено, неки од њих су се налазили испод земље, неки од њих су грађени као отворени канали непосредно поред тротоара. Ови су веома често бивали запушени и отпадне воде нису могле да отичу, нарочито након и током падавина. У 19.веку, било је забрањено испразнити посуду за нужду у реку Спри. Међутим, овај закон је веома тешко било спровести (слика 3.4; Hosel 1990).



Слика 3.4 - Сатиричан приказ одношења фекалија^[4]

До друге половине 19. века, уобичајена пракса је била испуштање отпадних вода у реке; и било је нормално да се заједнице које су се налазиле низводно сналазе са загађеном водом (Driver 1999). Ови проблеми су драматично порасли како је почео индустријски развој у брзо растућим градовима. У циљу избегавања епидемија као што је колера и тифус, морали су се издати закони за третман и испуштање отпадних вода.

У Немачкој, до 1945. год., прописи о води издавани су само од стране државе, неки од њих чак само у последње 32 године 19.века (нпр: „ Олденбургшка политика

воде", 10. новембра 1868.; „Брунсвишки закон о води", 20. јуна 1878.). У Пруској, највећој и индустријски најразвијенијој регији у Немачкој, прописи о води су први пут установљени 1913. године (Šlegerberger 1927., 1931.), јер је око 80 појединачних прописа морало бити уједињено у један, где је сваки од тих прописа био валидан у само једној од 80 пруских регија. Овај изненадан посао од 1600 страница, обраћао је пажњу на проблеме као што су својинска права на пловним путевима и језерима, обавезама при одржавању пловних путева и обала, као и заштиту од поплава. Ограничења у обиму и концентрацији отпадних вода испуштаних у површинске воде нису назначена. Слични закони су били на снази у целој Немачкој и у основи нису мењани до 1945. године.

Четири основна начела била су важна за нове законе:

- Били су распоређени одвојено по различитим условима у Федералној Републици Немачкој (ФРН) и Демократској Републици Немачкој (ДРН).
- 1. марта 1960. издат је Акт о водоснабдевању у ФРН; а 7. априла 1963. издат је Закон о водама у ДРН.
- Акт о водоснабдевању представљао је законски оквир у ФРН, допуњен законом појединачних држава.
- Закон о водама био је јединствен пропис који је био важећи у свим државама.

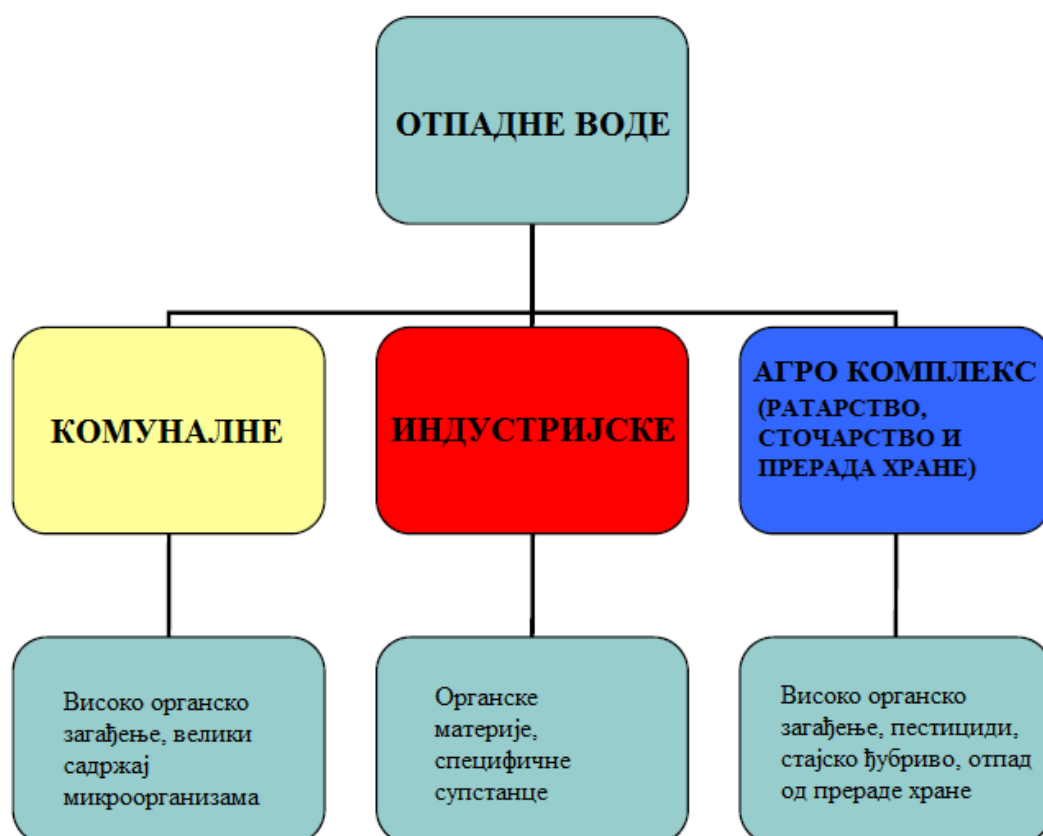
Важан развој у законодавству ФРН била је структура „Законом је уређено плаћање накнада за одлагање отпадних вода у површинске воде" (од 13. септембра 1976.), који је ступио на снагу 1. јануара 1978. године. Наплаћивање накнада почело је 1. јануара 1981. године, а покривало је само директно испуштање отпадних вода у површинске воде. Такозвана еквивалентна оптерећења обрачунавана су према годишњем нивоу оптерећења одређених супстанци (Berendes и Vinters 1981). Једно еквивалентно оптерећење (необрађена отпадна вода домаћинства произведена од стране једне особе годишње) имала је вредност 12 DM (6 €) 1986. а касније 40 DM.

Посматрајући период од средине 19. века па до 80- их година 20 века, може се закључити да су научници имали великих проблема и превасходно изазова, како би прво детектовали пре свега узрочнике различитих хидричних болести и тровања, па тек онда да пронађу начине, поступке и средства за третман како индустријских, тако и комуналних отпадних вода. Још у том времену је био препознат проблем са отпадним водама, па су се ти проблеми кроз време и развоју науке парцијално решавали, али се ни до данашњих дана нису у потпуности решили. Напредак је видљив самим доношењем Закона у тој области, који може и мора бити бољи. Рад на том пољу нам тек предстоји.

4.0.0 КЛАСИФИКАЦИЈА ОТПАДНИХ ВОДА

Својства отпадних вода зависе од порекла, па се према томе могу поделити на :

- комуналне отпадне воде,
- индустријске отпадне воде,
- отпадне воде агро-комплекса.



Слика 4.0 Подела отпадних вода према пореклу настанка

4.1.0 Комуналне отпадне воде

Већи део комуналних отпадних вода чине употребљене воде из домаћинства. За њих је карактеристичан константан састав у једном региону у дужем периоду, као резултат животног стандарда и начина живљења становништва. Њихова количина и оптерећење загађујућим материјама може се изразити путем норматива, тј. стандардним вредностима по становнику.

Главна карактеристична особина тих вода је извешан садржај неорганских и органских материја. Део органских материја налази се у суспендованом стању. У свим отпадним водама налазе се микроорганизми. Најопаснији по људско здравље су патогени микроорганизми. Најважнија особина комуналних отпадних вода је биолошка разградљивост. Деле се на:

- свежје отпадне воде, у којима биолошка разградња још није узнапредовала,
- одстајале отпадне воде, које не садрже кисеоник, јер је потроше за биолошку разградњу органске материје,
- труле септичке воде, у којима се биолошка разградња одвија анаеробно, а успостављена је равнотежа између разграђивача и органске материје.

4.2.0 Индустриске отпадне воде

Индустриске отпадне воде настају употребом воде у технолошким процесима и у производњи енергије. Састав индустриских отпадних вода битно се разликује од састава комуналних отпадних вода и зависи од примењеног технолошког поступка. Оне су данас, највећи загађивачи водних ресурса (слика 4.2.1). Индустриске отпадне воде потичу из производних процеса и обухватају: процесне, расхладне, санитарне и отпадне воде од чишћења опреме. Специфичне су за сваку индустриску грану. За разлику од комуналних отпадних вода, чији је састав углавном познат, карактеризација и пречишћавање отпадних вода из различитих индустриских погона ретко трпи уопштавање и типизирање.

Вода која је употребљена као расхладно средство, има повишену температуру и представља посебан тип онечишћивача. Количина индустриских отпадних вода варира у ширем опсегу, како у току дана, тако и у дужем временском периоду. То је последица различитог интензитета рада индустрије и одређене динамике настајања отпадних вода унутар самог производног поступка.

Индустриске отпадне воде могу садржавати киселине, базе, тешке метале, минералне соли, минерална уља, феноле, радиоактивне материје, патогене

микроорганизме, угљоводонике, ароматична органска једињења, као и синтетичке хемијске производе, што их не садрже природне воде. Фактори као што су токсичне материје, висока или иска рН вредност, висока температура, могу да проузрокују веће или мање поремећаје у раду постројења, нарочито у фази биолошке обраде, која је обавезна технолошка фаза градских постројења за пречишћавање.



Слика 4.2.1 Угинуће риба због недостатка кисеоника

Индустријске отпадне воде могу се разврстати у две групе:

- Биолошки разградљиве или компатибилне, које се смеју мешати са комуналним отпадним водама,
- Биолошки неразградљиве или инкомпатибилне, које се не смеју мешати са комуналним отпадним водама, без хемијског пред третмана.

Поред напред истакнутог индустријске отпадне воде, често садрже разне штетне и опасне материје за објекте и систем канализације као и за особље које ради на њима. То су:

- токсични јони, који негативно утичу на биолошку разградњу органских материја,
- киселине и базе, које изазивају корозију, успоравају биолошке процесе, проузрокују мирис и интензивну боју,
- запаљиве материје,

- масноће, које зачепљују отворе, водове и пумпе,
- отровне гасове, који су опасни за особље на систему,
- детерџенте који изазивају пену код аерације,
- влакнасте материје, које зачепљују отворе, ремете рад пумпи,
- каменчиће и песак, који се таложе у објектима, а изазивају абразију пумпи,
- феноле и остале токсичне материје.

4.2.1 Штетне материје у индустријским отпадним водама

Количине индустријских отпадних вода и утицај који оне врше на градски ефлуент могу се проценити упоређивањем особина градског ефлуента који садржи индустријске отпадне воде с особинама ефлуента у којем ових вода нема. При томе се узимају у обзир следећи критеријуми:

- Биодеградабилност
- Присуство амонијака
- Утицај рН
- Редокс потенцијал
- Токсичност

4.2.2 Категоризација индустријских отпадних вода

Отпадне воде у индустријским објектима и производним погонима се, према месту и начину настајања, као и квалитету садржаја, могу сврстати, у неколико категорија:

- отпадне течности и емулзије
- технолошке отпадне воде
- техничке отпадне воде
- санитарне отпадне воде
- атмосферске (сливне) отпадне воде

Отпадне течности и емулзије су махом концентровани водени раствори, као и водене емулзије, које се испуштају из одређених технолошких процеса после одређених технолошких поступака у производњи. Отпадне течности и емулзије махом представљају испошћене концентрате и емулзије, који се користе у одређеним технолошким поступцима производње, а који се, услед снижавања концентрације активне супстанце, или услед концентровања са непожељним продуктима, како саме

реакције, тако и могућих допунских реакција у процесу, више не могу ефикасно користити у производњи, већ се морају евакуисати.

Отпадне течности и емулзије најчешће настају у хемијским и електрохемијским реакторима, или сличним процесних уређајима и судовима (отпадни сирупи од кристализација, испошћени електролити из електролиза и слично). Отпадне течности и емулзије садрже екстремно високе концентрације загађујућих материја, које се не могу уобичајеним поступцима, са нормалном ефикасношћу свести на потребан ниво, како би задовољавале МДК за евакуацију у реципијенте, већ се ради уклањања из отпадних вода морају третирати специфичним операцијама, некада и у неколико фаза и поступака у оквиру третмана.

Отпадне течности и емулзије су најопасније и најнеповољније, како са становишта заштите животне средине, загађивања реципијената, тако и са становишта производње, односно могућности обраде и потребне технике и технологије за њихово евакуисање из отпадних вода. Отпадне течности и емулзије се не смеју упуштати нити у реципијенте, нити у систем месне канализације, без високо ефикасне обраде, пошто својим садржајима екстремно контаминирају воде реципијената, са катастрофалним последицама по квалитет вода реципијената и живи свет у њима, а такође и високо прелазе МДК за упуштање у систем месне канализације, при чему могу озбиљније да промене односе и устаљене концентрације загађујућих материја у комуналним отпадним водама.

Последице упуштања отпадних течности и емулзија у реципијенте су екстремно висока контаминација вода реципијената, са катастрофалним последицама по живи свет, у облику локалног загађења вода реципијената, као и висока и дуготрајна контаминација вода реципијената, у облику глобалног загађења.

Мора се напоменути да у ову категорију отпадних вода у индустрији не спадају течности, концентрати, смеше и слични супстрати за производњу, који се екцесно излију из реактора, цевовода, процесних уређаја и складишних судова током производних процеса. Ове акцедентно изливене течности и концентрати се не сматрају отпадним водама, већ хазардним течностима, за чију се евакуацију и третман морају предвидети посебни поступци у сваком индустријском и другом производном објекту, као интервентне мере и поступци у случају хемијских акцидената.

Технолошке отпадне воде су отпадне воде које настају из технолошких процеса, било производње, било обраде сировина, репроматеријала и полупроизвода, као и отпадне воде од прања хемијских, електрохемијских и других реактора, процесних уређаја и судова за обраду сировина и прераду сировина, полупроизвода и репроматеријала до финалног производа.

Технолошке отпадне воде се одликују високим садржајима загађујућих супстанци, као и значајним садржајем хемијски нестабилних и активних супстанци, које интеракциом са осталим супстанцама у отпадним водама доводе до промена хемијских садржаја у отпадним водама током времена. Тако се технолошке отпадне воде, између осталог, одликују и нестабилним хемијским садржајима, што значајно омета третман ових вода пре евакуације у реципијенте.

Технолошке отпадне воде се не смеју упуштати нити у реципијенте без обраде, нити у систем месне канализације без високо ефикасних предтретмана, пошто поред контаминације реципијената значајним количинама загађујућих супстанци, својом активношћу изазивају и хемијске промене у води реципијената, док загађујуће материје значајно прелазе МДК за упуштање у системе месне канализације.

Последице упуштања технолошких отпадних вода у реципијенте су висока контаминација вода реципијената и промена услова средине, са тешким последицама по живи свет, у облику локалног загађења вода реципијената, као и значајна краткотрајна контаминација вода реципијената, у облику глобалног загађења.

Техничке отпадне воде су отпадне воде из поступака прања сировина, машина и уређаја, судова за сировине, репроматеријале и помоћне материјале, прања подова и платоа у производним објектима - погонским халама, као и отпадне воде из помоћних процеса у производњи, као што су хлађење, грејање, подмазивање уређаја и опреме, квашење сировина и репроматеријала и слично. Техничке отпадне воде се одликују увећаним или вишим садржајима загађујућих супстанци, које су релативно стабилног карактера, односно које нису активирани, нити потичу из процеса хемијских синтеза. Тако се техничке отпадне воде, за разлику од технолошких отпадних вода, одликују стабилним хемијским садржајима и нижим концентрацијама загађујућих материја, што значајно олакшава третман техничких отпадних вода пре евакуације у реципијенте.

Техничке отпадне воде се не смеју упуштати у реципијенте без одређеног третмана, као ни у систем месне канализације без одређеног предтретмана, пошто контаминирају реципијенате загађујућим супстанцама значајно изнад МДК, а највећи број загађујућих супстанци је значајно преко МДК за упуштање у системе месне канализације.

Последице упуштања техничких отпадних вода у реципијенте су контаминација вода реципијената преко МДК, са последицама по живи свет, у облику локалног загађења вода реципијената, као и смањивање капацитета вода реципијената према загађујућим материјама, у облику глобалног загађења вода реципијената.

Санитарне отпадне воде су комуналне отпадне воде из управа, ресторана, купатила, перионица и сличних објеката у оквиру производне организације, као и отпадне воде од прања складишта, непроизводних хала и магацина, платоа око производних објеката, саобраћајница и друге инфраструктуре и слично.

Санитарне отпадне воде се одликују повременим увећаним садржајима загађујућих супстанци, које могу бити и стабилног и нестабилног карактера, односно које су хемијски стабилне, или које подлежу пре свега биодегреабилним процесима, када се евакуишу у природне реципијенте. Санитарне отпадне воде, за разлику од технолошких и техничких отпадних вода, одликују се стандардним хемијским садржајима и ниским концентрацијама загађујућих материја, што омогућава постављање стандардног третмана санитарних отпадних вода пре евакуације у реципијенте.

Санитарне отпадне воде су сличне комуналним отпадним водама, од којих су разблаженије, али зато имају више рановрсних загађујућих материја у свом садржају. Санитарне отпадне воде се не смеју упуштати у реципијенте без одређеног третмана, пошто контаминирају реципијенте појединим загађујућим супстанцама изнад МДК, а повремено прелазе по појединим загађујућим супстанцама и МДК за упуштање у систем месне канализације.

Последице упуштања санитарних отпадних вода у реципијенте су контаминација вода реципијентата органским супстанцама преко МДК, пре свега са биодегреабилним материјама, за чије распадање се троши растворени кисеоник, са могућим повременим последицама по живи свет, у облику локалног загађења вода реципијентата, док на глобално загађења вода реципијентата немају неки значајнији утицај, због ауторегенерације природног пријемника.

Атмосферске (сливне) отпадне воде су отпадне воде настале услед отицаја атмосферских падавина, које се сливају са платоа, путева и остале инфраструктуре око објеката у оквиру производне организације, осим са платоа у оквиру процесних погона и хала.

Сливне отпадне воде се одликују нешто увећаним садржајима загађујућих супстанци, које су стабилног карактера када се евакуишу у природне реципијенте. Сливне отпадне воде, за разлику од технолошких, техничких и санитарних отпадних вода, се одликују ниским хемијским садржајима и ниским концентрацијама загађујућих материја, што омогућава постављање појединачних, махом корективних третмана сливних отпадних вода за поједине загађујуће материје, пре евакуације у реципијенте. Сливне отпадне воде су најчистије отпадне воде у производним организацијама. Сливне отпадне воде се смеју упуштати у реципијенте без третмана,

најчешће уз корективни механички третман, а у систем месне канализације се могу упуштати без икаквих третмана или предтретмана, пошто могу повремено контаминирати рецепијенате појединачним загађујућим супстанцама нешто изнад МДК, а увек су испод МДК за упуштање у систем месне канализације. Атмосферске отпадне воде зими могу садржати велике количине седимента и соли, услед посипања коловоза против залеђивања.

4.3.0 Отпадне воде агро-комплекса

То су посебне и површинске воде са земљишта, које је подвргнуто агротехничким мерама. На територији где је пољопривреда развијена, а неравномерна расподела падавина током године, пољопривредне површине се натапају.

Вода која се процеђује до подземне воде или отиче, битно се разликује по саставу од вода за наводњавање. Састав је промењен због испаравања воде и растварања вештачких ђубрива, средства за заштиту биљака, састава земљишта кроз које вода пролази.

Карактеристични показатељи ових отпадних вода су: висок рН, тврдоћа воде, садржај нитрата, фосфора и пестицида.

У пољопривредне отпадне воде спадају и отпадне воде са сточних фарми, са течним изђубривањем (слика 4.3.1), количина и састав течних састојака зависи од више фактора: бројног стања узгајане стоке, технологије исхране, начина изђубривања и сл.

Главна карактеристика ових вода је висока концентрација органске материје, која се налази у таложном, суспендованом облику. Пољопривредне отпадне воде карактеристичне су по високом садржају амонијака.



Слика 4.3.1 Сточарски и пољопривредни радови

5.0.0 ОСНОВНИ ФАКТОРИ ЗАГАЂЕЊА ОТПАДНИХ ВОДА

Отпадне воде су сложеног састава и садрже, различита загађења. За комуналне отпадне воде карактеристичан је константан састав у једном региону у дужем периоду. Специфичне загађујуће материје ових вода чине азот, фосфор, масноће и детерџенти. Индустијске отпадне воде, за разлику од комуналних отпадних вода, имају варијабилан карактер, како по количини тако и по саставу.

Основни фактори загађења индустријских отпадних вода су следећи:

Нерастворне материје, које се могу издвојити физички:

- чврсте материје у суспензији (песак, оксиди, талог),
- материје које пливају, лаке (масти и уља и нерастворни емулзивни угљоводоници)

Растворљиве материје, које се могу физички издвојити:

- материје које се могу адсорбовати (колоранти, детерџенти, радиоактивни елементи),
- соли које се могу издвојити инверзном осмозом, електродијализом.

Материје које се могу издвојити само неутрализацијом:

- органске и неорганске киселине и базе, чије се соли могу растварати до извесне концентрације, а саме нису токсичне (H_2SO_4 , сода).

Материје које се могу издвојити само оксидоредукцијом:

- оксиди или редуктори, чије су оксидоване или редуковане форме довољно растворљиве, а нису токсичне,
- сулфиди, цијаниди, сулфати.

Материје које се могу издвајати исталожавањем:

- метали који могу, а не морају бити токсични и могу се исталожавати у облику хидроксида (Zn, Cu, Cr, Al),
- сулфиди, флуориди, неке неорганске и органске киселине.

Материје које се издвајају флокулацијом, декантацијом или флотацијом:

- колоидне материје,
- материје у емулзији (смоле, растворљива уља, емулзивни угљоводоници и сл.).

Материје које је могуће издвајати дегазацијом или екстракцијом течног гаса:

- гас везан или растворен,
- концентрована сумпорна једињења,
- феноли.

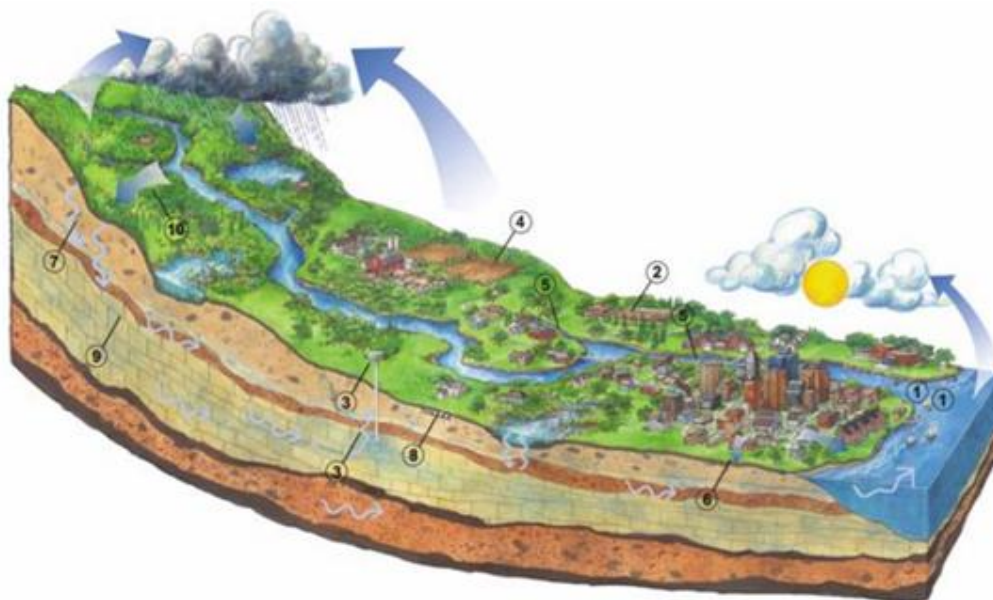
Материје које се могу издвојити биолошком прерадом:

- органске материје и сва биоразградљива једињења (шећери, протеини и др.).

Однос између BPK_5 и НРК у индустријским водама битно се разликује од одговарајућег односа у отпадним водама из домаћинства. Он се мења током времена тако да на крају НРК може постати вишеструко већа од BPK.

6.0.0 УТИЦАЈ ОТПАДНИХ ВОДА НА ОКОЛИНУ

Какав ће утицај отпадне воде имати на околину, зависи од својства отпадних вода и количине отпадних материја. Утицај отпадних материја на околину је веома различит. Материје, као што су хранљиве соли, у малим количинама делују повољно, док веће концентрације могу узроковати поремећаје еколошког система. У отпадним водама се често сусреће присуство тешких метала (Hg, Pb, Cr, Cd). Испуштањем у околину ове материје и у малим концентрацијама могу деловати отровно на живи свет. Све отпадне воде садрже микроорганизме. Сапрофитни микроорганизми (разлагачи), биолошки разграђују органске материје, троше растворени кисеоник, па се може појавити нежељени мањак кисеоника, тј., анаеробно стање. Они разграђују органску материју до неорганске и тако обављају део поступка труљења материје у биосфери. Међу микроорганизмима фекалног порекла има и патогених које могу бити узрочници тифуса, туберкулозе, колере, полиомиелитиса, хепатитиса. Ове заразне болести могу се пренети купањем у нечистој води (због додира са кожом или због гутања такве воде) или конзумирањем производа из воде, посебно шкољки, које се једу сирове. Отпадне воде се канализационим системима одводе из насеља и испуштају у водопријемнике: реке, канале, језера, море или земљиште (слика 6.1). Пре испуштања у околну средину потребно је и Законом регулисати обавезе везане за пречишћавање отпадних вода.



Слика 6.1 Најчешћи извори загађења и путеви миграције отпадних вода
 1- индустријске отпадне воде, 2- депоније, 3- миграције отпадних вода према бунарима, 4- приманање агротехничких хемијских средстава, 5- загађени површински водоток, 6- миграција органских отпадних вода, 7- продирање отпадних вода у подземље, 8- одлагање опасног индустријског отпада, 9- подземне воде, 10- површинске отпадне воде.

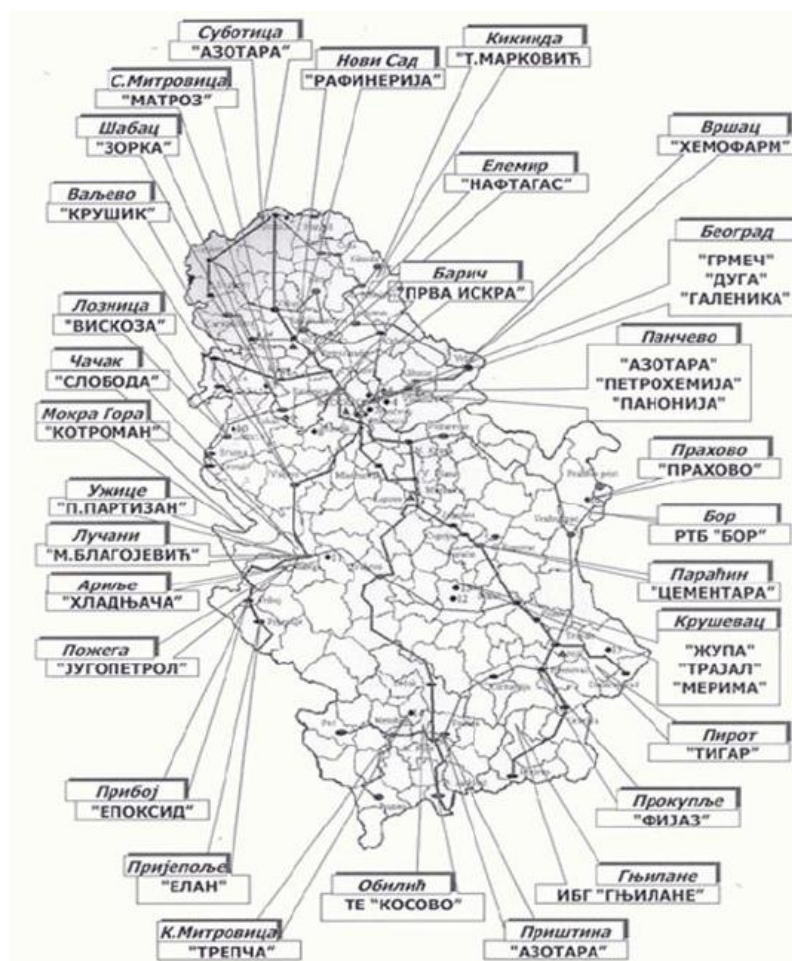
7.0.0 ПОСЛЕДИЦЕ ИСПУШТАЊА ОТПАДНИХ ВОДА У РЕЦИПИЈЕНТ

Испуштањем отпадних вода без пречишћавања у природне реципијенте нарушава се квалитет водопријемника што се огледа у погоршавању физичких особина воде, појаве пливајућих материја на површини и акумулирању отпадног муља на дну, промени хемијских особина воде, смањења концентрације раствореног кисеоника и осиромашењу акватичне популације. Најважнији утицаји испуштања непречишћених отпадних вода у површинске воде имају за последицу појаву еутрофикације, тровање акватичних животиња тешким металима или гушење услед недостатка кисеоника.

Природна слатководна језера, затворени заливи са слабом изменом воде и обалне воде које су еутрофне или могу постати еутрофне спадају у осетљиве области. Испуштањем отпадних вода које су богате нутритијентима (азот, фосфор) може доћи до нагомилавања хранљивих материја и појаве еутрофикације па је због тога потребно да се предузму потребне мере заштите (редукција азота и фосфора). Такође, у осетљиве области спадају и површинске слатке воде које су намењене за воду за пиће. Мање осетљиве области за испуштање отпадних вода представљају морске воде и водотокови са добром изменом воде у којима испуштање отпадне воде не утиче неповољно на квалитет воде и водни екосистем.

8.0.0 ЗАШТИТА ВОДНИХ РЕСУРСА

Управљање водама чини скуп активности, одлука и мјера чија је сврха одржавање, побољшавање и остваривање јединственог водног режима на одређеном подручју, што се нарочито остварује осигуравањем потребних количина воде одговарајућег квалитета за различите намене, заштитом вода од онечишћења, уређењем водотока и других вода и заштитом од штетног деловања вода. Заштита вода од онечишћења врши се ради очувања живота и здравља људи и заштите околине, те омогућавања нешкодљивог и несметаног кориштења вода за различите намене. Заштита вода остварује се надзором над стањем квалитета вода и изворима онечишћења, спрјечавањем, ограничавањем и забрањивањем радњи и понашања која могу утицати на онечишћења вода и стање околине те другим деловањима усмереним очувању и побољшавању квалитета и наменске употребљивости вода. Владе држава треба да планирају и реализују државне планове заштите вода, ради реализовања заштите вода, мора и океана у погледу заштите од онечишћења с копна. Посебан проблем је у очувању водних ресурса услед сталног загађивања од стране хемијске, прехранбене, пољопривредне и друге индустрије (слика 8.1).



Слика 8.1 Потенцијални загађивачи водних токова

Под термином «онечишћење вода» подразумева се промена квалитета вода, која настаје уношењем, испуштањем или одлагањем у воде хранљивих и других супстанци, топлотне енергије, те других узрочника загађења, у количини којом се мењају својства вода у односу на њихову еколошку функцију и наменску употребу. «Загађење вода» је онечишћење веће од допуштеног, а настаје уношењем, испуштањем или одлагањем у воде опасних супстанци из скупа опасних материја, када прекорачују њихово допуштене вредности у водама. Загађење се очитује погоршањем утврђене врсте воде, односно категорије воде. Загађењем вода доводи се у опасност здравље и живот људи и могу наступити поремећаји у економији и другим подручјима ради стања квалитета водене околине.

Планови за заштиту вода утврђују: потребна истраживања и испитивања квалитета воде, мере заштите воде, укључујући и мере за случај ванредних и изненадних загађења вода, планови грађења објеката за одвод и прочишћавање отпадних вода у насељима, потребна финансијска средства, извори и начин финансирања, поједици које су дужни спровести план те њихова овлаштења и одговорности. Саставни део планова за заштиту вода је категоризација вода. Категоризацијом се поједини водотоци и друге воде, полазећи од мерила из класификације вода, разврставају у групе, који морају задовољити прописане услове квалитета и других особина вода. Класификацијом вода оцењује се квалитет вода и обавља сврставање вода у врсте на темељу допуштених граничних вредности појединих параметара, који обележавају изворе и узрочнике онечишћења вода. Класификација вода приказује се нумерички од I до V, а графички у бојама (табела 8.1).

Група	Боја
I	Плаво
II	Зелено
III	Жуто
IV	Црвено
V	Црно

Табела 8.1 Градијент квалитета воде

Подаци о изворима онечишћења и загађивањима, системима за одвод отпадних вода уносе се у катастар заштите воде. Обвезу вођења водне књиге треба реализовати у свим државама. Подаци о водотокима и другим водама, извориштим и залихама вода, загађивању вода и водним грађевинама треба водити у јединствен и цјеловит систем вођења ове документације. Најбољи начин је оснивање система водне документације у складу с могућностима информатичког система, чиме би се

омогућило њихово оптимално коришћење, допуњавање, ажурирање и ширење базе податка. Према међународним прописима параметри за класификацију вода сврставају се у два скупа:

Први скуп параметара- обавезни параметри за оцену опште еколошке функције вода.

Други скуп параметара- параметри који се испитују по посебним програмима садржаним у плановима за заштиту вода и циљаним програмима испитивања квалитета вода, те заједно с обавезним параметрима служе за ширу оцену опште еколошке функције вода и утврђивања услова коришћења вода за одређене намјене.

Скуп	Параметри	Карактеристике	Врсте
I Обавезни параметри	A	физичко-хемијске	pH, алкалитет, електрична проводљивост
	B	режим кисеоника	отопљене, засићење, хемијска потрошња, биолошка потрошња
	C	храњиве супстанце	амонијак, нитрити, нитрати, фосфор
	D	микробиолошки	број колиформа бактерија, број фекалних колиформа, број аеробних бактерија
	E	биолошки	индекс сапробности, биотицки индекс, ступањ трофије
II Испитивани параметри	F	метали	бакар, цинк, хром, никл, олово, жива
	G	органски спојеви	минерална уља, феноли, бифенили, линдан, DDT
	H	радионуклеиди	јод-131, цезијум, стронцијум, ...

Табела 8.2 Градијент квалитетаа воде

Све врсте вода (I-V) имају прописане допуштене граничне вредности за поједине параметре, те се сваки од мјерених параметара може сврстати у једно од пет врста вода.

Сирова вода се с обзиром на изворе из којих потичу може поделити у две основне групе:

- сирова вода из концентrirаних извора.
- сирова вода из распршених извора.

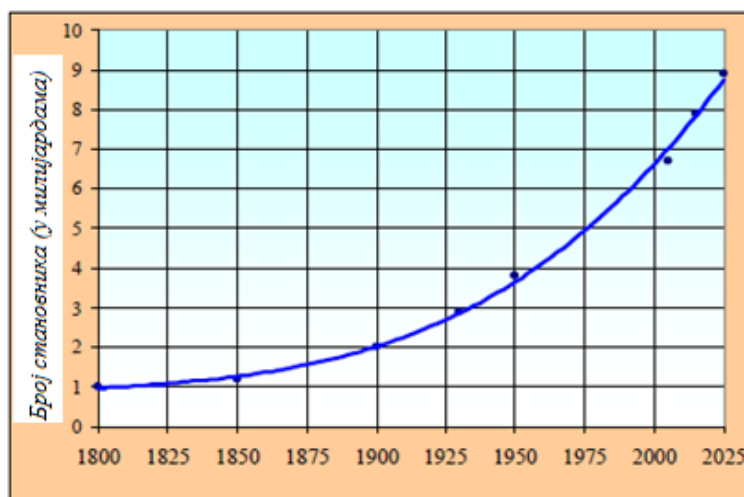
Концентрисани извори сирове воде су они који углавном могу бити надгледани. То су по правилу санитарне и индустријске отпадне воде, отпадне воде од пољопривредних фарми, процједне воде депонија – ефлуат, те атмосферске воде које се прикупљају канализацијским системима и могуће их је надгледати помоћу уређаја за пречишћавање, односно на самом извору одабиром најбоље расположиве технологије и рецикулацијом вода.

Група	Врста	Карактеристике
I	подземне и површинске воде	за пиће
II	сирова вода	за купање и припрему хране
III	индустријска вода	у индустрији и пољопривреди
IV	техничка вода	обавезно пречишћавање
V	неупотребљиве воде	незадовољава услове за коришћење

Табела 8.3 Граничне вредности квалитета воде

Концентрисани извори који врше загађење могу се поделити у више скупова: становништво (домаћинства, болнице, хотели, школе и сл.), индустрија (хемијска, нафтна, грађевинска, комбинати, електране), пољопривреда (пестициди), депоније, саобраћајнице, туристички објекти и остали објекти. За становништво које није спојено на јавни канализацијски систем, а снабдева се водом из властитих, индивидуалних извора воде или путем јавног водоводног система индиректно се може извршити процена на темељу специфичне потрошње воде и оптерећења од 60 g O₂/st./dan.

Становништво које није прикључено на канализацијски систем своје отпадне воде одводи у сабирне или септичке јаме. Сабирне јаме се празне на слиједеће начине: у систем јавне канализације, на ораничне површине, септичке јаме водопропусне те се празне у подземље или у водоток. У случају стратешких производа као што су енергенти, сировине, (нафта, челик) потреси на тржишту су глобалних размера. Посебан проблем представља недостатак питке воде обзиром на енормни раст становника на планети Земљи и сталну миграцију у великим урбаним срединама.



Слика 8.2 Раст становника и смањење питке воде у свету

Процену загађења воде могуће је вршити путем расположивих података кроз научне пројекте Пољопривредног факултета и процена на терену. За пољопривреду се индиректно може извршити процена на темељу геолошких и хидрогеолошких карактеристика терена, бројног стања сточног фонда. Депоније отпада које су неуређене представљају извор онечишћења вода, будући тако депонирани отпад загађује земљу, испире се у водотоке или инфилтрира у земљу. Процјену онечишћења могуће је вршити једино путем студија о одвођењу са саобраћајница и научних пројеката праћења онечишћења с путева, процену онечишћења атмосферских вода, посебно приликом пљускова већег интензитета и испирања талог са непропусних површина. Атмосферске воде су оне које директно падавинама отичу у водне системе (киселе кише) или након испирања површине шума, ливада, пољопривредних површина, неуредених депонија, саобраћајница и других површина, те улазе у водотокове на врло дугацким потезима. Отпад у урбаним срединама, а посебно медицински представља посебан проблем.

9.0.0 ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА И ВОДОСНАДБЕВАЊЕ

Релативно побољшано стање квалитета вода у водотоцима у Републици Србији у односу на ранији период већином је последица значајног смањења привредне активности, а самим тим и мањег уношења загађујућих материја у водотоке. Порастом привредне активности, међутим, може се очекивати да ће стање бити значајно погоршано. Заштита квалитета вода посебно је значајна ако се има у виду чињеница да највећи део подземних вода, које се користе и које ће се и у будућности користити за водоснабдевање становништва, припада алувијалним подземним водама које се прихрањују из водотока (природно или вештачки) и чији је квалитет у директној вези са квалитетом вода у водотоцима. Ради стварања услова за коришћење вода и очувања еколошких система у водама и око њих, неопходно је реализовати мере заштите квалитета вода.

Основни облик заштите квалитета вода састоји се од спровођења техничко-технолошких мера на отпадним водама и концентрисаним изворима загађивања (предтретман, прикупљање и пречишћавање отпадних вода), контроле расутих извора загађивања и мера на потенцијалним и посредним изворима загађивања. Имајући у виду напоре савремених друштава на плану очувања животне средине и законска документа која су у свету донета са циљем да се смањи негативно дејство човекових активности на природу, може се очекивати да нашим индустријским производима неће бити могуће да конкуришу на светском тржишту ако еколошки захтеви нису испуњени. У складу са иницијативама ЕУ морају се пречистити све воде насеља већих од 2000 еквивалентних становника најмање секундарним (билошким) третманом, док се у одређеним осетљивим зонама, као што су сливови акумулација за водоснабдевање, мора применити третман. Сличне мере морају примењивати индустријски загађивачи. Рок за реализацију ових мера зависи од економске моћи друштва.

Треба имати у виду да је ово питање једно од основних услова за интензивирање сарадње са Европском унијом и да ће због тога морати да се предузму мере по одређеним приоритетима. У овим активностима треба сарађивати са Европском унијом, с обзиром на постојећа искуства земаља ЕУ и средства која она издваја за заштиту животне средине. Ово је посебно потенцирано чињеницом да кроз нашу земљу протичу значајни међународни водотоци. Другим речима, не можемо захтевати спровођење мера заштите узводно уколико их и сами стриктно не примењујемо. Поред тога, с обзиром на неповољне природне карактеристике наших водотока и ограничене могућности рационалног предузимања технолошких мера на изворима загађивања, на великом броју домаћих водотока морају се из узводних акумулација у маловодном периоду испуштати додатне количине вода ради довођења

квалитета у водотоцима у добро стање. Тиме се читав систем заштите квалитета вода у водотоцима може довести у зону економске стабилности.

Подручја на којима се налазе изворишта или друга лежишта воде које се користи и која је резервисана за јавно водоснабдевање мора бити заштићено од намјерног или случајног загађења и од других утицаја који могу неповољно утицати на воду. Заштита се спроводи у складу с одлуком о заштити којом се на темељу претходних водоистражних радова одређује величина и границе зона санитарне заштите, санитарни и други услови одржавања и друге заштитне мере, извори и начин финансирања, те казне за повреду одредби одлуке. Одлуку о заштити изворишта чије се зоне санитарне заштите налазе на подручју једне јединице локалне самоуправе доноси представничко тело те јединице локалне самоуправе. Уколико се зоне санитарне заштите налазе на подручју две или више јединица локалне самоуправе одлуку доноси Републичка скупштина. Правилник о утврђивању зона санитарне заштите изворишта треба да пропише начин утврђивања подручја санитарне заштите изворишта или других лежишта воде, мере за заштиту изворишта од загађења или других утицаја који могу негативно утицати на њихову издашност, квалитет и исправност, као и поступак за доношење одлуке о заштити изворишта.

Зоне изворишта, санитарни и други услови одржавања зона и заштитне мере у подручју зона одређује се на темељу претходних водоистражних радова. Водоистражни радови се обављају кроз двије фазе истраживања на темељу којих се израђује елаборат заштитних зона изворишта. На темељу прве фазе истраживања израђује се предлог заштитних зона изворишта, а ако је потребна друга фаза истраживања даје се предлог потребних активности.

Зоне заштите изворишта су:

- зона ограничења и контроле – III зона
- зона строгог режима – II зона
- зона строгог режима заштите – I зона.

Постојећи системи водоснабдевања углавном обезбеђују воду за градске и општинске средине, док остала насеља с обележјима руралне средине нису покривена јавним водоснабдевањем. Унутар подручја покривености јавним системима водоснабдевања постоје знатне разлике у прикључености, тако да она у неким сеоским срединама износи 10% док је у већим градовима и до 95%. Одводња и прочишћавање отпадних вода није на задовољавајућем нивоу, осим у већим насељима, те решавање одводње заостаје за водоснабдевањем. Искориштену и употребељену воду потребно је у оквиру прописног квалитета што прије и што

сигурније одвести те упустити у реципијенте (ријеке, водотоке, мелиорацијске канале) како оне својим процеђивањем у подземље и површинске токове не би угрожавале квалитету подземних и површинских вода које се употребљавају за водоснабдевање или пак као технолошка вода, чије су количине и залиха ограничене и сваким даном их је све мање.

У претходном раздобљу интензивне изградње система водоснабдевања није се водило рачуна о неопходности истовремене изградње одговарајућих система одвођење. Израђена пројектна документација одводних система и уређаја за пречишћавање реализовала се само делом у већим насељима, обично тамо гдје су одводни системи постојали и од раније. Због актуелног стања и недостатака средстава радови на њиховој изградњи знатно су успорени или заустављени. Стога данас имамо бројне недовршене системе одводње и започете објекте пречишћавања. Посебан проблем представља одржавање изграђених система и уређаја. На многим местима су толико запуштени да је њихова функција проблематична. Слична ситуација је и на уређајима индустрије или пољопривредних комбината. Изван већих насеља, уз ретке изузетке, ако се одвођење и решавало, то је било индивидуално, пропусним црним јамама, септичким јамама или сличним објектима, чији ефлуент се инфилтрира у подземље или испушта у најближи јарак или поток. Тамо гдје су изграђени водоводи постојећи објекти уз повећану потрошњу више нису довољни, па се све чешће отпадне воде без икакве претходне обраде спајају на саобраћајне јарке, мелиорацијске канале или најближе водотоке стварајући околини неприхватљиво еколошко и хигијенско санитарно стање. Решавањем одвођења и пречишћавања отпадних вода заштитили би се ресурси површинских и подземних вода од онечишћења, зато је потребно је планирати и изградити системе јавне одвођења на подручјима где нису изграђени, реконструирати и изградити уредаје за пречишћавање и купање људства.

10.0.0 ТРЕТМАН ОТПАДНИХ ВОДА

Квалитет воде за пиће је узрочно-последична веза свих дешавања у екосистему, а посебно у ванредним ситуацијама (елементарне непогоде, ННВ удеси, тероризам, климатске промене,...). Загађење животне средине настаје услед дотока комуналних и индустријских отпадних вода (слика 10.1.1). Оно може бити биолошко, хемијско, радиолошко, физичко и као промена температуре воде. Оптерећења вода може бити органско (текстилна, прехранбена, индустрија целулозе и папира), неорганска (рударство, производња угља и тешка индустрија) и бактериолошка (микроорганизми разлажу беланчевине, угљене хидрате, сулфате, амонијак, нитрате). Наравно, посебан је проблем у случајевима ратних разарања, ННВ удеса, тероризма и елементарних непогода већих размера, када дослази до ННВ контаминације воде за дужи временски период.



Слика 10.1.1 Неконтролисано испуштање отпадне воде

Извори загађења су разнолики и тешко препознатљиви: инфилтрација људских и животињских отпадних материја, продирање вештачких ђубрива, хербицида, инсектицида у подземне воде, продирање воде из неуређених депонија смећа, испуштање отпадне воде из индустрије. Дејство отпадних вода заснива се на њиховом садржају хранљивих (фосфор, азот) и токсичних компоненти. Површинске воде су угрожене и топлотним оптерећењем (смањује се количина кисеоника у води). Опасне загађујуће компоненте у водама су: полициклични ароматични угљоводоници, пестициди, детерџенти, жива, кадмијум, флуор, једињења цијања, хрома и др. Топотно оптереће водотока потииче у потпуности од енергетских процеса (термоелектране – највише, а рафинерије нафте, хемијска индустрија и црна металургија у мањој мери) и укупног енергетског биланса Сунчевог система.

10.1.0 Физичко – хемијске карактеристике отпадних вода

10.1.1 Физичке карактеристике

У најзначајније физичке карактеристике отпадних вода спадају: садржај суве материје, боја, мирис и температура воде. Поред њих значајни су и параметри као што су: мутноћа, укус, електропроводљивост и садржај флотирајућих материја.

Сува материја – Најважнија физичка карактеристика отпадних вода је свакако садржај суве материје (СМ), која се дефинише као остатак након сушења узорка на 103 – 105 Ос, при чему на овај начин нису обухваћени састојци са ниском тачком кључања. Филтрацијом преко мембране одговарајућег пречника пора, обично 0.45 μm , сува материја се раздваја на суспендоване честице са пречницима од око 1 μm и већим и филтрат који чине колоидне честице и раствор (органски и неоргански молекули и јони растворени у води). Обично се посебно одређује и фракција суспендованих честица која се лако таложи и та фракција је приближна мера количине талога (муља) која би доспела у реципијент и која се уклања у уређајима за таложење.

Колоидне честице, приближно у опсегу пречника од 10-3 μm до 1 μm не могу се уклонити из воде таложењем већ се морају применити сложенији поступци, као што је коагулација или биолошка оксидација, а затим таложење. Сува материја се може даље раздвојити жарењем на $550 \pm 50^\circ\text{C}$. Жарењем се уклања (испарева) органска и мали део неорганске суве материје, тако да се та фракција суве материје дефинисана преко губитака жарењем може условно назвати „органска сува материја” (Osm). Остатак после жарења који представља неорганску фракцију суве материје назива се “пепо”. Обично се одређивање Osm користи приликом анализе муљева који настају у процесу пречишћавања отпадних вода, а нарочито биолошких муљева из реактора за аеробну и анаеробну биолошку обраду отпадне воде, када представља индикатор количине активне биомасе у муљу.

Боја – На основу боје може се грубо проценити стање отпадне воде. Тако су „свеже” отпадне воде обично сиве боје (отпадне воде појединих индустрија могу имати сасвим другу боју), док код „одлежалих” отпадних вода, након утрешка целокупног раствореног кисеоника деловањем аеробних микроорганизама и након настанка анаеробних (септичких) услова, боја прелази у црну.

Мирис – Мирис је карактеристика отпадне воде на коју су људи најосетљивији. Обично мирис отпадне воде потиче од гасова који настају у процесу распада органске материје (неке индустријске отпадне воде имају мирис који је карактеристика технолошког процеса од кога потичу).

Температура – Температура отпадне воде је значајна карактеристика јер утиче на биосвет водотокова у које се испуштају такве, загрејане, отпадне воде, првенствено зато што се на вишим температурама растворљивост кисеоника у води смањује.

10.1.2 Хемијске карактеристике

Разликујемо низ хемијских карактеристика отпадне воде. Детаљније ће се размотрити само садржај органских материја, а укратко још неке важније. Наравно у зависности од порекла отпадне воде, нарочито када је о индустријским отпадним водама реч, најважнија може да буде и нека друга хемијска карактеристика, на пример неки од тешких метала, поједина токсична органска једињења (феноли, пестициди, и слично), површински активне материје, итд.

10.1.2.1 Органске материје

Свакако најзначајнија хемијска карактеристика отпадне воде је садржај органских материја. При томе се по правилу одређује укупан садржај, а ређе се анализа обавља на поједине групе органских материја (феноли на пример) или на специфична органска једињења (на пример пестициди). Како је најважније знати који је део органске материје *биоразградљив* аеробном микрофлором водотокова у који се отпадне воде испуштају (јер се на тај начин троши растворени кисеоник из воде што угрожава рибе и остали живи свет водотокова), то се обично одређује „биохемијска потрошња кисеоника” (ВРК). Као мера органских материја које могу да буду биолошки оксидисане одређује се „хемијска потрошња кисеоника” (НРК) и „укупни органски угљеник” (ТОС, од Total Organik Carbon).

10.1.2.2 Биохемијска потрошња кисеоника (ВРК)

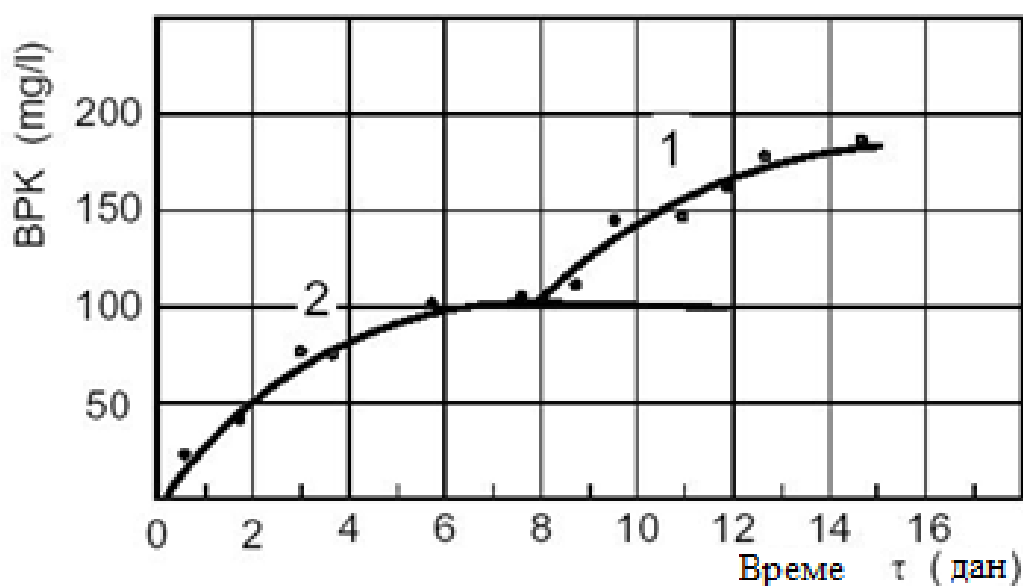
ВРК карактерише биолошку активност отпадних вода и представља главни показатељ загађености отпадних вода. Поједине компоненте не оксидишу до CO_2 при биолошкој реакцији, па је потребна мања маса кисеоника у односу на вредност одредјену стехиометријским прорачунима величине НРК. На пример, биолошка реакција оксидације гликозе завршава се након потрошње 150 g O_2 по молу гликозе, док НРК вредност износи 192 g O_2 по молу гликозе.

Присутност биолошки неразградивих материја у отпадној води манифестује се већом вредношћу НРК у односу на ВРК. У биолошки неразградиве органске материје спадају: целулоза, угљена прашина, лигнин, танин и већина од низа синтетичких органских једињења. Однос НРК/ВРК5 карактеристика је за поједине отпадне воде, и у зависности од састава може бити различит и утврђује се лабораторијским поступцима. Степен загађености воде органским једињењима дефинисан је количином кисеоника који је потребан за оксидацију коју врше аеробни микроорганизми. Та количина

кисеоника назива се биохемијска потрошња кисеоника (ВРК). Потребна количина кисеоника пропорционална је присутној количини органских материја.

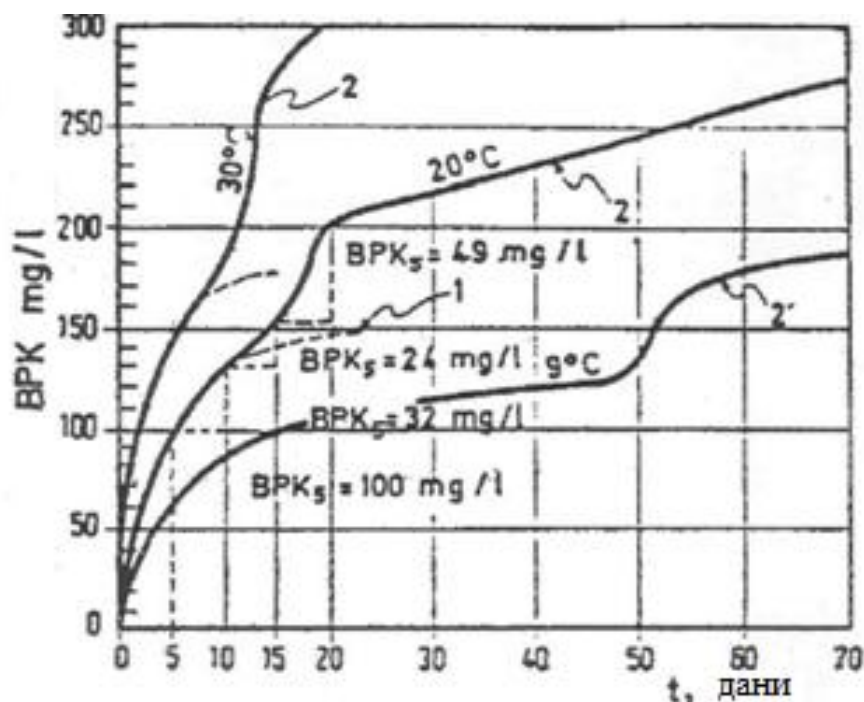
Лабораторијски поступак одредјивања ВРК састоји се у дефинисању биохемијске потрошње O_2 за разградњу органских компонената у отпадним водама помоћу хетеротрофних микроорганизама, (у тами и на $20\text{ }^{\circ}\text{C}$) у датом временском периоду. За испитивања се најчешће користи прилагодјена бактеријска основа. Мешавина не сме садржати токсичне компоненте. Најчешће се одредјује $ВРК_5$ који показује потрошњу кисеоника у првих пет дана. Вредност $ВРК_5$ износи приближно 70 – 80 % од ВРК. При одредјивању ВРК неопходно је знати потрошњу кисеоника за трансформацију угљеника и азота. Обично у отпадним водама постоје организми који троше O_2 за трансформацију NH_3 у NO_3 (реакција нитрификације).

Утицај ових организама је незнатан првих неколико дана (слика 10.1.2) ако број организама није велики и ако им је раст успорен. Прва фаза у којој долази до оксидације угљеника до CO_2 и водоника до воде траје релативно кратко време 7- 10 дана. Друга фаза у којој азот оксидира до нитрита, а затим до нитрата – нитрификација, траје знатно дуже време.



Слика 10.1.2 Криве ВРК за азот (1) и угљеник (2)^[2]

Са порастом температуре воде расте и брзина потрошње кисеоника, односно биохемијска оксидација (слика 10.1.3).



Слика 10.1.3 Биохемијска потрошња кисеоника у зависности од времена за три различите температуре, 1- прва фаза, 2- друга фаза

Количина кисеоника коју микроорганизми троше за потпуну оксидацију угљеника и водоника до угљендиоксида и воде зове се потпуна биохемијска потрошња кисеоника (ВПК_{пот}). У општем случају вредност ВПК пропорционална је количини угљеника и водоника у органској материји, односно концентрацији органске материје. ВПК је основни показатељ који служи и као индикатор претпостављеног утицаја загађених вода на воду пријемника у коме долази до снижења садржаја раствореног кисеоника. Као правило важи да се код одредјивања степена пречишћавања загађених вода на постројењима у ефлуенту постигне таква ВПК вредност која неће смањити садржај раствореног кисеоника низводно у водотоку (реципијенту). ВПК се изражава у mg/l, /m₃, g/(st·d), g/d. Вредности ВПК за отпадне воде из различитих процеса су наведене у табели 10.1.1.

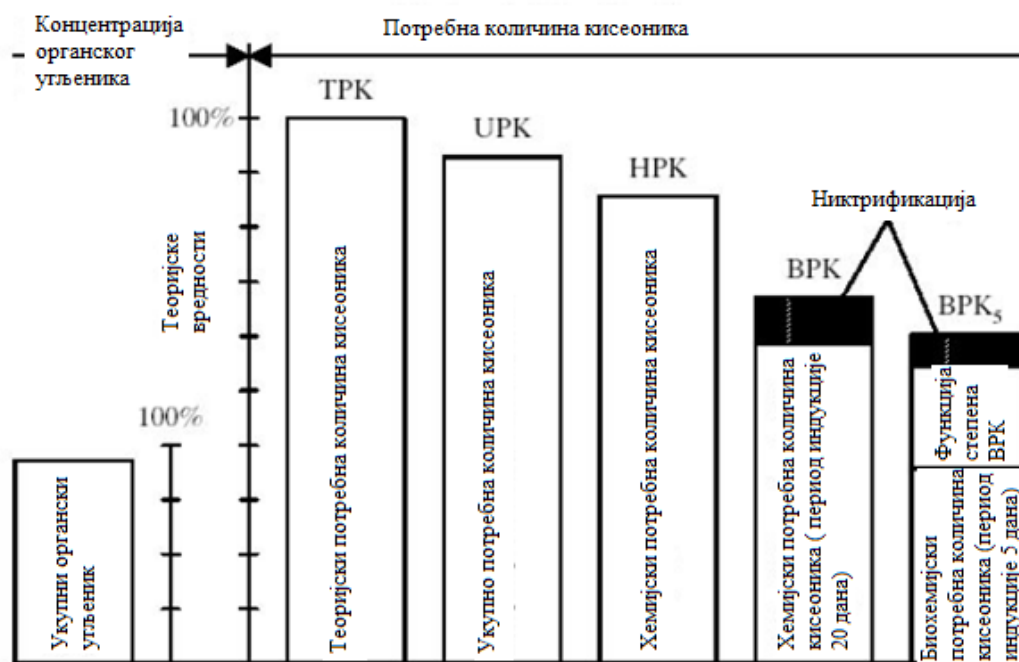
Отпадна вода	ВРК , mg/l
Из домаћинства	350
Сульфитна лужина из производње папира	20000 ÷ 45000
Из производње пива:	
- после издвајања остатка јечма	15000
- после издвајања остатка хмеља	7430
- од прања боца	550
Џибра из производње алкохолних пића	10000 ÷ 25000
Џибра из производње етанола	10000 ÷ 25000
Из производње квасца	3000 ÷ 14000
Из производње пеницилина:	
- влажан мицелијум после филтрирања	4000 ÷ 40000
- филтрат	2150 ÷ 10000
- после испирања	210 ÷ 13800
Из производње стрептомицина	2450 – 5900

Табела 10.1.1 Вредности ВРК за неке непречишћене отпадне воде

За градске канализационе воде вредност БПК₅ изражена по становнику и дану износи око 60 g/(st·dan). Део ВРК₅ од учешћа растворених материја износи 40 g/(st·dan), а од учешћа суспендованих износи 20 g/(st·dan). За специфичну потрошњу воде изражену по становнику и дану $q_{sp} = 200 \text{ l}/(\text{st} \cdot \text{dan})$ добија се вредност за укупно оптерећење градских канализационих вода које изражено преко ВРК₅ износи 300 g/m³.

10.1.2.3 Хемијски потребна количина кисеоника (НРК)

Хемијски потребна количина кисеоника (НРК) и укупно потребна количина кисеоника (УПК) су такође показатељи концентрације органских компонената (слика 10.1.4). НРК је хемијски потребна количина кисеоника за оксидацију органских компонената и неорганских соли, и представља показатељ загађености отпадних вода. НРК се најчешће изражава потрошњом O_2 у mg/l. Најбољи показатељ концентрације органских компонената је теоријска вредност НРК, која одговара количини кисеоника потребној за оксидацију органског угљеника. Одредјује се на основу стехиометријских једначина реакција оксидације. НРК карактерише оксидација компонената само у CO_2 , H_2O и NH_3 .



Слика 10.1.4 Приказ методе мерења концентрације органских компонената у отпадним водама

10.1.2.4 Укупан органски угљеник (ТОС)

Укупан органски угљеник је мера садржаја органски везаног угљеника у отпадној води. Одређује се мерењем количине CO_2 насталог оксидацијом органског угљеника. Пошто одређивање укупаног органског угљеника не зависи од степена оксидисаности органских материја (за разлику ВРК и НРК), то се њиме не обухватају други органски везани елементи, азот и водоник на пример, као и нека неорганска једињења која реагују приликом одређивања потрошње кисеоника мереног преко ВРК и НРК . То значи да је ТОС бољи показатељ садржаја органских материја у отпадној води од ВРК и НРК, али како ТОС не даје исту врсту информација то се њиме не замењује одређивање ВРК и НРК.

10.1.2.5. Протеини, угљени хидрати, уља и масти

Сем познавања укупног садржаја органских материја у отпадној води може бити од значаја да се сазнају удели неких од најважнијих група органских једињења: протеина, угљених хидрата, уља и масти, с обзиром на њихов различити утицај на екосистем и на различито понашање приликом пречишћавања. Тако су на пример, протеини (заједно са уреом) најважнији извор азота у водотоковима, а у процесу њихове разградње често настају веома непријатни мириси, угљене хидрате често карактерише веома различита биоразградљивост (шећери се брзо разграђују , целулоза веома споро), уља и масти су обично тешко биоразградљиви, а познато је да

уља стварају танак слој (филм) на површини водотокова чиме, отежавајући унос кисеоника, угрожава живи свет у води.

10.1.2.6. Специфична органска једињења: површински активне материје, пестициди, феноли

Отпадне воде, у зависности од порекла, могу да садрже веома различита органска једињења, од којих су површински активне материје, пестициди и феноли само типични представници. Број тих органских материја је, упоредо са развојем индустрије и поваћаног стандарда све већи. Многе од њих су споро биолошки разградиве или чак неразградиве, а често и веома токсичне, тако да њихово испуштање са отпадним водама драстично нарушава живи свет реципијента, а тешко их је уклонити биолошким поступцима пречишћавања. Површински активне материје (у највећој мери пореклом из детерџента) изазивају пењење на површини водотока отежавајући унос кисеоника, као и пењење у уређајима за пречишћавање. Пестициди и хербициди доспевају у реципијенте спирањем са пољопривредних површина, веома су токсични за живи свет у водној значајно смањују (због контаминираности) употребну вредност такве воде, а токсични су и за радну микрофлору биолошких поступака пречишћавања. И феноли веома негативно утичу на употребну вредност воде реципијента, поготово ако се таква вода хлорише јер настају хлорфеноли су веома непријатног мириса.

10.1.2.7. Неорганске материје

Укупан садржај неорганских материја у отпадним водама (изузимајући ефлуенте појединих фабрика или погона) је толико ретко да би захтевало његово генерално уклањање, али зато поједине неорганске материје негативно утичу на реципијенте и морају се уклањати пречишћавањем.

10.1.2.8. Азот, фосфор, сумпор

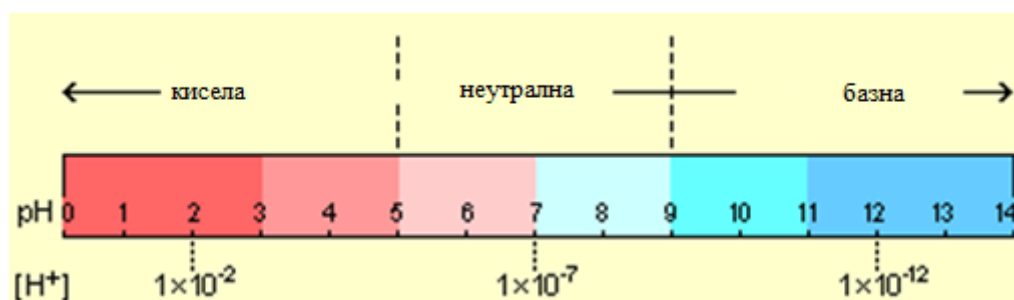
Азот и фосфор спадају у најважније биогене елементе, те њихово значајније уношење са отпадним водама изазива прекомеран раст воденог биља и такозвану еутрофикацију („забаривање”) водотокова. Азот се налази у различитим облицима у отпадним водама (органски, амонијачни, нитритни и нитратни азот) или се приликом самопречишћавања водотокова односно биолошког пречишћавања отпадних вода преводи из једног облика у други, а у зависности од форме различит је и негативан утицај на реципијент: амонијак је изразитог и непријатног мириса, повећане концентрације нитрата у води су веома штетне по здравље деце, итд.

Сумпор се из сулфата којих има веома често у већим концентрацијама у појединим отпадним водама, редукује у анеробним условима (какви често владају у

канализационим условима и у муљу на дну водотокова) до водониксулфида, H_2S , који је изразито непријатног мириса и веома токсичан, а настали H_2S се може оксидовати до веома корозивне сумпорне коселине.

10.1.2.9. Ph, алкалитет, киселост

Веома важна карактеристика отпадне воде је и њена Ph вредност, јер ће екстремни Ph отпадне воде, било висок било низак, отежати њено биолошко пречишћавање и негативно утицати на живи свет реципијента у који би се таква непречишћена отпадна вода испустила. Док је Ph квалитативни показатељ, садржај алкалија/киселина (тзв. Титрациони алкалитет/киселост) је квантитативни показатељ, непходан у процесима хемијске обраде воде. Због ферментационих процеса, индустријске отпадне воде имају киселу реакцију $Ph < 7$ док комуналне отпадне воде имају базну реакцију $Ph > 7$ (слика 10.1.5). Због тога је понекад могуће пуштати индустријске отпадне воде у канализациону мрежу.



Слика 10.1.5 Отпадне воде имају различиту Ph-вредност

10.1.2.10. Тешки метали, токсичне супстанце

У појединим индустријским отпадним водама, налазе се недозвољено велике концентрације тешких метала (олово, кадмијум, хром, жива, итд) који су токсични и чијим доспевањем у реципијент се употреба тако контаминираних воде доводи у питање. У отпадним водама у зависности од порекла, среће се читав низ токсичних супстанци као што су: цијаниди, хлорована органска једињења, итд. За поједине отпадне воде (на пример из неких погона металопрерађивачке индустрије, производње боја и лакова, итд.) морају се идентификовати токсичне материје и одредити тачне концентрације како би се дефинисао најбољи начин пречишћавања односно утврдиле штете које настају испуштањем таквих отпаних вода у реципијенте.

10.1.3. Биолошке карактеристике

Биологија отпадних вода је изузетно сложена област. За утврђивање квалитета отпадних вода пре и после пречишћавања (и за успешан рад биолошких поступака пречишћавања) морају се знати и одређене биолошке карактеристике.

10.1.3.1 Микробиолошка испитивања

За утврђивање тзв. Санитарног квалитета воде, мора се знати који индикаторски микроорганизми и у ком броју се налазе у води. У првом реду се то односи на патогене микроорганизме, изазиваче тешких заразних болести (тифуса, колере, и сл.) на чије присуство су индикатори колиформне бактерије, те фекалне стрептококе које изазивају фекално загађење.

10.1.3.2. Биолошка испитивања

Она се користе у првом реду да би се утврдила токсичност отпадне воде на био свет водотокова, јер се токсичност не може оценити само на основу физичких и хемијских карактеристика отпадне воде. На основу биолошких испитивања се утврђује и учинак појединих поступака пречишћавања. За биолошке тестове се користе одређене групе организама: планктон, алге, рибе, итд.



Слика 10.1.6 Индикатор квалитета изворишта подземних вода Србије у погледу физичко хемијске неисправности

10.2.0 ПОСТУПЦИ ПРЕЧИШЋАВАЊА ОТПАДНИХ ВОДА

10.2.1 Механички поступци у третману отпадних вода

Механичким поступцима пречишћавања називамо поступке који се заснивају на физичким нечистоћама воде и нечистоћа (разлике у специфичној маси, облик, тежина, итд.) и на деловању физичких сила (гравитације, притисак, итд.). Ти поступци су основа такозване претходне обраде и процеса примарног пречишћавања, као и појединих фаза процеса секундарног и терцијалног пречишћавања отпадних вода. Који ће се од поступака механичког пречишћавања применити, то зависи од порекла и карактеристике отпадне воде и од траженог степена пречишћавања.

Механичке методе пречишћавања воде састоје се у уклањању микро и макро суспендираних честица из воде, органског и анорганског порекла. У ту сврху служе решетке, сита, таложење, флотација, филтрирање центрифугирање, таложници за песак, хватачи масти, примарних (претходних) таложника и базена за изједначавање протока и састава отпадне воде (када се ови битно мењају у току дана). У склопу овог дела постројења користе се и уредјаји за аерацију отпадне воде, којом се постиже боље издвајање инертних честица, флотација масти и уља, унос одредјене количине кисеоника у воду, као и десорпција неких гасова из воде.

Принцип рада ових уредјаја заснива се на различитим специфичним тежинама суспендираних честица и воде. Пре него што вода дође у те уређаје, из ње се уклањају све пливајуће макроматерије, као папир, остаци дрвета, пластике, итд., и то на систему грубих и финих уситњавања макроматерија у направама које се називају коминутори. Њихова примена је врло широка. Флотатори углавном служе за одвајање материја лакших од воде, као што су све врсте уља и масти. Разне врсте флотатора примењују се у техници прошишћавања отпадних вода у насељима, као и специфичним индустријским гранама.

Механичко пречишћавање се примењује за:

- претходно пречишћавање отпадних вода на постројењу за пречишћавање,
- делимично пречишћавање кишнице (пре исуштања у реципијент), и
- претходно пречишћавање неких индустријских отпадних вода пре испуштања градску канализацију (понекад у комбинацији са хемијским, физичко-хемијским или биолшким поступцима).

10.2.1.1 Решетке

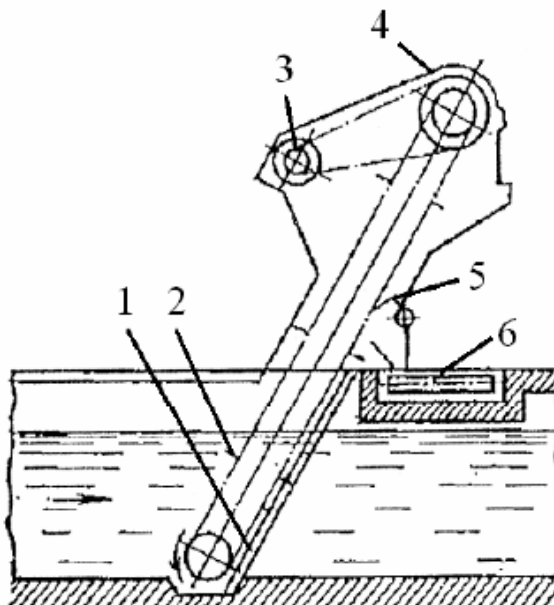
Помоћу решетки се уклањају крупније, нерастворене и пливајуће материје из отпадних вода. Њихова функција је да штите уређаје и цевоводе од оштећења и загушења и да олакшају даљи третман отпадне воде. Решетке преграђују доводни канал и постављају се вертикално или под нагибом, најчешће од 40-70%. Израђују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

У односу на величину отвора решетки се деле на:

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

У одосу на конструкциона решења решетки могу бити:

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



Слика 10.2.1 Аутоматска решетка^[2]

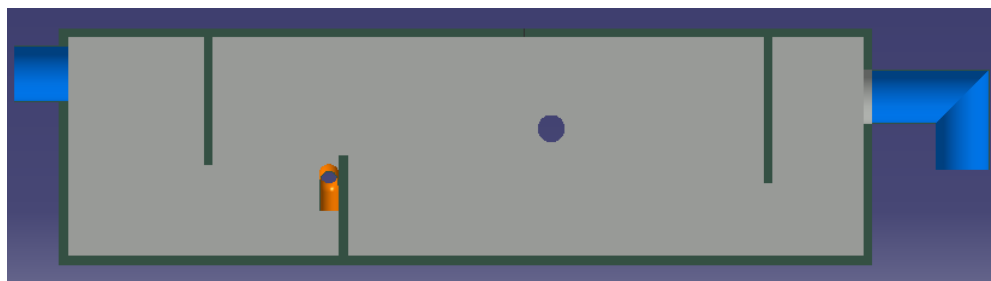
1- решетка, 2- ланац, 3,4- погонски механизам, 5- грабуље, 6- транспортна трага

10.2.1.2 Песколови (хватачи песка)

Песколови служе за одвајање шљунка, песка, земље, шљаке, минералних честице из воде И слично. Ови материјали изазивају абразију и убрзано хабање покретних делова уређаја за пречишћавање отпадне воде која ствара насlage и талогe који се тешко чисте у цевоводима И каналима у биолошким реакторима, односно на свим местима где је успорено кретање воде. Због тога је неопходно да се уклони тај инертни материјал такозваним хватачима песка. При томе се уклања део тешко и споро биоразградљивог материјала већих димензија. У зависности од врсте ефикасно се уклањају честице средњег пречника $> 200 \mu\text{m}$. Принцип рада је слободно таложење и седиментација. Базени су дубине око 1м док је оптерећење $15\text{-}30 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$.

10.2.1.3 Хватачи масти и уља

Из отпадне воде је потребно уклонити материје лакше од воде: уља и масти, комадиће сапуна, комадиће дрвета, плуте и слично. Те материје отежавају пречишћавање, а то се нарочито односи на минерална уља у отпадним водама индустрије нафте и петрохемијске индустрије, али и у отпадним водама великих индустријских погона за моторна возила и појединим погонима машинске индустрије. Материје лакше од воде се уклањају тако што успоравањем тока воде омогући њихово испливање на површину са које се склањају на адекватан начин.

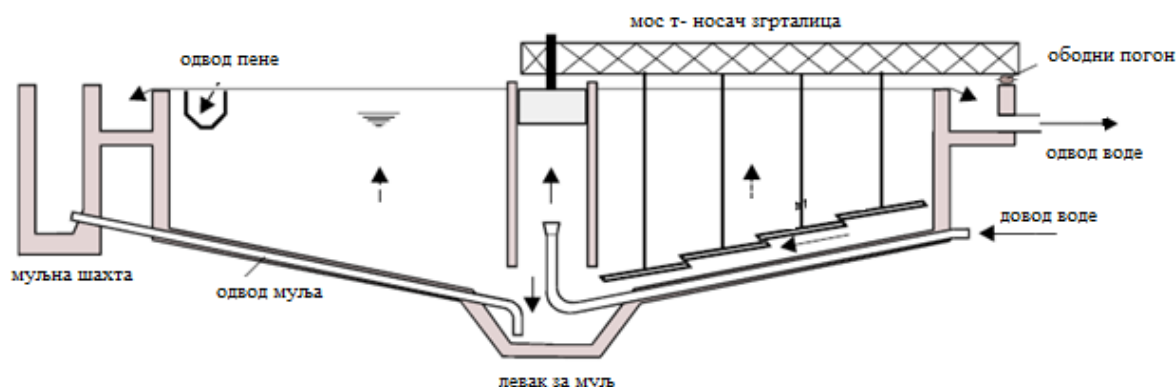


Слика 10.2.2 Сепаратор уља и масти

10.2.1.4 Примарно (претходно) таложење

Примарном седиментацијом се омогућава таложење дискретних органских И неорганских суспендованих честица које се из система издвајају у облику муља. Ефлуент примарних таложника карактерише смањена концентрација суспендованих материја око 50-70%, ВРК оптерећење је око 25-40% и непромењена је или незнатно повећана концентрација амонијачног азота чиме се олакшава даље пречишћавање и смањује оптерећење уређаја. Конструкција примарних таложника треба да створи услове за успорено и равномерно кретање воде, као и довољно дуго задржавање отпадне воде, да обезбеди гравитационо таложење суспендованих честица.

Перформансе примарних таложника базирају се на величини таложне површине или времену задржавања отпадне воде.



Слика 10.2.3 Примарни таложник^[1]

Отпадна вода се уводи кроз централну, улазну зону која обезбеђује равномерну расподелу и радијалан ток флуида. Преливни канали лоцирани су по ободу таложника и омогућују уједначено уклањање избистрене воде из базена. Пена која се формира на површини воде механички се сакупља и посебним каналом одводи у шахт. Исталожени муљ се гребачима повлачи са дна у централну комору одакле се пумпама пребацује у прихватни шахт и одвози на линију третмана муља (згушњивач муља).

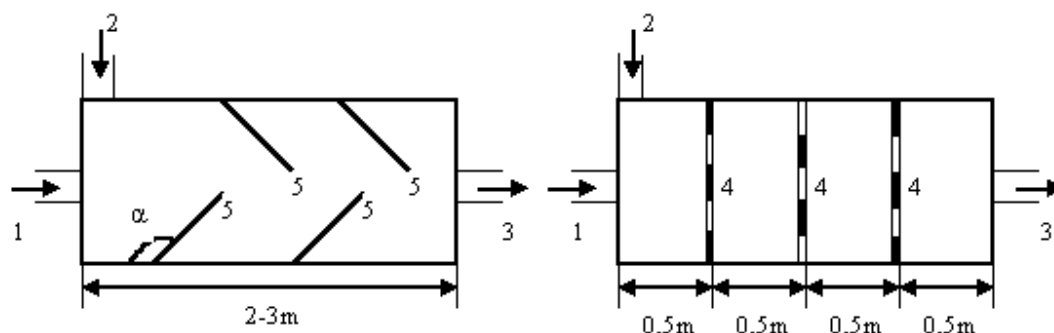
Стабилност и таложивост примарног муља повећава се увођењем муља из секундарних таложника и њиховом флокулацијом и истовременим таложењем. На ефикасност таложења утичу поремећаји који могу настати у улазној и излазној зони таложника услед неуниформног тока отпадне воде, затим као последица кретања уређаја за уклањање талоба са дна и нечистоћа са површине и ресуспендовања исталожених честица, кретања воде услед разлике у температури или деловања ветра. Кључни елементи за успешно функционисање таложника су повремена евакуација исталоженог муља, конфигурација муљних пумпи, природа и густина муља.

Запремина исталоженог муља зависи од низа фактора као што су карактеристике отпадне воде, трајања таложења, степена пречишћавања, карактеристика суспендованих честица, дубине таложника, примењеног начина уклањања муља и времена задржавања муља у таложнику. Критеријуми који се користе за димензионисање су хидрауличко оптерећење, дубина таложника по ободу, време задржавања отпадне воде и преливна брзина отпадне воде.

10.2.1.5 Мешачи

Проток и састав отпадних вода је променљив, па се при наглим променама протока отпадних вода нарушава рад таложника и филтара. Променом састава

отпадних вода нарушава се рад уређаја за оксидацију и неутрализацију. Усредњавање састава отпадних вода се постиже мешањем вода различитог састава или увођењем реагенса у воду. Мешачи који се највише користе у пракси су са непотпуним преградама и преградама са отворима (слика 10.2.4.).



Слика 10.2.4 Мешачи са преградама

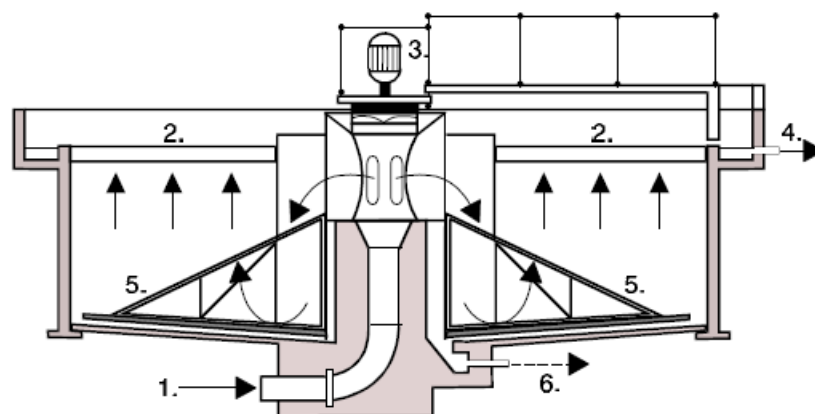
1 – цев за довод воде, 2 – цевовод за реагенс, 3 – цевовод за одвод воде,
4 – преграде са отворима, 5 – преграде за усмеравање струје

Преграде за усмеравање струје постављају се под углом од $45 - 135^\circ$ у односу на смер кретања воде. Угао од 135° како је приказан на слици 10.2.4 даје веома добро мешање воде уз повећан пад притиска. Што је већа брзина воде у сужењу, боље је мешање, али је већи пад притиска. Обично се брзина воде у суженом пресеку између преграда и зида крећу у интервалу од $0,8 - 1 \text{ m/s}$. Преграде са отворима су нормалне на струјање воде. Постављају се 2 до 3 преграде, са отворима пречника $20 - 40 \text{ mm}$ за мање протоке воде. За веће протоке воде пречници отвора су до 100 mm . Брзина струјања воде у отворима преграда је $1 - 1,2 \text{ m/s}$. Преграде са отворима обезбеђују боље мешање од непотпуних преграда. Мешачи са преградама су непогодни за примену у пракси када је изражено таложење реагента (на пример, кречно млеко).

10.2.1.6 Секундарно таложење

Накнадне таложнице су пратећи уређаји биоаерационим базенима у оквиру биолошких поступака. Накнадне таложнице врше уклањање активног муљ из процеса после биоаерационих базена, биолошких филтера, или ротационих биодискова. После биоаерационих базена активни муљ се понаша по зонској теорији таложења, па су боље таложнице са вертикалним током (кружне) од хоризонталних таложница (четвороугаоне). Најчешће се примењују кружне бетонске таложнице (слика 10.2.5), са пречницима од $3-60 \text{ m}$, а најчешће $10-30 \text{ m}$. Полупречник кружне таложнице не сме бити већи од пет дубина воде. На слици су означени:

- 1- довод воде
- 2- преливно корито
- 3- погонски мотор
- 4- одвод избистрене воде
- 5- згрталица за муљ
- 6- одвод муља



Слика 10.2.5 Секундарни таложник^[1]

Евакуација муља из накнадне таложнице се врши централно муљном пумпом из муљне шикане, ка којој се муљ усмерава помоћу радијалних згртача који споро ротирају. Код поступака код којих се врши рецикулација повратног муља неопходна је његова брза евакуација из таложнице, што се најчешће врши усисавањем помоћу муљне пумпе, дислоциране у муљној шахти ван таложнице.

10.2.1.7 Флотација

При пречишћавању отпадних вода флотацијом користи се принцип испливавања честица на површину течности заједно са мехуровима ваздуха. Процес флотације је успешнији ако је већа укупна површина ваздушних мехурова и већа површина контакта ваздуха са флотирајућим честицама. Најбољи ефекат флотације постиже се при аерацији мехурова малог пречника.

У пракси се примењују следећи поступци стварања ваздушних мехурова:

- додавањем ваздуха на усисном цевоводу пумпе
- издвајањем мехурова ваздуха из раствора при промени притиска
- дисперговањем ваздуха помоћу порозних елемената
- дисперговањем ваздуха помоћу турбинских уређаја
- пнеуматским дисперговањем ваздуха.

10.2.2 Биолошки процеси пречишћавања отпадних вода

Биолошки процеси пречишћавања заснивају се на активности комплексне микрофлоре, која у току свог животног циклуса усваја органски и (мали) део неорганских материја које чине загађење отпадне воде, користећи их за одржавање животних активности и за стварање нових ћелија. Након завршеног пречишћавања обави се, на погодан начин сепарација микрофлоре и пречишћење отпадне воде у којој заостаје мала количина органске материје која је биолошки неразградива као и продукти метаболизма које је микрофлора излучила у воду. Биолошким пречишћавањем је могуће из отпадне воде уклонити највећи део органског загађења, али је није могуће у потпуности пречистити. Биолошко пречишћавање се првенствено користи за уклањање органског онечишћења воде. У систему пречишћавања отпадних вода биолошка обрада одвија се као секундарно пречишћавање, а после механичког, односно примарног пречишћавања.

Биолошко пречишћавање се примењује за:

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

Биолошки процеси пречишћавања вода могу се одвијати као аеробни и анаеробни, уз помоћ аеробних или анаеробних микроорганизама. Разлика је у путевима биолошке оксидације органских материја. Аеробни процеси се користе за обраду вода са малом и средњом концентрацијом органских материја, а анаеробни за воде са великим органским оптерећењем.

Аеробни процеси су далеко више заступљени код обраде отпадних вода. Они се могу одвијати на два начина:

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

Аеробни поступци са суспендованом микрофлором деле се на:

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

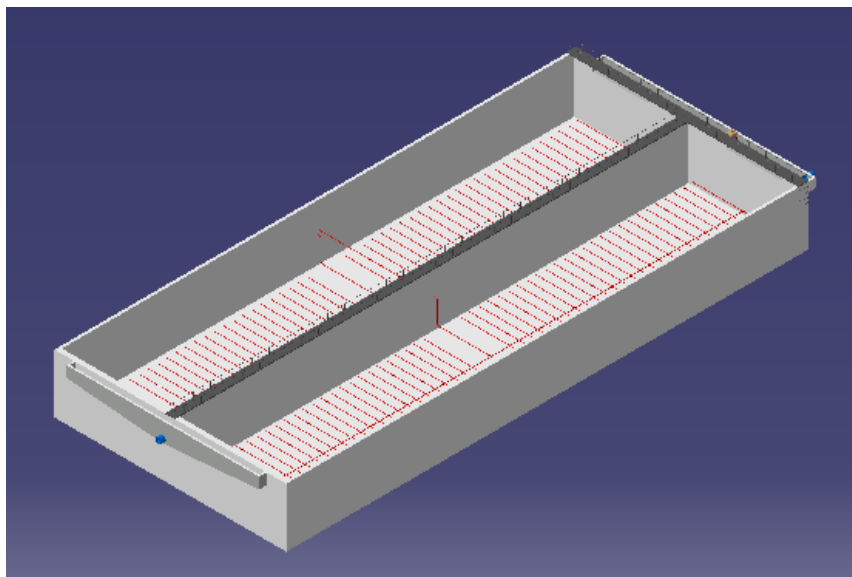
Поступци са суспендованом микрофлором за обраду великих количина слабо и средње оптерећених отпадних вода (нпр. Комуналних вода), односно поступци са активним муљем који се одвијају у биоаерационим базенима су највише у примени. Код аеробног биолошког пречишћавања потребно је обезбедити довољну количину кисеоника (остварити велику површину контакта вода-ваздух). Лагуне и плитки базени имају велику површину, чиме је обезбеђено уношење кисеоника. У базенима са активним муљем уношење кисеоника врши се удубавањем ваздуха или мешањем помоћу механичких аератора, чиме се повећава површина контакта. Код биофилтара је велика површина контакта обезбеђена филтарском испуном преко које се отпадна вода слива, а довод кисеоника се остварује промајом или удубавањем ваздуха.

10.2.2.1 Процес са активним муљем

Процес са активним муљем данас представља најраспрострањенији биолошки поступак за пречишћавање отпадних вода. Први пут је примењен у Хјустону (САД) 1916 године и то за пречишћавање санитарних отпадних вода. У последњих тридесетак година процес пречишћавања са активним муљем је доживео многе модификације и побољшања која се углавном разликују у технолошким, а често само у механичким решењима. Процес са активним муљем спада у аеробне процесе биолошког пречишћавања отпадних вода јер се одвија помоћу аеробне микробиолошке популације. Савремени поступци са активним муљем се могу применити и за уклањање азотних материја из отпадне воде. У систему са активним муљем микроорганизми се налазе у лебдећем стању, тј. Не образују слој на зидовима радних површина (као што је случај при примени филтара).

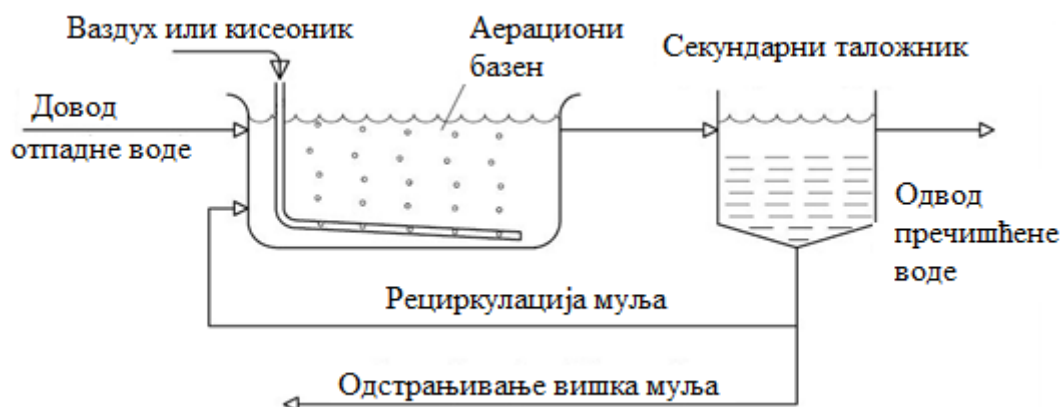
Микроорганизми, углавном бактерије, протозое и метозое налазе се на желатинозним пахуљицама муља у базену за аерацију, где се уз помоћ кисеоника у процесу метаболизма микроорганизама обезбеђује разградња супстрата (органиског загађења). У основи микроорганизми оксидирају растворене и суспендоване органске материје у угљендиоксид и воду у присуству кисеоника. Део органских материја се синтетише у нове ћелије или се користи за раст постојећих ћелија, а остатак се састоји од отпада и вишка муља.

Технолошки процес укључује примарни третман отпадне воде. Отпадне воде се аеришу у биоаерационом базену (слика 10.2.6) стварајући услове погодне за интензивни процес биоразградње (редукција садржаја органских материја око 95%).



Слика 10.2.6 Биоаерациони базен

Након аерације, следи таложење где се одваја биомаса – микробиолошки муљ од ефлуента), како је приказано на слици 10.2.7. Део муља се води натраг у процес (активни муљ) где служи као активатор биолошког процеса. Остатак муља се одводи у уређај за обраду муља односно одлаже на одговарајући начин. Бистра пречишћена вода (ефлуент) се испушта у пријемник (реципијент), или по потреби води на додатну обраду (дезифекцију, филтрирање и сл.). Поступак се заснива на великој микробиолошкој густоћи уз интензивно мешање у суспензији с отпадном водом при аеробним условима. Органске материје могу бити трансформисане оксидацијом у крајње продукте оксидације као CO_2 , NO_3 , SO_4 и PO_4 или биосинтезом у биомасу.



Слика 10.2.7 Шема поступка са активним муљем

Основне карактеристике активног муља су физичка структура и хемијски састав. По физичкој структури активни муљ је сличан пахуљицама фери-хидроксида и луминијумхидроксида, које се састоје од великог броја и више слојева бактерија.

Структура пахуљица је спужваста, па им је површина велика, тј. За 1 g суве материје износи 100 m². Муљ садржи око 80% воде. Активни муљ се састоји од микроорганизама и различитих органских и неорганских материја. Сува материја активног муља састоји се од комплекса минералних (10 до 30%) и органских компонената (70 до 90%). Органске материје садрже највише беланчевина (70%), липида, угљених хидрата и др. Минерални део се углавном састоји од калцијума и фосфора. У процесу пречишћавања помоћу активног муља, мање или више интензивно делују различити фактори и то: температура, вредност Ph, концентрација кисеоника, интензитет мешања активног муља и стварање пахуљица.

10.2.3 Хемијски поступци у третману отпадних вода

Хемијским процесима пречишћавања називамо процесе у којима се пречишћавање обавља помоћу одређених хемијских реакција или одређених физичко – хемијских феномена (адсорбција, на пример). По правилу су то адитивни процеси: уносе се хемикалије у воду да би се уклонило загађење. То доводи до повећања концентрације растворених материја у воид (хемикалије се морају додати у вишку), што је неповољно уколико се тако пречишћене отпадне воде поново користе. Сем тога хемијски процеси пречишћавања су обично скупи. Међутим, треба истаћи да хемијски процеси за уклањање појединих дефинисаних загађења отпадне воде (врло чест случај са индустријским отпадним водама) обично немају алтернативу.

Основно поље примене хемијског пречишћавања отпадних вода је уклањање суспендованих и колоидно растворених материја коагулацијом и флокулацијом, те уклањање појединих растворених материја: хемијским таложењем, јонском изменом, оксидацијом, продувавањем (стрипингом) гаса, адсорпцијом. Уклањање суспендованих и колоидних материја у отпадној води коагулацијом и флокулацијом (настале флокуле се издвајају из воде таложењем, флотацијом или филтрацијом) је свакако најзаступљенији поступак хемијског пречишћавања отпадних вода. Уклањањем суспендованих и колоидних материја у отпадним водама се у значајној мери смањује загађење отпадне воде. У технологији отпадних вода пречишћавање коагулацијом и флокулацијом је алтернатива биолошким процесима пречишћавања.

Предности у односу на биолошке процесе су: једноставнија и јефтинија опрема, једноставнија и сигурнија контрола и вођење процеса пречишћавања, постројење се лако зауставља и поново пушта у рад без негативног утицаја на процес пречишћавања. Главни недостатак је значајно мања ефикасност пречишћавања (не уклањају се растворене материје), осим тога знатне количине волумизираног талогa, муља, чија је обрада скупа.

10.2.3.1 Уклањање тешких метала

Тешки метали (олово, жива, бакар, хром, никал, селен, сребро, арсен, итд.), налазе се у отпадним водама рударства, производње челика и осталих метала, производње неорганских боја, индустрије електро материјала, итд. Тешки метали се уклањају превођењем у нерастворна једињења, таложењем са погодним средствима. Најчешће се преводе у хидроксиде, затим у сулфиде, а неки метали у карбонате. Ефикасност пречишћавања је велика: преостала концентрација тешких метала је обично мања од 1 mg/l, у неким случајевима мања од 0.1 mg/l. Ефикасност пречишћавања зависи у првом реду од Рн, пошто је већина хидроксида метала амфотермна.

Тешки метали се могу далеко ефикасније исталожити као сулфиди, чија је растворљивост далеко мања од хидроксида. Озбиљни недостаци поступка таложења тешких метала сулфида су настајање гасовитог водониксулфида и вишак сулфида (неопходан да би реакције текле квантитативно) у обрађеној отпадној води који такође мора да се уклања, нарочито када се за таложење користе растворљиви сулфиди. Ови недостаци се у највећој мери могу компензовати вођењем поступака на pH преко 8 и прецизном контролом додавања сулфида.

Поједини тешки метали (кадмијум и олово) се могу уклонити из отпадне воде као карбонати, са ефикасношћу пречишћавања равној ефикасности таложења са хидроксидима. Предност таложења са карбонатом је рад на нижим pH , тако да није потребна касније неутрализација отпадне воде (за таложење кадмијума и олова као хидроксида потребно је pH преко 10, а као карбоната pH 7.5 до 8.5). Овај поступак је погодан за рециклирање метала из отпадне воде, нарочито драгоцених метала: злата, сребра и платине. Ефикасност хемијског таложења тешких метала, зависиће од тога да ли у отпадним водама има материја које ометају таложење, које граде комплексе са металима на пример цијанид и амонијак. Такве материје се морају уклонити претходном обрадом отпадне воде.

Централни део постројења за извођење хемијског таложења је суд са мешалицом у коме се доводе у контакт отпадна вода и суд за таложење. Постројење је опремљено одговарајућом пумпом за дозирање средства за таложење (евентуално и коагуланата и флокуланата за побољшавање таложења и олакшавање сепарације талоба), као и судова за припрему тих средстава. Претходно се морају дефинисати параметри процеса: доза сретсва за таложење, оптимални pH , таложне карактеристике насталих суспендованих честица, доза коагуланата и флокуланата, преостала концентрација тешких метала.

10.2.3.2 Неутрализација

Неутрализација отпадних вода се заснива на узајамном дејству воде, и киселих, или базних компонената додатих води, тако да се добија неутрална реакција воде ($\text{pH} = 7$). Неутрализација се остварује:

- додавањем реагенса води,
- филтрирањем воде кроз материјале за неутрализацију.

За неутрализацију киселих вода примењују се креч (гашени и негашени), кречњак, мермер, доломит. Базне воде се увек неутрализују техничком сумпорном киселином. Најјефтинији реагенс је креч, и обично се примењује у облику кречног млека, а може се применити као густа паста или прашак. Предности сувог дозирања у

односу на мокро (влажно) су: једноставнија припрема реагенса, краће време таложења, мања маса талогa. При неутрализацији воде са садржајем сумпорне киселине кречним млеком, маса активног калцијум – оксида је 105% - 110% у односу на стехиометријску. При сувом дозирању реакције између чврсте и течне фазе не иду до краја, и спорије су у односу на влажно дозирање. Због тога при неутрализацији пастом или прахом маса активног калцијум – оксида је 140% - 150% у односу на стехиометријску. При неутрализацији хлороводоничне и азотне киселине, маса активног калцијум – оксида је 95% од стехиометријске. Неутрализатори могу бити са вертикалним и хоризонталним кретањем отпадне воде.

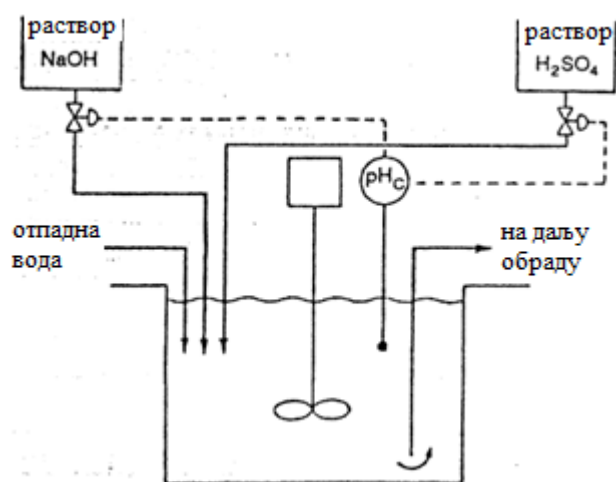
Брзина струјања воде је обично 0,01 – 0,03 m/s. Постројење за неутрализацију чине: таложнице, резервоари киселих и базних вода, складиште негашеног креча, суд за гашење креча, резервоар растварача, дозатори, мешачи, реактор за неутрализацију, таложник неутрализованих вода, депонија муља. Масени удео активног калцијума у раствору кречног млека треба да буде 5% - 10%. При неутрализацији воде до протока 50 m³/h може се примењивати периодични реактор, а при већим протоцима искључиво се користе реактори са континуалним радом. У зависности од састава воде, време контакта са реагенсима у реактору за неутрализацију износи од 5 до 15 година. Уређаји, цевоводи и арматура морају бити израђени од хемијски отпорног материјала или заштићени специјалним слојем.

10.2.3.3 Оксидација (и дезинфекција)

Оксидацијом се преводе поједине органске и неорганске супстанце у индустријским отпадним водама (феноли, пестициди, цијанид, итд.) у једињења која далеко мање загађују околину. Те супстанце могу да утичу на боју, мирис и укус воде, а многе од њих су токсичне. Најчешће примењивани оксидант је хлор, а често коришћени оксиданти су: водонокпероксид, калијумпермаганат и озон. На избор оксиданта утиче више фактора: карактер загађења које се уклања, реактивност оксиданата, стварање споредних продуката приликом оксидације и њихове карактеристике. Оксидација не треба да се примењује за обраду отпадних вода са великим садржајем укупног загађења (преко 1%) пошто су оксиданти неселективни те ће поред оксидације жењене компоненте загађења (на пример цијанида) реаговати и са другим материјама које се могу оксидисати. То вишеструко повећава потрошњу оксиданата, а тиме и цену поступка оксидације. Опрема за оксидацију се у основи на разликује од опреме за неутрализацију (слика 10.2.8), састоји се од суда (реактора) са потпуним мешањем у коме се изводи оксидација, судова за оксидационо сретство и средство за корекцију pH, пумпи за дозирање, и одговарајуће мере и регулационе технике. Величина реактора зависи од брзине реакције оксидације, које се креће од неколико секунди нпр. За оксидацију натријумбисулфата са натријумхипохлоритом, па

до неколико часова приликом оксидације неких органских супстанци. У том случају је погодније поставити неколико серијски везаних реактора.

Оксидационим средствима се могу дезинфиковати отпадне воде. За дезинфекцију отпадних вода се најчешће користе хлор и деривати хлора. Да би хлорисање појединих отпадних вода било ефикасно потребно је обезбедити велике концентрације резидуалног слободног хлора. Пре испуштања тако обрађене воде концентрација слободног хлора се мора свести на дозвољених 0.3 до 0.5 mg/l, односно мора се извести дехлорисање воде.



Слика 10.2.8 Опрема за извођење неутрализације

10.2.3.4 Коагулација и флокулација

Нечистоће у води често изазивају појаву мутноће и обојености. Ове нечистоће садрже суспендоване и колоидне материје, као и растворљиве супстанце. Густина многих од ових честица је само незнатно већа од густине воде, тако да је сакупљање и спајање честица у веће флокуле неопходан корак за њихово одстрањивање таложењем. Процес који везује честице у крупније флокуле назван је коагулација. Нечистоће које се могу уклонити коагулацијом подразумевају мутноћу, бактерије, алге, боју, органска једињења, оксидисано гвожђе и манган, калцијум карбонат и честице глине.

Удруживање колоидних честица се одиграва у две одвојене и очигледне фазе. Прва у којој напон одбијања између честица мора бити савладан, у мери која је потребна да оне постану дестабилизоване, и друга у којој се мора остварити контакт између тако дестабилизованих честица како би дошло до њиховог удруживања (агломерације). Дестабилизација се постиже додавањем хемикалија, уз брзо мешање у одговарајућим коморама. Агрегација (сакупљање) честица се изводи спорим мешањем у флокулационим коморама.

11.0.0 ТРЕНУТНО СТАЊЕ ТРЕТМАНА ОТПАДНИХ ВОДА У СМЕДЕРЕВСКОЈ ПАЛАНЦИ

Данас, општина Смедеревска Паланка, са око 60.000 становника рачунајући и избеглице – распоређених у укупно 19 насељених места (једно градско – град Смедеревска Паланка, једно бањско – „Паланачки Кисељак“ и 17 сеоских насеља), нема адекватно решено питање сакупљања, одвођења и пречишћавања отпадних вода које се стварају на овом подручју.

У досадашњем периоду, ова општина предузимала је различите активности на решавању предметне проблематике. Међутим, осим постојања канализационих мрежа у граду, чија укупна дужина износи око 70 km, управљање отпадним водама са ове територије је доста ограничено.

Наиме, у самом граду Смедеревска Паланка сакупљене употребљене комуналне воде упуштају се директно, без икаквог пречишћавања, у реку Кубршницу, као и индустријске отпадне воде за које не постоје одговарајући предтретмани, већ се без обраде упуштају у околне водотоке. У Смедеревској Паланци комуналне отпадне воде се такође без пречишћавања упуштају у реку Кубршницу као рецепијент.

Ситуација у осталим насељеним местима општине је још критичнија с обзиром да не постоје ни системи за сакупљање и одвођење, а ни системи за третман ових вода, већ се диспозиција употребљених вода врши индивидуално у неадекватно изведене септичке јаме, копане бунаре или у оближње водотоке.

Због делом непројектоване и неизграђене канализационе мреже по ободу (контури) изворишта у Смедеревској Паланци фекалне отпадне воде из домаћинства се изливају у реку Кубршницу и на тај начин постају директна претња за загађење изворишта.

Повлатни слој који штити извориште је од алувијалног нанаоса, пропустан је и само је питање времена када ће доћи до загађења изворишта, уколико се ништа не предузме за његову заштиту.

Потребно је, у зони непосредне заштите изворишта, урадити Идејни пројекат канализационе мреже где иста не постоји, септичке јаме, уређаје за пречишћавање, итд.

У погледу комуналне делатности, може се рећи да се највише радило на уређењу саобраћајница и електрификацији свих насеља у општини, док је хидротехничка комунална инфраструктура много скромније реализована. Посебно се истиче проблематика у сеоским насељима, где у већини случајева није решено ни

питање јавног водоснабдевања. Вода која се захвата из индивидуалних бунара углавном не одговара прописаним стандардима, јер се отпадне воде изливају у примитивно изграђене септичке јаме.

Организовано јавно водоснабдевање има практично само Смедеревска Паланка. Осим тога на систем су прикључени и делови приградских насеља: Глибовац, Грчац, Придворице и Водице. Паланка има канализациону мрежу општег типа која покрива 80% градског подручја. Сеоска насеља, углавном немају организовано водоснабдевање, а још мање заједничко каналисање отпадних вода. Мањи број насеља има минималне система јавног водовода у центру села, који је изграђен без икакве техничке документације и углавном се састоји од једног бунара и неколико прикључака. Евакуација отпадних вода врши се скоро искључиво у примитивно изграђене септичке јаме, са понирањем течне фазе.

Изградња кишне канализације у Смедеревској Паланци заостаје за фекалном канализацијом. На неким потезима улица постоје дивљи прикључци кишнице на фекалну канализацију, или се она у време киша улива у фекалну мрежу преко отвора на шахтним поклопцима.

Предложена решења би требало да представљају основу за сагледавање решења евакуације и пречишћавања отпадних вода на територији општине, у циљу опште санитације насеља и заштите животне средине и као таква би требала да буду основа за израду виших фаза пројектне документације на подручју Општине Смедеревска Паланка.

12.0.0 ЗАГАЂИВАЧИ НА ТЕРИТОРИЈИ ОПШТИНЕ СА АСПЕКТА ОТПАДНИХ ВОДА

Према пореклу и месту настанка отпадне воде се могу сврстати у неколико основних група:

- комуналне отпадне воде од становништва и привредних субјеката
- индустријске отпадне воде из појединих процеса производње и
- отпадне воде од сточних фарми.

Овде се мисли на концентрисане изворе загађивања вода, односно на оне емитере отпадних вода који имају јасно дефинисане („тачкасте“) изливе. Осим становништва, најзначајнији концентрисани загађивачи регистровани су у ужем градском подручју и обухватају следеће фирме: Холдинг Компаније „Гоша“, фабрика воде и сокова „Паланачки Кисељак“, кланица „Месо промет“, кланица „Ера“, хладњача „Симком“ и болница „Деспот Стефан“.

Значајан допринос у производњи загађења свакако потиче и од пољопривредне производње, међутим, ту се ради о „расутиим“ изворима загађења код којих се редукција емисије загађујућих супстанци не може извршити уређајима и постројењима, већ превасходно поштовањем агротехничких мера.

13.0.0 СТАНОВНИШТВО НАСЕЉА ОПШТИНЕ

Општина Смедеревска Паланка обухвата 18 насеља. Градско становништво се налази на ужој територији насеља Смедеревске Паланке, док се за приградска насеља могу сматрати: Глибовац, Грчац, Мала Плана и Придворице. Остала насеља су сеоског типа. Смедеревска Паланка се сматра и административним центром подручја Доње Јасенице. У самој Смедеревској Паланци налази се и Бања „Паланачки Кисељак“ која је интегрисана у само градско подрчје, тако да се и не може издвојити као посебна урбана целина.

У раздобљу од 2010. до 2030. године на подручју општине Смедеревска Паланка не могу се очекивати значајне промене у броју и структури становништва. Прогноза се заснива на анализи досадашњег демографског развоја и уочених позитивних и негативних тенденција. Неминовност промена условљена је, још увек, нестабилизованим природним, просторним и друштвеним чиниоцима.

На основу тенденција у протеклом периоду за пројектовани период усваја се следеће:

- пораст броја становника у граду ће се у наредном периоду постепено успоравати;
- опадање броја становника у приградским насељима имаће и даље умерени темпо, који ће се временом бити спорији;
- број становника у сеоским насељима општине имаће и даље тенденцију опадања
- промена укупног броја становника општине имаће и даље умерен темпо повећања.

Промена броја становника за одређени број година се рачуна као:

$$N_{ST} = N_o \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n$$

n – број година до краја разматраног периода

N_{ST} – број становника на крају годишњег низа n

N_o – почетни број становника

p – стопа раста

За израду пројектног задатка, треба прогнозировать број становника у неком дужем временском периоду. У табели 13.1 је одређен број становника до 2030. Године што је довољно за израду пројекта.

Насеља	2002	p(%)	2005	p(%)	2010	p(%)	2020	p(%)	2030
Градско насеље	25300	0.34	25558	0.34	25993	0.40	27052	0.50	28436
Смед. Паланка	25300	0.34	25558	0.34	25993	0.40	27052	0.50	28436
Приградска насеља	5202	-0.66	5100	-0.66	4935	-0.32	4778	0.00	4778
Глибовац	2269	-0.40	2242	-0.40	2197	-0.20	2154	0.00	2154
Грчац	1176	-0.50	1159	-0.51	1130	-0.25	1102	0.00	1102
Мала плана	887	-1.01	860	-1.00	818	-0.50	778	0.00	778
Придворице	870	-1.20	839	-1.20	790	-0.60	744	0.00	744
Сеоска насеља	25509	-1.00	24746	-1.00	23534	-0.50	22392	0.00	22392
Азања	4713	-0.80	4601	-0.80	4420	-0.40	4246	0.00	4246
Баничина	1169	-0.60	1148	-0.60	1114	-0.30	1081	0.00	1081
Бачинац	789	-0.70	773	-0.71	746	-0.35	720	0.00	720
Башин	552	-1.20	532	-1.19	501	-0.59	472	0.00	472
Влашки До	1161	-1.00	1126	-1.00	1071	-0.50	1019	0.00	1019
Водице	930	-0.59	914	-0.60	887	-0.31	860	0.00	860
Голобок	2396	-1.00	2325	-1.00	2211	-0.50	2103	0.00	2103
Кусадак	5691	-0.60	5589	-0.60	5424	-0.30	5263	0.00	5263
Мраморац	613	-1.39	588	-1.40	548	-0.72	510	0.00	510
Ратари	2035	-1.40	1951	-1.40	1818	-0.70	1695	0.00	1695
Селевац	3864	-1.80	3659	-1.80	3341	-0.90	3053	0.00	3053
Стојачак	419	-0.80	409	-0.79	393	-0.41	377	0.00	377
Церовац	1177	-1.30	1132	-1.31	1060	-0.65	993	0.00	993
Општина Смедеревска Паланка	56011	-0.35	55404	-0.34	54462	-0.04	54222	0.25	55606

Табела 13.1 Прогноза броја становника општине по насељима^[6]

№	Насеље	2005			2010			2020			2030		
		стан.	инд.	ЕС УКУПНО	стан.	инд.	ЕС УКУПНО	стан.	инд.	ЕС УКУПНО	стан.	инд.	ЕС УКУПНО
1	Смедеревска Паланка	24840	6113	30953	26675	6841	33516	29809	7610	37419	32303	8531	40834
Укупно град		24840	6113	30953	26675	6841	33516	29809	7610	37419	32303	8531	40834
2	Глибовац	0	0	0	783	154	937	1763	319	2082	2907	517	3424
3	Грац	230	60	290	555	158	713	739	224	963	950	298	1248
4	Мала Плана	170	45	215	240	69	309	369	115	484	579	187	766
5	Придворице	0	0	0	414	111	525	483	129	612	644	179	823
Укупно приградска		400	105	505	1992	491	2483	3354	787	4141	5080	1180	6260
6	Азања	250	0	250	1312	0	1312	2759	0	2759	4549	0	4549
7	Бангчина	110	0	110	235	0	235	495	0	495	776	0	776
8	Бачинац	75	0	75	170	0	170	369	0	369	579	0	579
9	Башин	50	0	50	109	0	109	226	0	226	355	0	355
10	Влашки До	110	0	110	249	0	249	542	0	542	850	0	850
11	Водиче	911	0	911	1061	0	1061	1197	0	1197	1363	0	1363
12	Голобок	2000	0	2000	2233	0	2233	2703	0	2703	2991	0	2991
13	Кусадак	0	0	0	598	0	598	1847	0	1847	5076	0	5076
14	Мрамораш	60	0	60	133	0	133	281	0	281	428	0	428
15	Рагари	210	0	210	507	0	507	1182	0	1182	1948	0	1948
16	Селевац	210	0	210	1104	0	1104	2320	0	2320	3902	0	3902
17	Стојачак	368	0	368	361	0	361	351	0	351	362	0	362
18	Церовица	110	0	110	235	0	235	470	0	470	702	0	702
Укупно сеоска		4463	0	4463	8307	0	8307	14743	0	14743	23880	0	23880
УКУПНО		29703	6218	35921	36974	7332	44306	47906	8397	56303	61263	9711	70974

Табела 13.2 Преглед броја еквивалентних становника током пројектног периода

14.0.0 ИНДУСТРИЈСКИ КОМПЛЕКСИ И ОСТАЛИ ЗАГАЂИВАЧИ

Привреда општине Смедеревска Паланка обухвата скоро све привредне гране: индустрију, пољопривреду, грађевинарство, саобраћај, трговину, угоститељство, занатство, водопривреду, станбено-комуналну делатност, финансијске услуге, као и научно-истраживачку делатност у области индустрије прераде метала и повртарства.

У укупном броју привредних субјеката, у општини су највише заступљена предузећа у индустрији, трговини и занатству - око 80%. До 1995 године у општини је било регистровано око 65 предузећа са око 7.500 запослених.

Пољопривреда је друга привредна грана по учешћу у остваривању националног дохода општине. Преко 80% територије општине, што износи око 370 км² чини пољопривредно земљиште.

Са становишта решавања проблематике отпадних вода, свакако су од највећег значаја индустријска предузећа.

Холдинг Компанија „Гоша“

Окосницу индустријског развоја у општини, представља ХК „Гоша“, која је са око 6.500 радника из периода осамдесетих година капацитета редукovala на око 2.500 радника. Садашња делатност обухвата: прераду метала, машиноградњу, производњу опреме и саобраћајних средстава. Као резулта реструктурирања, у оквиру ХК „Гоша“, сада егзистира неколико деоничарских друштава - фабрика, која се наводе у наставку.

- ***Фабрика опреме и машина-ФОМ***, са око 1.100 радника, производи опрему и машине у области металургије, рударства и енергетике;

- ***Фабрика шинских возила- ФШВ***, са око 630 радника која пројектује и производи путничке вагоне, електро и дизелмоторне возове, теретне и друге вагоне;

- ***Фабрика друмских возила-ФДВ***, са око 190 радника која се бави производњом прикључних друмских возила;

- ***Фабрика опреме за пољопривреду и грађевинарство-ФОПИГ***, која производи силосе, опрему за фарме, хладњаче, кланице, пекаре и сл.;

- ***Фабрика електроопреме***, која производи електричне машине и апарате, као и мерно- регулациону опрему за управљање и аутоматизацију у индустрији и саобраћају;

- ***Фабрика алата и машина-ФАМ***, са око 140 радника, која производи разне алате и машине за металопрерађивачку индустрију и друге делатности;

- **Гоша заштита „Солко“**, са око 179 радника, која производи опрему за комунална предузећа, металну браварију и разне склопове;

- **Гоша- монтажа**, са око 80 радника, која се бави монтажом опреме и ремонтима разне опреме и постројења у области енергетике, петрохемије и др.,

- **Гоша-Институт и развојни биро, ДИБУТ, Стан и Заједнички послови**, са око 270 радника, представљају развојне, пратеће и управне службе овог Холдинга. Све фабрике се снабдевају водом из градског водоводног система. Санитарне отпадне воде се евакуишу у градску канализацију.

По питању технолошких отпадних вода најбитнија је Фабрика шинских возила-ФШВ која у оквиру свог производног процеса обухвата и галванизацију. Отпадне воде настају након хемијске обраде површина материјала. То су веома агресивне и токсичне воде у одосу на живи свет у води и саме објекте система за евакуацију и пречишћавање. У циљу пречишћавања ових технолошких отпадних вода од 1988.године ради одговарајући предtretман. Систем за пречишћавање обухвата: оксидацију цијанида, редукцију хромата, неутрализацију, таложење и обраду муља. Максимални капацитет предtretмана је $42 \text{ m}^3/\text{h}$. Отпадна вода се након пречишћавања директно упушта у Кубршницу. Квалитет отпадне воде се редовно контролише.

АД „Паланачки Кисељак“

Основна делатност ове фабрике је флаширање минералне воде и производња безалкохолних пића. Инсталирани капацитет је 99.000 l/dan минералне воде и исто толико сокова. Укупно је запослено 35 радника који раде у две смене. Фабрика се снабдева водом делом из јавног водовода, делом из сопствених бунара. Укупна потрошња воде је око $100 \text{ m}^3/\text{dan}$. Очекивана количина отпадне воде је $55 \text{ m}^3/\text{dan}$. За сада се не врши никакав предtretман, али се у следећој фази проширења планира изградња система за пречишћавање. Тренутно се отпадна вода без третмана упушта у градску канализацију.

Кланица „Месо промет“

Кланица се бави ислучиво клањем стоке. Месечни капацитет производње је 1200 свиња и 200 крупније стоке. Запослен је 21 радник. Снабдевање водом је из градског водовода, просечне потрошње око $23 \text{ m}^3/\text{dan}$. Санитарне отпадне воде се одводе у градску канализацију. Технолошке отпадне воде се спроводе на предtretман који се састоји из сепаратора и таложника. Овако пречишћена отпадна вода се затим упушта у градску канализацију. Квалитет отпадне воде се редовно контролише.

Хладњача „Симком“

Налази се у оквиру бивше градске пекаре и млина који сада не раде. Тренутно се врши обрада и складиштењи вишње. Хладњача ради сезонски, у летњем периоду. Потрошња воде се креће у распону од 86-1036 m³/dan и снабдева се из градске водоводне мреже. Запослено је укупно 37 радника. У оквиру исте фирме планирана је изградња мини постројења за флаширање воде, капацитета 3 l/s.

Кланица „ЕРА“

Кланица се бави искључиво прерадом меса. Производи се 5-6 t сувомеснатих производа, при чему се 2-3 t суши. Технологија производње нема за резултат значајне количене отпадних вода. У фирми је запослено 14 радника. Све отпадне воде се тренутно евакуишу у градску канализацију.

Болница „Деспот Стефан“

Налази се у ужем центру града. Прикључена је на градску водоводну мрежу и канализацију. Просечна потрошња воде је око 230 m³/dan. У оквиру болнице нема никаквог уређаја за предtretман.

Остали мањи индустријски капацитети на подручју општине

- **„Весна-Азања“**, из Азање се бави производњом безалкохолних пића, запошљава око 15 радника;
- Хладњача **„Атле“**, из Азање са око 30 радника;
- **„Ципелић“**, предузеће за производњу дечјих ципела из Азање, са око 35 радника;
- Предузеће за израду металних затварача **„New-Don“**, из Голобока;
- Предузеће за израду металне амбалаже **„Don-Box“**, из Голобока;
- **ДОО „Никал“**, пројектовање, производња и монтажа ПВЦ и алуминијумске столарије;
- **Синекс, ДОО Златић и „GOSSAD“**, производња дрвене столарије итд; Треба истаћи да се нека од предузећа налазе у фази приватизације код којих се не може предвидети њихов будући статус. У ову групу спадају: **„Воћар“**, **Трикотажа „Олга“**, **„Етпласт“**, **„Хартија“** и др.

На разматраном подручју, егзистира и мали број сточних и живинарских фарми. Све су углавном у приватном сектору, релативно скромних капацитета (до 50 грла крупне стоке, до 100 оваца, двадесетак свиња и око 2.000 перади). Постоји неколико приватних живинарских фарми већих капацитета (око 100.000 перади).

15.0.0 ПОСТОЈЕЋЕ СТАЊЕ У ОБЛАСТИ ОТПАДНИХ ВОДА

Евакуација и пречишћавање отпадних вода на разматраном подручју није на задовољавајућем нивоу. На територији општине организовани систем јавне канализације има само Смедеревска Паланка. У оквиру града постоје два излива отпадних вода, од којих је један излив комуналних отпадних вода, а други, технолошких отпадних вода „Гоше“. Излив комуналних вода се налази на јужном крају града на левој обали Јасенице, док је излив „Гоше“ на левој обали Кубршнице, узводно од ушћа Кубршнице у Јасеницу.

Постојећа канализациона мрежа је сепарационог типа и обухвата око 80% насеља. Атмосферска канализација је изграђена само у централној зони града. Укупна дужина канализације за отпадне воде је око 100 km, док је атмосферске свега око 8 km. Такво стање доводи до веома значајних проблема у време киша, када се у отсуству атмосферске канализације кишне воде уливају у канализацију за отпадне воде, изазивајући загушења и изливања и локална плављења. Регистровани број годишњих загушења бележи стални пораст, од 1.150 у 2001 години до 1.700 у 2005 години, што за једно урбано насеље представља велики проблем. Званични број прикључака у 2005 години је био око 7.850. У протеклих пет година остварује се око 100 нових прикључака годишње што говори о сталном проширењу мреже. Већина привредних субјеката у Смедеревској Паланци је прикључено на градску канализацију, али има и предузећа са сопственим изливима.

Канализациони систем је почео да се гради 60-тих година. Заступљене су све врсте цеви, углавном керамичке и PVC, димензија од Ø 200 – Ø700mm. Диспозиција канализацион мреже је усклађена са падом терена и усмерена је ка главном реципијенту, реци Кубршници и Јасеници. Систем се своди на два главна колектора Ø500 и Ø700 који се пре излива спајају у један од Ø700 у јужном делу насеља. ГУП-ом Смедеревске Паланке, дефинисана је локација будућег централног постројења за пречишћавање отпадних вода, у брањеном подручју Јасенице на око 2,5 km низводно од ушћа Кубршнице. Постојећи излив главног колектора се налази у овој зони. Пројектна документација централног постројења за пречишћавање отпадних вода није урађена.

Евакуација отпадних вода у сеоским насељима је посебно проблематична. Снабдевање водом је углавном из сопствених копаних бунара, док се отпадне воде изливају у примитивно изграђене септичке јаме са упијајућим ефектом. На тај начин долази до загађења воде у бунарима. Према спорадичним анализама бунарских вода од стране овлашћених завода, вода већине насеља у општини, не задовољава прописане стандарде воде за пиће. Зато је врло важно што пре изградити заједничке

системе за водоснабдевање, а затим отпочети и са одговарајућом евакуацијом отпадних вода.

У извесним насељима где постоји локална водоводна мрежа за најужи центар, углавном постоји и скромно изведена канализација. Мрежа са састоји од једног цевовода, дужине неколико стотина метара са изливом у локални поток, депресију, ископану јаму или се отпадна вода излива на површину терена.

Минимални системи за каналисање отпадних вода постоје у следећим насељима:

- насеље Ратари - цевовод Ø300 mm, дужине око 500 m, у централној улици са испустом у локолну јаругу, изграђен 70-тих година;
- насеље Азања – цевовод Ø100 mm, дужине око 2 km, завршава се септичком јамом са преливањем на терен, грађен још 1968 године у време изградње локалног водовода за центар насеља;
- насеље Селевац – керамичка канализациона цев Ø200-250 mm, укупне дужине око 500 m, за ужи центар, излива се у локлни поток и даље у реку Коњску.

Пречишћавање комуналних отпадних вода на разматраном подручју нема ни једно насеље, чак ни на било каквом нивоу техничке документације.

Од индустријских и привредних субјеката у Смедеревској Паланци, одговарајући третман технолошких отпадних вода има само један погон „Гоше“-Фабрика шинских возила, што је описано у претходном поглављу. Предтретман у оквиру кланице „Месо промет“ није задовољавајући.

Напомиње се да су садашња изворишта подземних вода на подручју ГУП-а (Рудине, Сингер и Булине Воде) већ интегрисана у градско ткиво са коректно изграђеном околном канализацијом тако да није потребно додатно уређење отпадних вода тог простора. Подручје изворишта Трновче (заједничко извориште и за општину Велика Плана) се налази у алувиону Велике Мораве, ван граница општине у релативно ненасељеном подручју. Зоне санитарне заштите са одговарајућим мерима су успостављене на свим извориштима и коректно се спроводе.

16.0.0 КОЛИЧИНЕ ОТПАДНИХ ВОДА

Прорачун садашњих и будућих количина отпадних вода обухвата целу територију општине. Разматрани су сви корисници канализационих система: становништво, индустрија, мањи привредни субјекти, јавне установе, болнице, угоститељски објекти и остали припадајући садржаји у оквиру једног насеља.

Потрошња воде насеља Смедеревска Паланка					
	(m ³ /мес.)	(m ³ /год)	(l/s)	(l/кор.дан.)	(%)
Захваћено	290407	3484884	111	308	100,0
Становништво	130687	1568244	49,8	139	45,0
Индустрија	42953	515436	16,4	46	14,8
Остала потрошња	2000	24000	0,8	2	0,7
Нефактурисано	114767	1377204	43,7	122	39,5

Табела 16.1 Структура потрошње воде у 2005. години

На градском подручју највећи појединачни потрошачи воде су болница „Деспот Стефан“ са око 2,7 l/s просечно годишње и „Гоша“ са око 0,8 l/s. При том се норма потрошње воде за раднике у индустрији, према уобичајеним подацима, усваја око 110 l/рад/смена, што је углавном и сагласно са оствареном нормом у погонима Гоше.

Специфична потрошња генерално зависи од стандарда становништва, привредних активности, климатских и друштвених чинилаца. У релативно блиској будућности не може се очекивати значајније побољшање економских прилика и стања у привреди. У даљој перспективи треба рачунати на упошљавање привредних капацитета који сада постоје и њихове могућности развоја.

Од укупне количине воде које представљају потребе за водом процењено је да ће око 85% доспети у канализациони систем. Сматра се да ће у канализациони систем дотичати и значајне количине од инфилтрације јер још нема система за кишну канализацију, постојећа мрежа је прилично лоша, а треба рачунати и на одређени број погрешних прикључења и дотицај кроз поклопце шахтова. Отицај од инфилтрације се у таквом случају може очекивати да достигне вредност и до 30% од просечног дневног отицаја.

У будућности би требало рачунати са тенденцијом смањења учешћа индустрије у укупним потребама за водом на рачун рационализације и увођења рецикулације у технолошке постројке. Структура норме отпадних вода обухвата употребљене воде од: становништва, јавне потрошње, индустрије и инфилтрације (табеле 16.2 и 16.3).

	2005		2010	2020	2030
	(%)	(1/kor.dan)	(1/kor.dan)	(1/kor.dan)	(1/kor.dan)
Становништво	46	120	130	135	140
Јавна потрошња	2	5	10	10	15
Индустрија	21	55	60	55	60
Инфилтрација	31	80	80	90	85
Укупно	100	260	280	290	300

Табела 16.2 Норма отпадних вода градског и приградског становништва

	2005		2010	2020	2030
	(%)	(1/kor.dan)	(1/kor.dan)	(1/kor.dan)	(1/kor.dan)
Становништво	63	120	125	130	135
Јавна потрошња	2	4	5	9	10
Индустрија	1	1	5	6	5
Инфилтрација	34	65	70	75	80
Укупно	100	190	205	220	230

Табела 16.3 Норма отпадних вода сеоских насеља

Имајући у виду постојеће стање и реалне могућности развоја канализационих система сваког насеља усвојени су одговарајући проценти прикључености на канализациону мрежу и срачунат одговарајући број корисника (табела 16.4).

Насеље	2005			2010			2020			2030		
	N _{ST}	(%)	N _{KOR}	N _{ST}	(%)	N _{KOR}	N _{ST}	(%)	N _{KOR}	N _{ST}	(%)	N _{KOR}
Смедеревска Паланка	25558	92	23513	25993	94	24433	27052	97	26240	28436	100	28436
Укупно град	25558	92	23513	25993	94	24433	27052	97	26240	28436	100	28436
Глибовац	2242	0	0	2197	25	549	2154	51	1099	2154	80	1723
Грчац	1159	20	232	1130	50	565	1102	70	771	1102	90	992
Мала Плана	860	20	172	818	30	245	778	51	397	778	80	622
Придворице	839	0	0	790	50	395	744	60	446	744	80	595
Укупно Приградска насеља	5100	8	404	4935	36	1754	4778	57	2713	4778	82	3932
Азања	4601	5	230	4420	25	1105	4246	50	2123	4246	80	3397
Баничина	1148	10	115	1114	23	256	1081	51	551	1081	80	865
Бачинац	773	10	77	746	23	172	720	51	367	720	80	576
Башин	532	10	53	501	23	115	472	51	241	472	80	378
Влашки До	1126	10	113	1071	23	246	1019	51	520	1019	80	815
Водице	914	90	822	887	95	843	860	97	834	860	100	860
Голобок	2325	80	1860	2211	85	1879	2103	95	1998	2103	100	2103
Кусадак	5589	0	0	5424	10	542	5263	30	1579	5263	80	4210
Мраморац	588	10	59	548	23	126	510	51	260	510	80	408
Ратари	1951	10	195	1818	23	418	1695	51	864	1695	80	1356
Селевац	3659	5	183	3341	25	835	3053	50	1527	3053	80	2442
Стојачак	409	92	376	393	95	373	377	97	366	377	100	377
Церовица	1132	10	113	1060	23	244	993	51	506	993	80	794
Укупно Сеоска насеља	24746	17	4196	23534	30	7154	22392	52	11736	22392	83	18581
УКУПНО	55404	51	28113	54462	61	33341	54222	75	40689	55606	92	50949

Табела 16.4 Процена броја корисника канализационих система

17.0.0 КОЕФИЦИЈЕНТИ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ОТПАДНИХ ВОДА

Како потребе за водом варирају у току године, сезоне, месеца и дана, то сагласно потрошњи воде варира и продукција отпадних вода, што треба имати у виду приликом димензионисања објеката за њихово прикупљање, евакуацију и пречишћавање. Неравномерност продукције отпадних вода је мања код већих урбаних агломерација захваљујући уједначенијим активностима током читавих 24 сата. Код сеоских насеља је више изражена дневно-ноћна разлика у активностима, па чак и у току самог радног дана разлике су значајне између јутарњих и подневних активности. Такође могу постојати разлике и код појединих сеоских насеља. Она која су ближе градским насељима, или су са својим егзистенцијалним активностима ближе оријентисани ка њима, настоје да их у некој мери прате и у погледу комуналног стандарда, односно потрошњи воде. Такође су осетније разлике у потрошњи воде, односно продукцији отпадних вода у већим индустријским предузећима са радом у више смена, него код оних са радом само у једној смени.

▪ **Коефицијент дневне неравномерности $K_{дн}$:**

Овај коефицијент се код градских насеља, у зависности од њихове величине, креће између 1,2 и 1,6. У разматраном случају, за Смедеревску Паланку и овај ниво пројектовања, усваја се:

$$K_{дн} = 1,4$$

За сеоска насеља, где се дневни распон неравномерности креће између 1,5 и 2,5 у зависности од оствареног стандарда и навика мештана, усваја се за:

- приградски тип насеља: $K_{дн} = 1,8$;

- сеоски тип насеља: $K_{дн} = 2,0$

▪ **Коефицијент часовне неравномерности $K_{ч}$:**

Вредност овог коефицијента такође зависи од врсте и величине корисника. На основу уобичајених вредности и врсту корисника воде, односно емитера отпадних вода, усвојени су следећи коефицијенти неравномерности:

- градско насеље-Смедеревска Паланка: $K_{ч} = 1,6$

- сеоска насеља приградског типа: $K_{ч} = 2,2$;

- остала сеоска насеља: $K_{ч} = 2,5$

18.0.0 КВАЛИТЕТ ОТПАДНИХ ВОДА

Квалитет отпадних вода је од значаја како за избор технологије пречишћавања тако и за превентиву и заштиту здравља особља које ради на одржавању канализационих система и заштиту самих канализационих објеката од непожељних садржаја.

На територији општине се продукују следеће врсте отпадних вода:

- комуналне отпадне воде,
- индустријске отпадне воде
- отпадне воде са сточних фарми

Квалитет комуналних отпадних вода углавном је познат, уз извесне варијације у зависности од величине насеља, степена урбанизације и прикључености индустрије. Основне групе материја у овим отпадним водама су органског и неорганског порекла, при чему оне могу бити у суспендованом или раствореном стању. Просечно по становнику на дан, за уобичајену продукцију отпадних вода се може рачунати са око 70 g/st./dan суспендованих и око 60 g/st./dan BPK5. Осим тога, у комуналној отпадној води има и растворених гасова (кисеоник, угљен-диоксид, азот, сумпор-водоник и др.), као и бактерија и микроорганизама који имају значајну улогу у процесу пречишћавања отпадних вода. Одговарајућа технологија пречишћавања углавном успешно задовољава сезонске и дневне осцилације и очекиване карактеристике отпадних вода које долазе на постројење.

За разлику од комуналних отпадних вода, индустријске отпадне воде садрже шири спектар загађујућих супстанци, а могуће су и сезонске и дневне варијације квалитета. Уколико постоји висок садржај токсичних материја (феноли, пестициди, цијаниди и др.), или тешких метала (олово, кадмијум, жива, никл и др.), може доћи до деградације органске масе неопходне за остваривање процеса биолошког пречишћавања отпадних вода. Осим тога, органско оптерећење отпадних вода неких индустрија (машинска индустрија), може бити сувише ниско или сувише високо (прехрамбена индустрија), што у оба случаја представља значајан проблем у третману тих вода. Ово с тога, што се или јавља недостатак органске материје потребне за процес биолошке разградње и њену минерализацију, или пак суфицит органске материје, што изазива дефицит кисеоника такође неопходног за њену разградњу.

У садашњем времену транзиције и реструктурирања власништва појединих индустријских и привредних потенцијала у општини, углавном нема или су веома скромни подаци о перспективи, врсти и обиму производног програма, као и

капацитетима саме технологије производње. Самим тим, не могу се тачније дефинисати ни квалитативне карактеристике индустријских загађивача у перспективи.

Отпадна вода из канализационог система Смедеревске Паланке се као непречишћена улива у Јасеницу која је категорисана као IV класа водотока. Квалитет отпадне воде се прати квартално од стране Завода за здравствену заштиту из Пожаревца. Постоје три места узорковања: отпадна вода на месту излива, вода Јасенице узводно и низводно од излива.

На основу расположивих Извештаја из 2003 године, констатовано је да је већина параметара у границама IV класе водотока, осим у случају концентрације амонијака, фосфата и суспендованих материја. У отпадној води су биле прекорачене концентрације BPK_5 и амонијака. Број колиформних бактерија је такође детектован изнад допуштеног за четврту класу водотока. На основу претходног се може констатовати да градске отпадне воде негативно утичу на квалитет Јасенице и да је неопходно планирати изградњу системе за пречишћавање у што ближој перспективи.

Квалитет технолошких отпадних вода ХК „Гоша-ФШВ“ се такође квартално прати на месту испуста у Кубршницу, као и у самој реци, узводно и низводно од испуста. У оквиру фабрике постоји постројење за предtretман што значи да је отпадна вода прошла кроз поступак неутрализације и оксидације. На основу

резултата из 2006. године (Институт за квалитет радне и животне средине „1.Мај“ Ниш) констатовано је да отпадна вода и вода у реци задовољава прописане стандарде и да се може и даље вршити изливање у Кубршницу. Обзиром да су услови упуштања у водоток IV категорије у многим параметрима строжији него услови испуштања у градску канализацију може се препоручити и прикључење колектора отпадних вода на градску канализацију, али уз обавезну редовну контролу параметара који су значајни за овај тип индустрије.

Како је предмет овог Генералног пројекта превасходно сакупљање, одвођење и пречишћавање отпадних вода насеља полази се од опредељења, да се све индустријске отпадне воде на подручју града прихватају градском канализацијом. Зато је неопходно да се индустријске отпадне воде, уколико је то потребно, пре упуштања подвргну одговарајућем предtretману у оквиру фабрике и на тај начин сведу на квалитет који кореспондира комуналним отпадним водама. У том циљу, према Закону о водама, све општине су биле дужне да у интересу заштите својих канализационих система и постројења за пречишћавање отпадних вода, донесу Правилнике о санитарно- техничким условима за упуштање отпадних вода у јавну канализацију.

Општина Смедеревска Паланка је усвојила Одлуку о санитарно техничким условима за упуштање отпадних вода у јавну канализацију („Међуопштински

сл.гл“.бр.6 - 16.јул.1993год.). Напомиње се да у овој Одлуци није потпун списак и опис референтних параметара, дозвољених концентрација као и начин њихове контроле и праћења. Обрађивач овог Генералног пројекта сматра да је потребно извршити одговарајућу унификацију овог Правилника на нивоу Републике, тако да је у Анексу А.4 управо дат такав предлог.

19.0.0 ПОТЕНЦИЈАЛНИ РЕЦИПИЈЕНТИ ЗА ПРИЈЕМ ОТПАДНИХ ВОДА НА ТЕРИТОРИЈИ ОПШТИНЕ

Хидрографска мрежа је релативно развијена и разуђена, али прилично мале водности. Читаво подручје је доста аридно и без значајнијих извора или врела, тако да су и водотоци са веома скромним просечним протицајима. У сливу има и доста бујичних водотока, који у сушном летњем периоду скоро пресуше, али зато у време дужих и јачих киша, често изазивају и поплаве већих размера.

Највећи део разматраног подручја припада сливу Велике Мораве, односно Реке Јасенице и њених притока. Северни део општине, са насељима: Селевац, Бачинац, Влашки До и део Азање се дренирају преко Реке Коњске која припада сливу Дунава.

Најзначајнији водотоци на подручју општине Смедеревска Паланка су: Јасеница, Кубршница, Велики Луг и Мали Луг. У Јасеницу се низводно од града Смедеревске Паланке као лева притока улива Кубршница. Мали Луг и Велики Луг се налазе у западном делу општине и у зони насеља Ратари се уливају као леве притоке у Кубршницу.

Просечни вишегодишњи протицаји ових река, на основу података РХМ Завода, су следећи:

- Река Јасеница, профил: Смедеревска Паланка $Q_{sr} = 1,85 \text{ m}^3/\text{s}$
- Река Кубршница, профил: Смедеревска Паланка $Q_{sr} = 1,70 \text{ m}^3/\text{s}$
- Река Велики Луг, профил: Младеновац $Q_{sr} = 0,38 \text{ m}^3/\text{s}$

Остали водотоци су мањег значаја, па се њихов протицај и не прати од стране РХМЗ. У ову групу спадају:

- Река Мали Луг - подручје између насеља Азања и Кусадак
- Река Коњска - северно подручје насеља Селевац и Бачинац
- Валевац и Дојнак - средишњи јужни део насеља Селевац;
- Рит - северни део насеља Азање и Влашки До
- Бојанац - подручје насеља Кусадак.

Према Уредби о категоризацији вода, сви водотоци које прати РХМ Завод, на предметном подручју су разврстани у **IV категорију**. Остали, горе поменути водотоци су некатегорисани.

Обзиром на потребе дефинисања начина и могућности испуштања отпадних вода на ширем подручју општине, у оквиру овог Пројекта, неопходно је усвојити пријемну способност и некатегорисаних водотока. Према истој Уредби, предвиђено је да изворишни делови водотокова буду прве категорије, међутим, постоји и тумачење да мањи, некатегорисани водотоци „деле судбину водотока у који се уливају“. Постојећа категоризација је извршена на основу реално могућег обезбеђења квалитета воде предвиђене класе, а како се ради о сеоским недовољно урбанизованим насељима, са претежно неуређеним комуналним стањем и општом санитацијом, то би се могла усвојити IV бонитетна класа за све наведене некатегорисане водотоке.

20.0.0 ПОТРЕБАН СТЕПЕН ПРЕЧИШЋАВАЊА ОТПАДНИХ ВОДА

У претходним поглављима дат је приказ домаће и Европске регулативе на плану заштите вода, са посебним освртом на потребан ниво пречишћавања отпадних вода. Изложена два стандарда: „домаћи“-према пријемној моћи реципијента (имисиони стандард) и „Европски“- према квалитету ефлуента (емисиони стандард), имају својих предности и мана.

Наиме, имисиони стандард је еколошки сасвим коректан. Он поштује и величину реципијента, тако да се код скромнијих реципијената, без обзира да ли је или није у некој осетљивој области мора остварити виши степен, а код већих реципијената, нижи степен пречишћавања. Проблем представља одређивање меродавне мале воде реципијента ($Q_m, 95\%$), као и дефинисање референтног профила где мора бити задовољен прописани стандард његовог квалитета.

Метод одређивања потребног степена пречишћавања на основу квалитета пречишћених отпадних вода (емисиони стандард) је оперативнији, јер прописује квалитет отпадних вода након пречишћавања, независно од хидролошког режима реципијента, осим ако је у посебно заштићеној области. Напомиње се да је у земљама Европске уније у време промовисања овог стандарда, већина урбаних и индустријских агломерација већ пречишћавала своје отпадне воде, тако да се овим стандардом остварују само допунске корекције.

Без обзира што се емисиони стандард, уз допунски услов за посебно заштићене области практично приближава имисионом стандарду, због захтева у пројектном задатку, у наставку ће се извршити прорачун потребног степена пречишћавања разматраних отпадних вода по оба критеријума.

Прорачун потребног степена пречишћавања (PSP) отпадних вода за изливање у реципијент се рачуна помоћу следеће формуле;

$$PSP = \left(1 - \frac{C_{REC}}{C_{OV}} \right) \times 100 [\%]$$

C_{REC} – допуштена концентрација разматране материје у реципијент (mg/l)

C_{OV} – концентрација разматране материје у отпадним водама (mg/l)

На територији општине Смедеревске Паланке пријемници отпадних вода припадају III и IV категорији водотока. У следећој табели су наведене граничне вредности параметара квалитета ових водотока.

Бр.	Показатељи квалитета	Класа IV
1	Суспендоване материје при сувом времену (mg/l)	-
*	Укупни суви остатак при сувом времену (mg/l)	-
3	pH вредност	-
4	Растворени кисеоник (mg/l) – не мање од ове вредности	0,5
5	Петодневна биохемнјска потрошња кисеоника (BPK ₅) у mg/l	-
6	Степен сапробности према Либману	-
7	Степен биолошке продуктивности (само за језера):	-
8	Највероватнији број колиформних клица у 100 ml воде	-
9	Видљиве отпадне материје	без
10	Приметна боја	-
11	Приметан мирис	-

Табела 20.1 MMDK за IV категорију водотока

На основу претходног, у наставку се даје прорачун потребног степена пречишћавања по параметру органског оптерећења - BPK₅, за водотоке IV категорије, према домаћим и европским прописима.

Тип насеља	C _{OV} (mg/l)	Домаћа регулатива	Европска регулатива		
		IV кат.	C _{PR.OV} (mg/l)	Према C	Према PSP
		C _{REC}		PSP (%)	PSP (%)
Градско	260	*	25	90,4	70-90
Приградско	260	*	25	90,4	70-90
Сеоско	321	*	25	92,2	70-90

Табела 20.2 Потребан степен пречишћавања органског оптерећења BPK₅

C_{REC} – допуштена концентрација разматране материје у реципијент (mg/l)

C_{OV} – концентрација разматране материје у топадним водама (mg/l)

C_{PR.OV} – концентрација разматране материје у пречишћеној води (mg/l)

Као што се види, у домаћим прописима за IV категорију водотока нема ограничења, док је према Европској директиви потребан степен пречишћавања исти за обе категорије.

21.0.0 ПРОРАЧУН

На основу података из табеле 21.1 може се видети да за 2030. годину пројектовани број еквивалентних становника износи око:

- за целу општину _____ 71000 ES
- градско и приградско подручје _____ 47000 ES
- сеоско подручје _____ 24000 ES

Специфична потрошња воде се може усвојити из табеле 21.1 при чему имамо податке о броју становника.

Табела 21.1	
Број становника	Специфична потрошња воде
<5000	150
5000-10000	180
10000 - 50000	220
50000 - 250000	250
>250000	300

Табела 21.1 Специфична потрошња воде у односу на број становника

$$q_{sp} := 220 \frac{l}{st \cdot dan}$$

Потребно је усвојити редуковани број сати из табеле 21.2

Табела 21.2	
τ	ES
10	до 1000
12	1000 - 5000
14	5000 - 10000
16	10000 - 20000
18	20000 - 100000

Табела 21.2 Редуковани број сати у зависности од броја еквивалентних становника

$$\tau := 18 \frac{h}{dan}$$

Одређивање средњег протока отпадне воде:

$$Q_{sr} := \frac{ES \cdot q_{sp} \cdot 24}{\tau \cdot 1000} \quad Q_{sr} = 2.083 \times 10^4 \quad \frac{m^3}{dan}$$

Димензионисање базена за аерацију

Специфично органско оптерећење: $C_{specific} := 0.06 \quad \frac{kg}{st \cdot dan}$

Укупно органско оптерећење у току једног дана

$$C_{ukupno} := C_{specific} \cdot ES \quad C_{ukupno} = 4.26 \times 10^3 \quad \frac{kg}{dan}$$

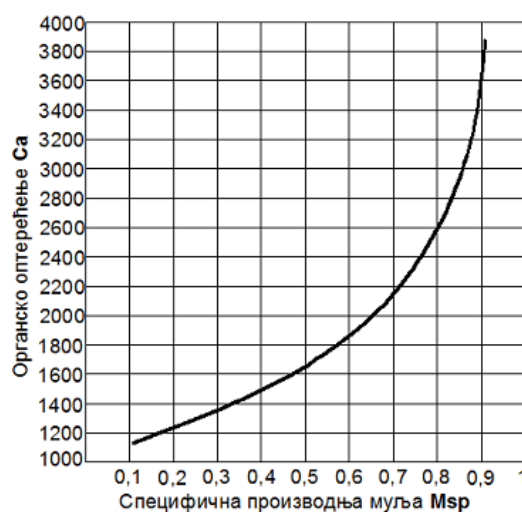
Издвојено органско оптерећење у поступку примарног таложења

$$C_i := \frac{C_{ukupno}^{25}}{100} \quad C_i = 1.065 \times 10^3 \quad \frac{kg}{dan}$$

Органско оптерећење у аерационом базену

$$C_a := C_{ukupno} - C_i \quad C_a = 3.195 \times 10^3 \quad \frac{kg}{dan}$$

Специфична производња муља се одређује из дијаграма (слика 21.1) на основу добијеног органског оптерећења.



Слика 21.1 Одређивање M_{sp} у зависности од органског оптерећења C_a

$$M_{sp} := 0.87$$

Оптерећење муљем

$$M_o := 4 \frac{\text{kg} \cdot \text{SM}}{\text{m}^3}$$

Производња муља

$$M_p := C_a \cdot M_{sp} \quad M_p = 2.78 \times 10^3 \frac{\text{kg} \cdot \text{SM}}{\text{dan}}$$

Запремина базена за аерацију

- коефицијент органског оптерецења

$$V_b := \frac{C_a}{M_o \cdot \mu} \quad V_b = 7.987 \times 10^3 \text{ m}^3$$

Број линија за аерацију се усваја

$$n := 2$$

Запремина једне линије

$$V_l := \frac{V_b}{n} \quad V_l = 3.994 \times 10^3 \text{ m}^3$$

Дубина базена за аерацију се усваја

$$H := 6 \text{ m}$$

Ширина једне линије

$$B := H \cdot 2 \quad B = 12 \text{ m}$$

Дужина базена

$$L := \frac{V_1}{H \cdot B} \quad L = 55.469 \quad \text{m}$$

Хидрауличко време задржавања HRT

$$\text{HRT} := \frac{V_b}{Q_{\text{sr}}} \quad \text{HRT} = 0.384 \quad \text{h}$$

Старост муља

$$M_s := \frac{V_b \cdot M_o}{M_p} \quad M_s = 11.494 \quad \text{dan}$$

Димензионисање секундарног таложника

Време задржавања се усваја

$$t_z := 4 \quad \text{h}$$

Укупна запремина таложења

$$Q_{\text{sr.h}} := 868 \quad \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$V_u := Q_{\text{sr.h}} \cdot t_z \quad V_u = 3.472 \times 10^3 \quad \text{m}^3$$

Број потребних таложника се усваја

$$a := 2$$

Запремина једног таложника

$$V_t := \frac{V_u}{a} \quad V_t = 1.736 \times 10^3 \quad \text{m}^3$$

Зона бистрења

$$h_1 := 0.5 \quad \text{m}$$

Индекс муља се креће у границама од 80 до 150

$$w := 100 \quad \frac{1}{\text{kg} \cdot \text{SM}}$$

Оптерећење чврстим честицама у ганицама од 300 до 450 $\frac{1}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$

$$\lambda := 350 \quad \frac{1}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$$

Хидрауличко оптерећење постројења одређује габарите постављених уређаја у постројењу од улаза у постројење до излаза из постројења.

$$\text{HO} := \frac{\lambda}{w \cdot M_0} \qquad \text{HO} = 0.875 \quad \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$$

Однос повратног муља се усваја

$$\text{OPM} := 1$$

Зона одвајања

$$h_2 := \frac{h_1 \cdot \text{HO} \cdot (1 + \text{OPM})}{1 - \left(\frac{w \cdot M_0}{1000} \right)} \qquad h_2 = 1.458 \quad \text{m}$$

Зона сакупљања

$$h_3 := \frac{0.45 \cdot \lambda \cdot (1 + \text{OPM})}{500} \qquad h_3 = 0.63 \quad \text{m}$$

Зона одвајања

Време згушњавања на дну таложника

$$t_{dt} := 1.2 \quad h$$

$$h_4 := \frac{\lambda \cdot (1 + OPM) \cdot t_{dt}}{300 \cdot t_{dt} + 500} \quad h_4 = 0.977 \quad m$$

Минимална потребна дубина таложника

$$h := h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad h = 3.565 \quad m$$

Усвојена дубина таложника

$$H_t := 7 \quad m$$

Површина таложника

$$A := \frac{V_t}{H_t} \quad A = 248 \quad m^2$$

Пречник таложника

$$D := \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \quad D = 17.77 \quad m$$

Провера усвојених величина

Хидраулицко оптерећење

$$\text{НО} := \frac{Q_{\text{sr.h}}}{4 \cdot A} \quad \text{НО} = 0.875$$

Оптерећење муља

$$\text{ОМ} := \frac{Q_{\text{sr.h}} \cdot M_o}{4 \cdot A} \quad \text{ОМ} = 3.5$$

Уклањање ВРК и суспендоване материје SS

Примарно таложење

Билошка потрошња кисеоника на улазу у примарни таложник (пдатак узет из водовода)

$$\text{ВРК}_u := 260 \quad \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

уклањање БПК

$$\text{ВРК}_a := \text{ВРК}_u - \frac{\text{ВРК}_u \cdot 35}{100} \quad \text{ВРК}_a = 169 \quad \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

$$\text{ВРК} := \text{ВРК}_a$$

Суспендоване материје на улазу у примарни таложник
Уклањање SS

$$\begin{aligned} \text{SS}_u &:= 240 \quad \frac{\text{mg}}{\text{l}} \\ \text{SS}_a &:= \text{SS}_u - \frac{\text{SS}_u \cdot 50}{100} \quad \text{SS}_a = 120 \quad \frac{\text{mg}}{\text{l}} \\ \text{SS} &:= \text{SS}_a \end{aligned}$$

Биолошка аерација

$$\text{BPK}_5 := 0.5 \cdot \text{BPK} \qquad \text{BPK}_5 = 84.5 \quad \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{MLSS} := \text{SS}_a \cdot V_b \qquad \text{MLSS} = 9.585 \times 10^5 \quad \text{kg}$$

Однос хране према микроорганизмима F/M

$$\frac{\text{BPK}_5 \cdot V_b}{\text{MLSS}} = 0.704$$

Процентуално уклањање BPK

Биолошка потрошња кисеоника на излазу

$$\text{BPK}_i := 30 \quad \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

$$\text{BPK}_{\%} := \frac{\text{BPK}_u - \text{BPK}_i}{\text{BPK}_u} \cdot 100 \qquad \text{BPK}_{\%} = 88.462 \quad \%$$

Процентуално уклањање SS

Суспендоване материје на излазу

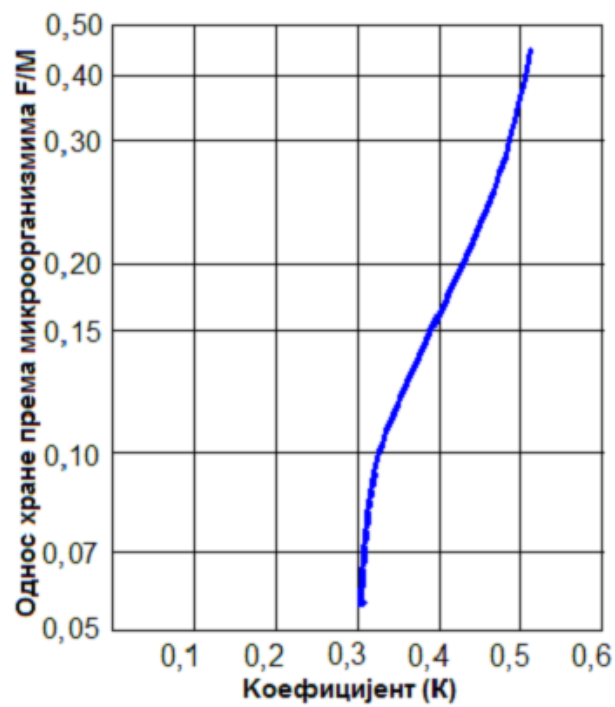
$$\text{SS}_i := 30 \quad \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

$$\text{SS}_{\%} := \frac{\text{SS}_u - \text{SS}_i}{\text{SS}_u} \cdot 100 \qquad \text{SS}_{\%} = 87.5 \quad \%$$

Повратни муљ

Коефицијент K се одређује из дијаграма (слика 21.2) на основу односа F/M

$$K := 0.54$$



Слика 21.2 Одређивање коефицијента K на основу F/M

$$SS_m := K \cdot BPK_a \qquad SS_m = 91.26 \quad \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

$$W_s := SS_m \qquad W_s = 91.26 \quad \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

Уклањање азота

Примарно таложење

$$t_p := 2 \text{ h}$$

Проценат уклањања органског азота

$$Z_p := \frac{BPK_u \cdot t_p}{100} \quad Z_p = 5.2 \%$$

Уклањање органског азота

$$N_{organicu} := 13 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \text{усваја се}$$

$$N_{organica} := N_{organicu} - \frac{SS_a \cdot Z_p}{100} \quad N_{organica} = 6.76$$

Биолош ки поступак

Проценат уклањања органског азота

$$Z_z := \frac{BPK_a \cdot t_z}{100} \quad Z_z = 6.76 \%$$

$$N_{organici} := \frac{SS_i \cdot Z_z}{100} \quad N_{organici} = 2.028$$

Повратни муљ

$$N_{organicm} := \frac{SS_m \cdot Z_z}{100} \quad N_{organicm} = 6.169$$

Одређивање снаге муљне пумпе

Проток рециркулационог муља

$$Q_{SI} := 0.241 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_r := 0.3 \cdot Q_{SI} \qquad Q_r = 0.072 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Специфична учесталост броја обртаја

Број обртаја:

$$n_o := 1200 \frac{\text{o}}{\text{min}}$$

Јединични рад:

$$Y := 180 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$n_q := 333 \cdot \frac{n_o \cdot Q_r^{1.2}}{Y^{\frac{3}{4}}} \qquad n_q = 347.646$$

Запремински степен корисности

$$\eta_Q := \frac{1}{1 + 0.285 \cdot n_q^{\frac{-2}{3}}} \qquad \eta_Q = 0.994$$

Хидраулички степен корисности

$$Q_k := \frac{Q_r}{\eta_Q} \qquad Q_k = 0.073 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$D_{raU+010D} := 1.1 \cdot \sqrt[3]{\frac{Q_k}{n_o}} \quad \text{kW} \quad D_{raU+010D} = 0.043 \quad \text{mm}$$

$$\eta_H := 1 - \frac{0.42}{(\log(D_{raU+010D}) - 0.172)^2} \quad \eta_H = 0.822$$

Степен корисности који узима губитке због трења о спољне зидове кола

$$\eta_R := \frac{1}{1 + \frac{61.55}{n_q^2}} \quad \eta_R = 0.999$$

Механички степен корисности

$$\eta_m := 0.97$$

Укупан степен корисности

$$\eta := \eta_Q \cdot \eta_H \cdot \eta_R \cdot \eta_m \quad \eta = 0.792$$

Снага пумпе

$$\rho := 1000$$

$$P := \frac{\rho \cdot Q_f \cdot Y}{10^3 \cdot \eta} \quad P = 16.422 \quad \text{kW}$$

Потребна снага мотора

$$P_m := 1.2 \cdot P \quad P_m = 19.707 \quad \text{kW}$$

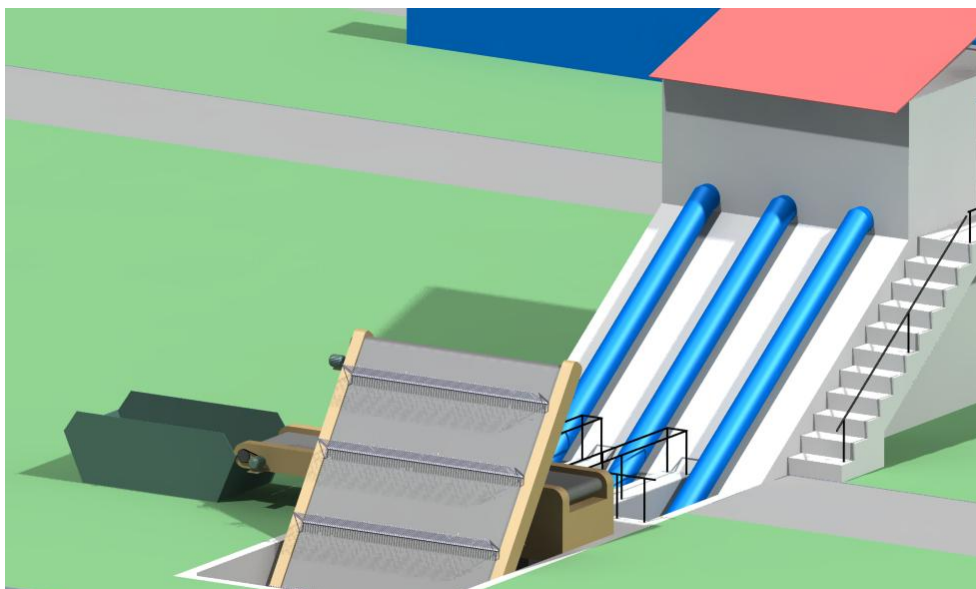
22.0.0 3D МОДЕЛ ИДЕЈНОГ РЕШЕЊА БИОЛОШКОГ ТРЕТМАНА ОТПАДНИХ ВОДА У СМЕДЕРЕВСКОЈ ПАЛАНЦИ

Првим степеном или механичким пречишћавањем обухваћени су објекти за избистравање отпадне воде, тј. издавајуње прво грубих, а после и свих таложљивих и пливајућих нерастворених материја.

Решетка се поставља на улазу у скоро сваки уређај за пречишћавање отпадних вода односно, испред сваке црпне станице чак и за не загађене површинске воде.

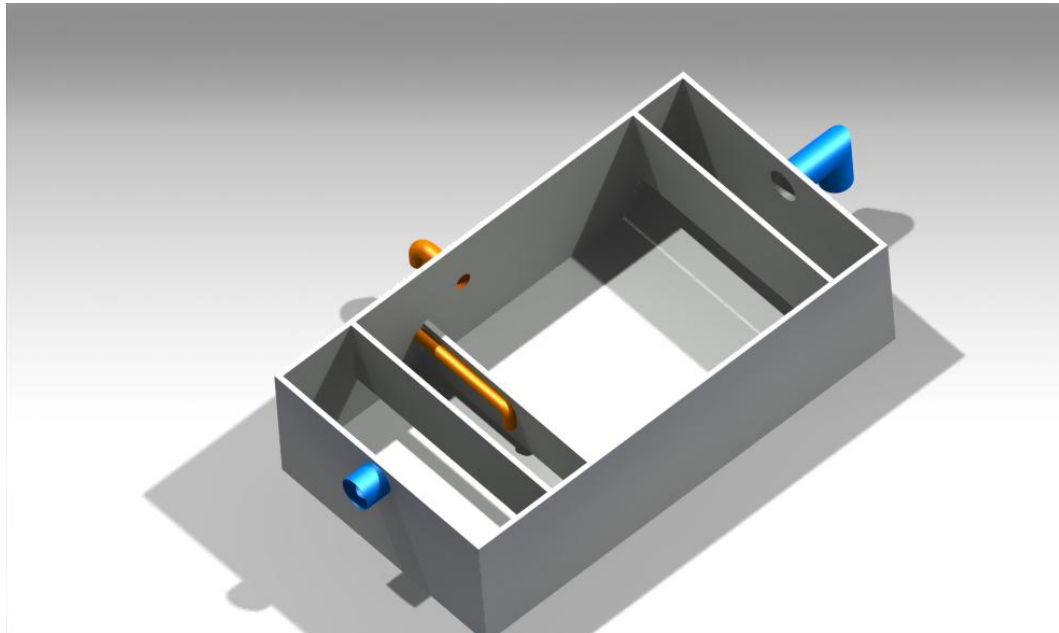


Слика 22.1 Механичка решетка

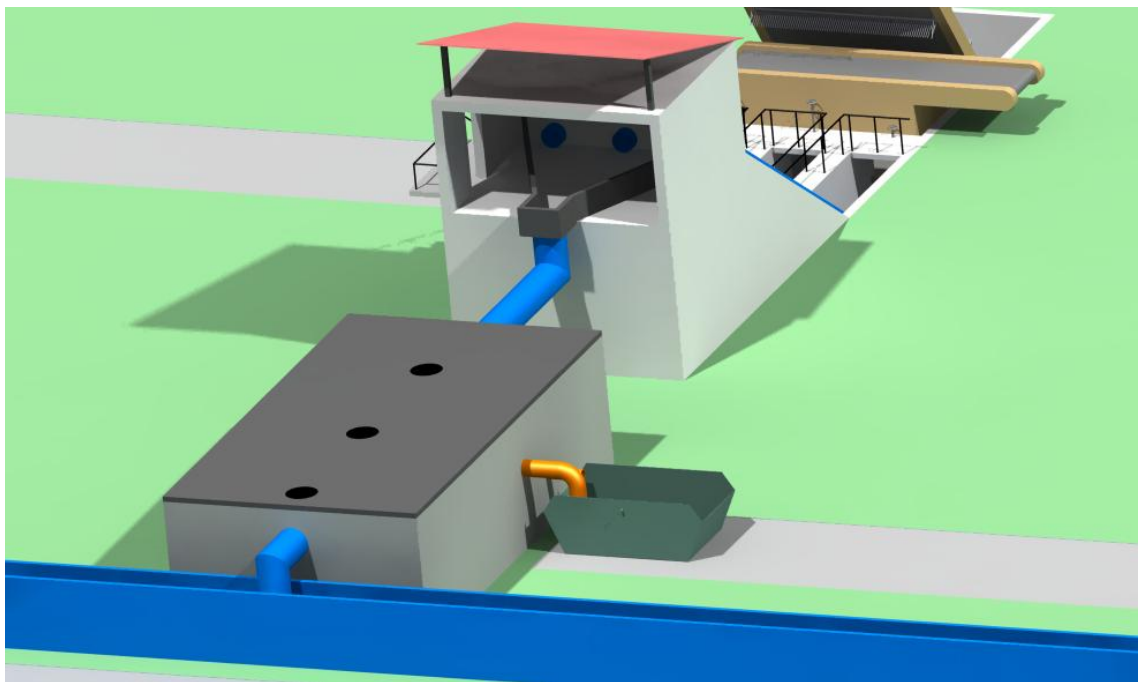


Слика 22.2 Механичка решетка у склопу са црпном станицом

Сепаратор уља и масти решава велики проблем у биолошком пречишћавању отпадних вода. Издвајање масти и уља из воде заснива се на њиховом испливавању услед мање запреминске тежине.

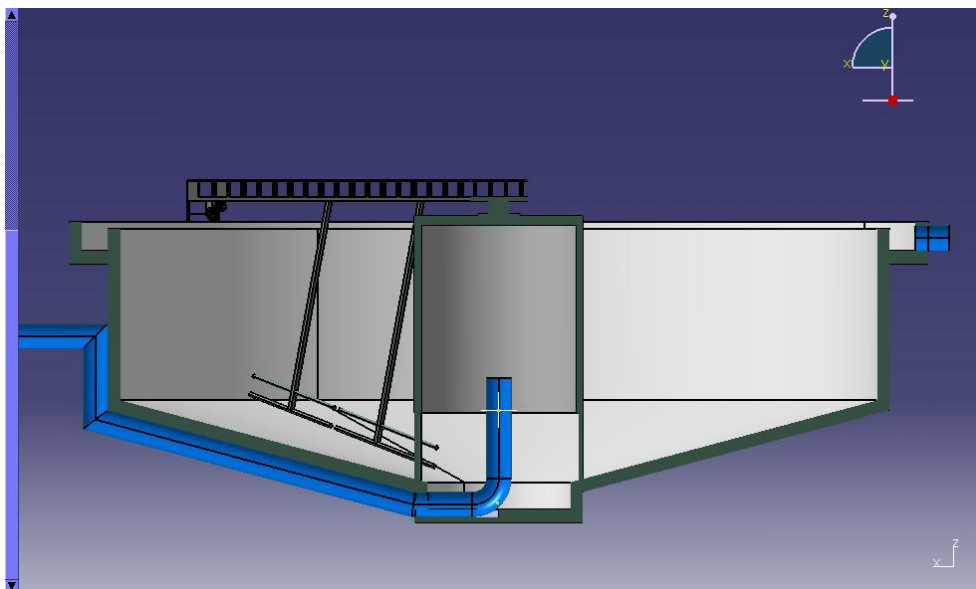


Слика 22.3 Сепаратор уља и масти

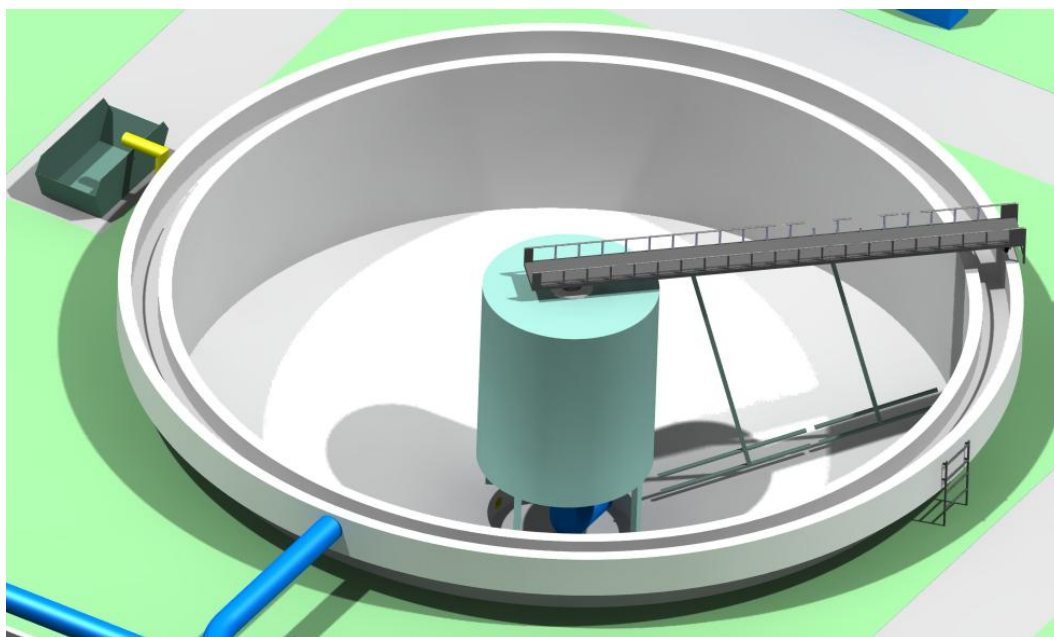


Слика 22.4 Сепаратор уља и масти у систему

Примарни (кружни) таложник се инсталира одмах после сепаратора уља и масти. Ефикасност таложника зависи од његове површине али временом брзина таложења честица није константна већ расте у току падања честица због њиховог успутног лепљења и формирања у крупније пахуљице.

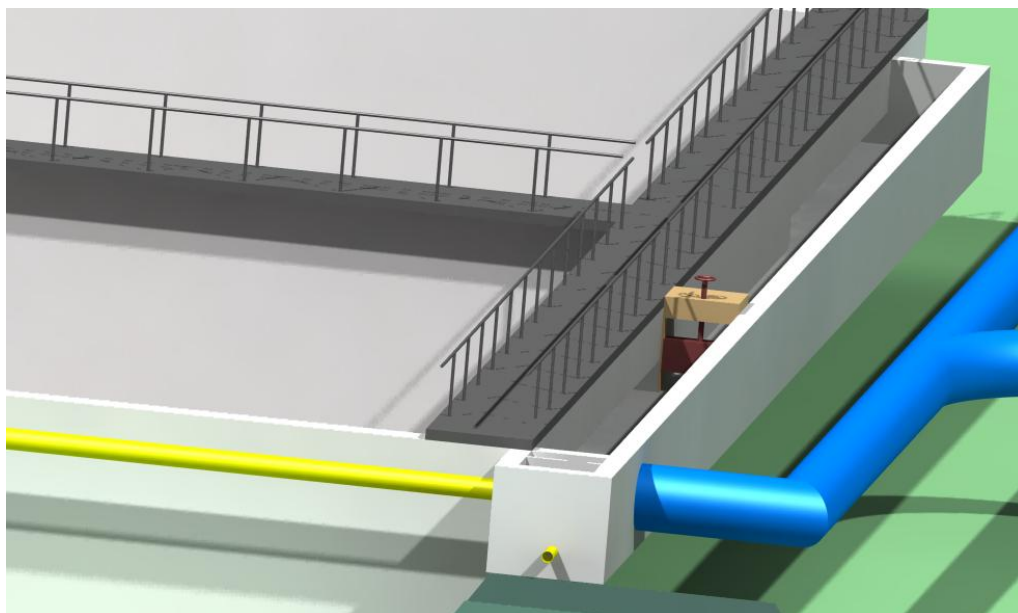


Слика 22.5 Пресек примарног таложника

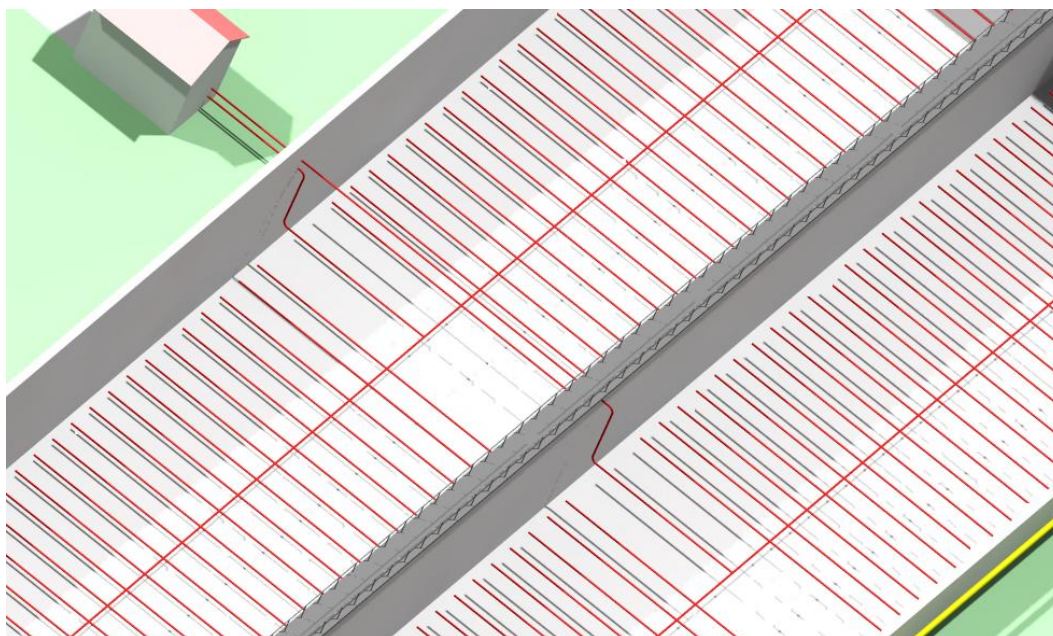


Слика 22.6 Примарни таложник

Аерациони базен представља биолошко пречишћавање предходно исталожене отпадне воде. Процес са активним муљем је пречишћавање у аерисаном базену у којем се растворене и неталожљиве органске материје и друга нечистоћа разграђује и минерализује. Активни миуљ се доводи у базен, меша са отпадном водом једно одређено време и после завршеног процеса муљ се одводи у секундарни таложник.

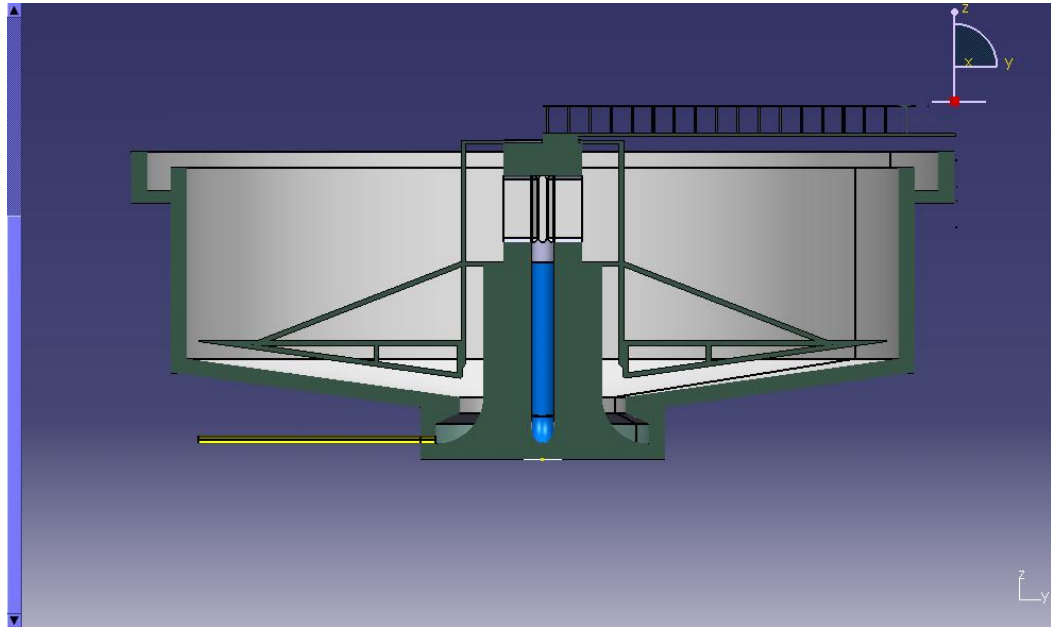


Слика 22.7 Довод у аерациони базен

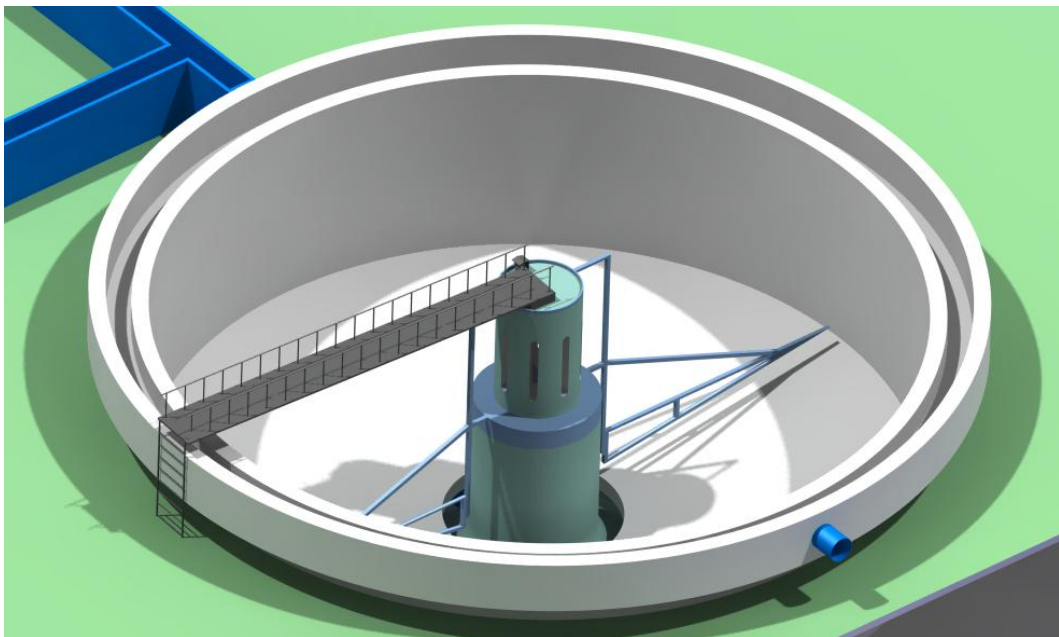


Слика 22.8 Цеви са компримованим ваздухом

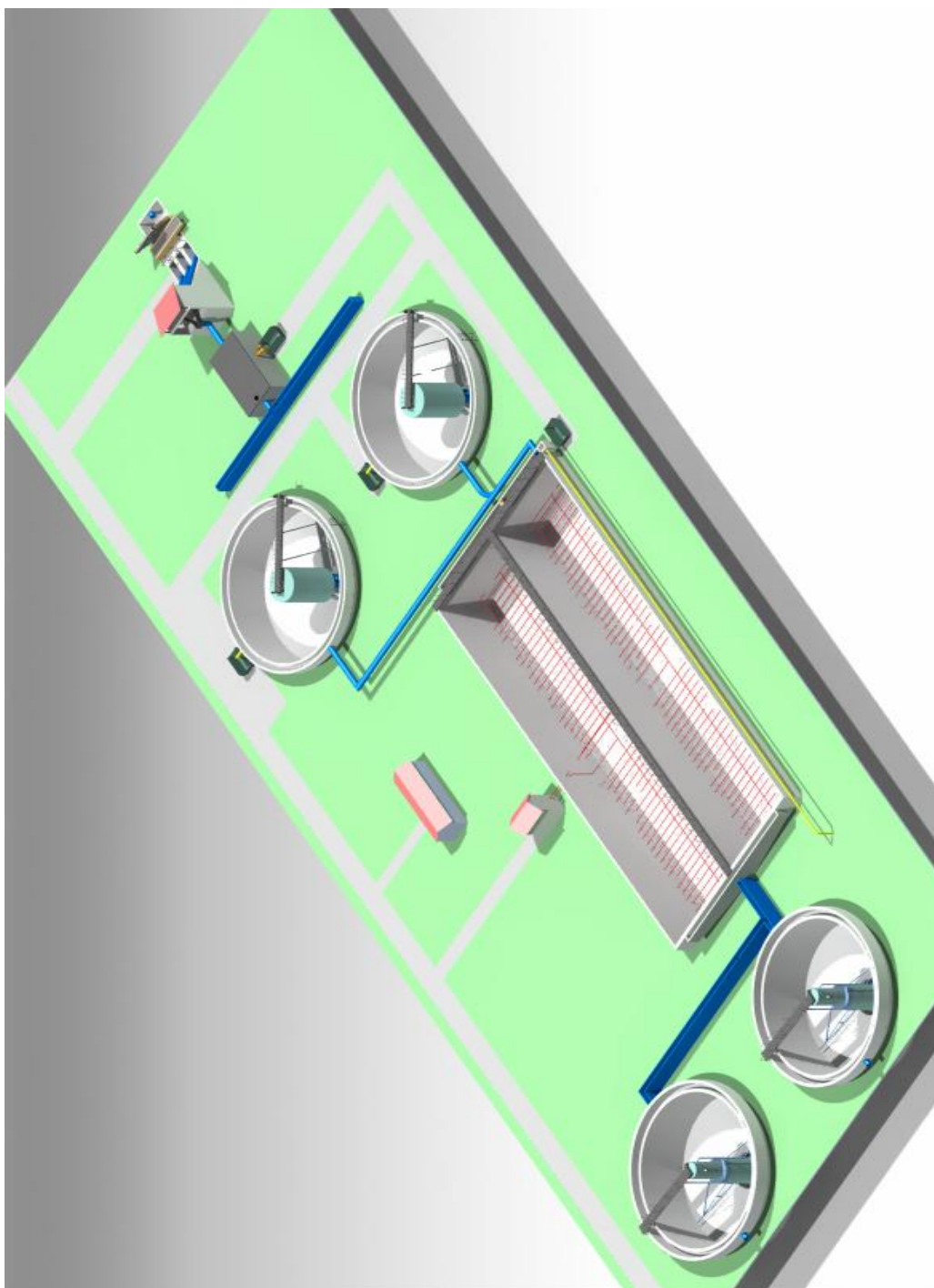
Секундарни таложник се разликује по конструкцији од примарног таложника. Део муља се рециркулише у аерациони базен на поновни третман, а пречишћена вода се испушта у реку.



Слика 22.9 пресек секундарног таложника



Слика 2.10 Секундарни таложник



Слика 22.11 Постројрње за прераду отпадних вода

23.0.0 ТЕХНО – ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА

Висока инвестициона улагања представљају највећи проблем за изградњу постројења за третман отпадних вода. Потребно је водити рачуна приликом пројектовања, да се не предимензионише постројење, не претера са технолошким захтевима који су скупи, да се постројење може накнадно дограђивати и на још много тога треба обратити пажњу.

Може се грубо одредити колико је потребно инвестирати у једно овакво постројење.

N°	Општина	ОПРЕМА			ГРАЂЕВИНА			УКУПНО
		Капацитет (ES)	Ј.цена (EUR/ES)	Цена (EUR)	Капацитет (ES)	Ј.цена (EUR/ES)	Цена (EUR)	Цена (EUR)
CPPOV	Смед. Паланка	70,000	80	5,600,000	70,000	60	4,200,000	9,800,000

Орјентациона цена постројења за третман отпадних вода у Смедеревској Паланци износи 9 800 000 еура.

24.0.0 ЗАКЉУЧАК

Канализациону мрежу тренутно има само градско подручје Паланке, где се продукује преко 60% укупне количине отпадних вода општине. Нема постројења за пречишћавање отпадних вода и оне се тренутно без икаквог пречишћавања испуштају у реку Јасеницу.

И у осталим насељима се отпадне воде без икаквог третмана упуштају у тло или локалне јаруге. Прикупљање отпадних вода се најчешће врши неадекватно изграђеним септичким јамама са неконтролисаним изливањем, а често се у ту сврху користе и напуштени копани бунари.

Постојећа канализациона мрежа Смедеревске Паланке је сепарационог типа. Међутим, због недовољне изграђености атмосферске канализације, постоји проблем у кишном периоду. Површинске воде се у значајној мери уливају у фекалну канализацију, тако да се јављају и чешћа загушења и плављења нижих делова града. Зато је неопходно интензивирати напоре на изградњи кишне канализације, првенствено у нижим деловима града.

Због постојеће економске ситуације у целој земљи, па и у општини Смедеревска Паланка, постоји извешан број индустријских капацитета који су делимично у функцији или су у фази приватизације. Из тог разлога је продукција отпадне воде из привредних капацитета смањена, али свакако треба спровести детаљну проспекцију ових субјеката и анализирати актуелно стање по питању отпадних вода.

Када се сагледа проблематика рада постојећих постројења за пречишћавање отпадних вода код нас, као и проблематика насеља без постројења за пречишћавање, може се извести закључак да је неопходно приступити одређеној стандардизацији постројења за пречишћавање комуналних отпадних вода у Србији.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Министарство заштите животне средине републике Србије: „Прерада комуналних отпадних вода, технолошко технички приказ и критички осврт рада карактеристичних постојећих објеката, давање оптималног предлога система-објеката за прераду комуналних отпадних вода, са аспекта заштите вода, ваздуха и земљишта, насељених места републике Србије“

[2] Вања Шуштершич: „Технологије и постројења за пречишћавање воде и ваздуха “ скрипта, 2010

[3]<http://www.apeironsrbija.edu.rs/icama2009/Ana%20Kalajdzic%20%20Monitoring%20i%20za%20C5%A1tita%20vodnih%20resursa.pdf>, приступљено 18.4.2012.

[4]http://www.sitzam.org.rs/zm/2011/No1/ZM_52_1_61.pdf приступљено 25.3.2012.

[5]<http://www.apeiron-uni.eu/centar/radovipdf/specijalisticki/novi/jovanovic.pdf> приступљено 28.4.2012.

[6] Генерални пројекат: „Сакупљање, одвођење и пречишћавање отпадних вода насеља Општине Смедеревска Паланка“, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ а.д. Београд, 2007.

[7] Техничар Грађевински приручник, IRO- грађевинска књига- , Београд 1989