



Назив студијског програма: Инжењерство заштите животне средине

Ниво студија: Мастер академске студије

Предмет: Инжењерство заштите животне средине

Број индекса: 301/2017

Наталија Љ. Алексић

**Третман отпадних вода у аутомобилској
индустрији
мастер рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. Професор др Вања Шуштершич, ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да опише производни процес у аутомобилској индустрији и процесе третмана отпадних вода које настају у тим процесима. Кандидат треба да обрати пажњу и на легислативу која важи у Европској унији и Републици Србији у области третмана отпадних вода, а којих се власници аутомобилских индустрија морају придржавати приликом третмана отпадних вода. Посебан нагласак се ставља на опис рада једног постројења за третман отпадних вода у аутомобилској индустрији.

Препоручена литература:

- [1] El-Gohary, F., Abou, I., & Ali, I. (1989). *Wastewater management in the automobile industry*. Water Science & Technology, 21, 225-233.
- [2] Irbagheri M., и Salehi, M. (2006). *Optimization of motor vehicle industries wastewater treatment methods with the aim of heavy metals removal and water reuse in pilot scale*. Journal of Environmental Health Science and Engineering, 3(4), 289-295.
- [3] Metcalf & Eddy (1972). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse – Fourth Edition*. McGraw-Hill.
- [4] Bandela, N., & Puniya P. (2007). *Treatment of paint content in effluents of Automobile industries*. Journal of Environmental Research and Development, 2(3), 426-431.

Крагујевац, октобар 2018.

Ментор:

др Вања Шуштершич, ред. проф.

Резиме рада

Аутомобилска индустрија је један од главних потрошача воде. Она користи велику количину производа на бази уља, затим боје, синтетичке течности и сл. као део процеса производње аутомобила. Употреба ових производа у различитим производним процесима доводи до генерисања отпадних вода, које у зависности од самог процеса могу да садрже различите типове загађења. У зависности од врсте загађења отпадних вода, врше се различити третмани тих вода. Аутомобилска индустрија се суочава са огромним регулаторним изазовима у области животне средине у третирању отпадних вода. Овај рад има за циљ да истакне различите доступне технологије за пречишћавање отпадних вода из аутомобилске индустрије. Тренутно примењене технике обраде отпадне воде се састоје од комбинације различитих метода за постизање елиминације штетних загађујућих материја. Најбоље решење за третман отпадних вода које настају у аутомобилској индустрији подразумева њихово пречишћавање и увођење иновативних технологија уз планиране надоградње на постојећим линијама (изградња Постројења за рецикулацију). На тај начин обезбеђује се рецикулација воде у индустријским процесима, чиме се истовремено смањује колична воде која се узима из окружења и количина отпадних вода које се испуштају из фабричког комплекса и враћају у окружење.

Кључне речи: отпадна вода, аутомобилска индустрија, технологије за пречишћавање отпадних вода, рецикулација воде

Abstract

The automotive industry is a major consumer of water. The automotive industry uses a large amount of oil-based products, paint, synthetic liquids, and a like, as a part of the car manufacturing process. The use of these products in different production processes leads to the generation of wastewater, which, depending on the process itself, may contain different types of pollution. Depending on the type of waste water pollution, different treatments of wastewaters are used. Automotive industries face formidable environmental regulatory challenges in treating their wastewater effluents. The present work aims at highlighting the various available industrial wastewater treatment technologies. The currently used wastewater treatment techniques consist of a combination of different methods for achieving the elimination of harmful pollutants. The best solution for wastewater treatment in the automotive industry involves purifying them and introducing innovative technologies with planned upgrades on existing lines (recirculation plant). In this way, water recirculation in industrial processes is ensured, which simultaneously reduces the quantity of water taken from the aquatic source and the amount of wastewater discharged from the factory complex to the environment.

Key words: wastewater, automotive industry, wastewater treatment technologies, water reuse

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	7
2. ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК У АУТОМОБИЛСКОЈ ИНДУСТРИЈИ	8
2.1 Историја аутомобилске индустрије	8
2.2 Сировине и дизајн аутомобила.....	9
2.3 Процес производње у аутомобилској индустрији	11
2.3.1 Пресерај (енг. Press Shop)	12
2.3.2 Каросерија (енг. Body Shop)	12
2.3.3 Лакирница (енг. Paint Shop)	13
2.3.4 Монтажа (енг. Assembly Shop).....	16
3. ПРОЦЕСИ ТРЕТМАНА ОТПАДНИХ ВОДА У АУТОМОБИЛСКОЈ ИНДУСТРИЈИ..	17
3.1 Садржај отпадних вода у аутомобилској индустрији	18
3.2 Преглед постројења за третман отпадних вода	20
3.2.1 Постојење за пречишћавање отпадне воде.....	21
3.2.1.1 Микробиолошки третман отпадних вода.....	23
3.2.1.2 Мембранско биолошки реактор (енг. Membrane Bioreactor).....	24
3.2.1.3 МББР (енг. Moving bed biofilm reactor)	26
3.2.1.4 РО ситеми - Реверзна осмоза.....	29
3.2.1.5 Третман отпадне воде - рецикулација воде у аутомобилској индустрији ..	32
4. РЕГУЛАТИВА У ЕВРОПСКОЈ УНИЈИ И РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ	35
4.1 Регулација у Европској унији	35
4.1.1 Оквирна Директива о водама.....	36
4.1.2 Директива о индустријским емисијама и Директива о интегралном спречавању загађења и контроли	37
4.1.3 Директива о загађивању узрокованом одређеним опасним супстанцама које се испуштају у акватичну животну средину	38
4.1.4 Директива о третману урбаних отпадних вода	39
4.1.5 Директива о заштити подземних вода од загађења и погоршања квалитета.....	39
4.1.6 Директива о нитритима.....	40
4.2 Регулација у Републици Србији.....	40
4.2.1 Закон о заштити животне средине.....	41
4.2.2 Закон о процени утицаја на животну средину	41
4.2.3 Закон о водама.....	41
4.2.4 Закон о локалној самоуправи.....	42
4.2.5 Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине.....	42

4.2.6 Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање	43
4.2.7 Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање	43
4.2.8 Уредба о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање	43
4.2.9 Правилник о опасним материјама у водама	44
4.2.10 Правилник о начину и условима за мерење количине и испитивање квалитета отпадних вода и садржини извештаја о извршеним мерењима	44
4.2.11 Правилник о Националној листи индикатора заштите животне средине	44
5. ПРИМЕР ТРЕТМАНА ОТПАДНИХ ВОДА ИЗ АУТОМОБИЛСКЕ ИНДУСТРИЈЕ	45
5.1 Основне информације о производњи отпадних вода	45
5.2 Отпадне воде 1	47
5.2.1 Линија за третман отпадних технолошких вода 1	47
5.2.1.1 Егализација.....	48
5.2.1.2 Хемијски третман.....	48
5.2.1.3 Бистрење и евакуација муља	50
5.2.1.4 Рецикулација пречишћене отпадне воде.....	51
5.3 Отпадне воде 2	52
5.3.1 Линија за третман технолошких отпадних вода 2	52
5.3.1.1 Егализација.....	52
5.3.1.2 Хемијски третман.....	53
5.3.1.3 Биолошки третман	54
5.4 Отпадне воде из осталих погона	56
5.4.1 Технолошки поступак пречишћавања отпадних вода из осталих погона.....	56
5.4.1.1 Егализација.....	56
5.4.1.2 Хемијски третман.....	57
5.5 Линија муља.....	58
5.6 Линија складиштења, припреме и дозирања хемикалија	60
5.6.1 Раствор кречног млека	61
5.6.2 Ферихлорид – коагулант	61
5.6.3 Сумпорна киселина	61
5.6.4 Натријум-хидроксид.....	61
5.6.5 Нутријент – Уреа	61
5.6.6 Полиелектролит.....	62

5.7 Мере за унапређење третмана отпадних вода у аутомобилској индустрији	62
5.7.1 Смањење употребе воде у производним процесима.....	63
5.7.1.1 Коришћење кишнице	63
5.7.2 Четири приступа за пречишћавање воде	63
5.7.2.1 Смањење супстанци.....	64
5.7.2.2 Одговарајући третман отпадних вода	65
5.7.2.3 Контрола квалитета пречишћене воде	65
5.7.2.4 Спречавање цурења	66
6. ЗАКЉУЧАК	67
7. ЛИТЕРАТУРА.....	68
8. ПОПИС ИЛУСТРАЦИЈА	71

1. УВОД

Човек је током своје историје непрестано тежио квалитетнијем и лакшем животу и своје тежње је успео да оствари. Паралелно са побољшањем свог начина живота успео је негативно да утиче на животну средину и да поремети природну равнотежу. Из године у годину гомилали су се и занемаривали еколошки проблеми, али се њихово решавање више не сме занемаривати. Данас се на глобалном нивоу нарочито не смеју занемаривати пробелим везани за воду. Вода је саставни део живота на планети, а резерве питке воде се сваког дана све више смањују. Поред неконтролисаног коришћења слатке воде, човек је успео да прекомерним загађивањем додатно угрози њихове резерве.

Загађење воде је контаминација водних система. Главни загађивачи водних система су отпадне воде, док њихову штету, која може да настане, спречавају системи за тртман или обраду отпадних вода. Од посебног значаја су отпадне воде које настају у индустрији. Индустријске отпадне воде настају у фабрикама и индустријским погонима након употребе воде у процесу производње.

Предмет овог рада су отпадне воде које настају у аутомобилској индустрији. У аутомобилској индустрији, у процесима производње аутомобила, генеришу се велике количине отпадне воде, која ако се не третира на адекватан начин може да доведе до стварања великих проблема за животну средину. За разлику од отпадних вода из других индустрија, ове отпадне воде садрже високе концентрације органске и неорганске материје, уља, масти и тешке метале, што би значило да ако се, као такве, испусте у окружење могу да доведу до неповратних штетних ефеката.

Циљ рада је да пружи свеобухватну слику о отпадним водама које се генеришу у аутомобилској индустрији. У раду је дат преглед историје развоја аутомобилске индустрије и развоја покретне траке, а затим је описан процес производње аутомобила. Тек, када се у потпуности разуме процес производње аутомобила, лако се могу идентификовати места настајања отпадних вода и могу се разумети параметри који описују ове отпадне воде. Граничне вредности ових параметара уређује Законска регулатива и ускладу са тим, наведене су и описане регулативе које важе у Европској унији и Републици Србији, а којих се произвођачи аутомобила морају придржавати. Постоје различити начини третмана отпадних вода које настају у аутомобилској индустрији и у раду ће бити објашњени неки од њих. У раду је описан рад једног Постројења за третман отпадних вода у аутомобилској индустрији у свету и дат је предлог мера за унапређење третмана отпадних вода у аутомобилској индустрији.

2. ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК У АУТОМОБИЛСКОЈ ИНДУСТРИЈИ

2.1 Историја аутомобилске индустрије

Да бисмо говорили о технолошким поступцима у аутомобилској индустрији неопходно је да се осврнемо на историју и развој аутомобилске индустрије.

1908. године Хенри Форд је започео производњу аутомобила модела Т. На основу првобитног модела А који је произведен 1903. године, радило се на развоју модела Т и његов развој трајао је пет година. Стварање овог модела довело је до стварања онога што данас познајемо као монтажну линију масовне производње. Ова револуционарна идеја била је заснована на концепту једноставног склапања замењивих компонената. Фордов иновативни дизајн смањио је број потребних делова, као и број квалификованих монтажера, дајући Форду на тај начин огромну предност у односу на конкуренцију.

Фордов први подухват у процесу монтаже односио се на унапређење постоља на којем се израђивало возило. Један монтажер је био у могућности да склопи све секције аутомобила заједно на једном месту. Он је морао да обавља изнова и изнова исту активност на стационарном месту. Да би обезбедио већу ефикасност, Форд је обезбедио да се потребни делови допремају до радних станица онда када је то било потребно (слика 1).

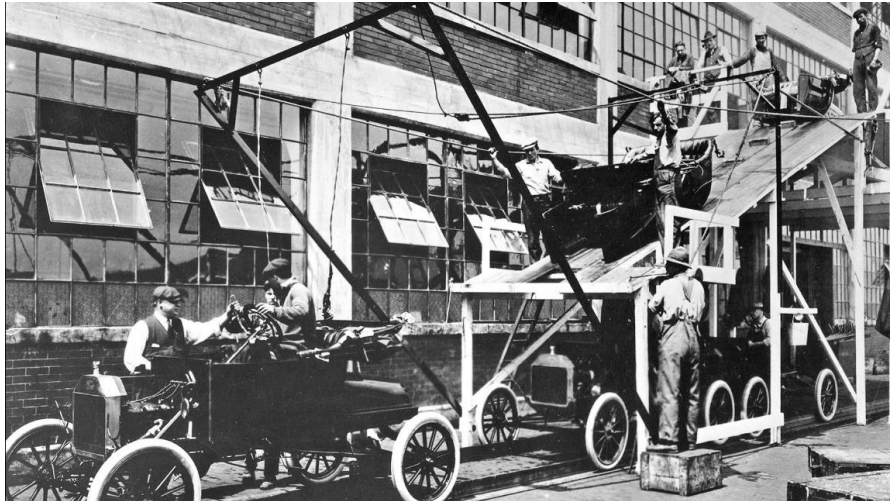


Слика 1. Допремање потребних делова аутомобила до радника

На овај начин, сваком монтажери је требало око 8,5 сати да заврши свој задатак. До тренутка када се модел Т развијао Форд је одлучио да користи вишеструка монтажна постоља са монтажним елементима који се крећу од једне монтажне станице до друге монтажне станице. Свака монтажна станица је изводила одређену функцију [1]. Овај процес је смањио време монтаже за сваког од 8,5 сати на само 2,5 минута, тако што је сваки радник био јасно упознат са својим специфичним задатком.

Форд је убрзо увидео два проблема. Први проблем се односио на дуга кретања радника и делова између станица што је доводило до стварања губитака времена у производном процесу. Други проблем у производном процесу је било загушење које је настајало због различите брзине обављања задатка на станицама (један радник је био бржи у односу на другог и обрнуто). У Детроиту је 1913. године решио овај проблем увођењем прве покретне линије – покретна трака која је померала возило дуж монтажних станица. Форд је скратио задатке монтажера са 2,5 минута на 2 минута. Прва покретна трака састојала се од металне траке на које су причвршћени точићи возила (слика 2). Смањење количне људског напора, који је био потребан за склапање аутомобила, привукла је пажњу

индустријских произвођача широм света. Овај систем допринео је унапређењу организације рада у производњи, а његове најзначајније предности су: рационално коришћење елемената производње, већи степен искоришћења времена, примена специјализације, адекватнија припрема производње, већа количина произведених производа, већа продуктивност рада и др. [2]. Овакав начин производње је као резултат имао невероватно повећање продуктивности уз истовремено знатно снижавање трошкова производње. Због тога је аутомобил који се производио у Фордовој фабрици био неупоредиво јефтинији од свих конкурентских модела.



Слика 2. Покретна трака по којој су кретали аутомобили

Фордова масовна производња возила је аутомобилску индустрију издвајала скоро пет деценија и на крају је овај принцип рада усвојио скоро сваки други индустријски произвођач [3]. Иако су технолошки напредци омогућили многа побољшања модерних начина склапања аутомобила, основни концепт стационарних радника који уграђују делове на возилу, док возила пролазе кроз њихове радне станице, се није драстично променио током година.

Једину праву сигурност у данашњем свету човеку могу пружити знање, искуство и способност.

- Хенри Форд

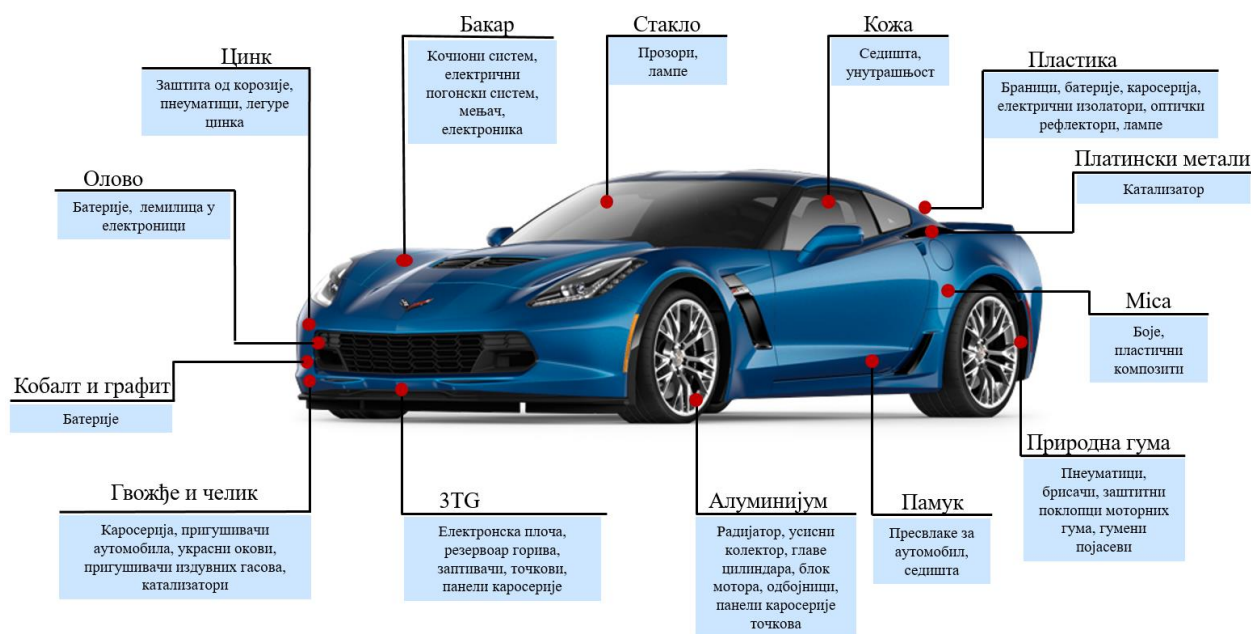
2.2 Сировине и дизајн аутомобила

Аутомобили захтевају широку палету сировина за њихову производњу, укључујући и гвожђе који се користи за челик, алуминијум, стакло, нафтни производи који се користе за производњу пластике, гуме и специјална влакана (Слика 3). Прво, се сировина минира или се на други начин извлачи са земље, а затим, компанија за производњу сировина претвара сировине у материјале који произвођачи могу користити у производњи аутомобила [4]. Ти материјали се тада продају директно произвођачима аутомобила или добављачима ауто делова.

Велики број саставних делова (компонената) улази у процес склапања аутомобила. Поред великих основних „грађевинских“ блокова као што су мотори и мењачи, ту су и унутрашњи делови као што су инструмент табле, седишта и HVAC системи, заједно са свим потребним жицама како би се повезали заједно. Током година, материјали који су коришћени за изградњу ових различитих компонената делимично су се променили, али укупан део онога што иде у аутомобилску производњу остао је углавном исти. У наставку ће бити описани основни материјали који се користе за израду аутомобила и притом чине највећи проценат материјала који улази у састав аутомобила.

Челик - Челик је можда најчешће коришћена компонента у аутоиндустрији. Он чини око 80% тежине просечног аутомобила. Челик је произведен од минираних гвоздених руда (основног сировог материјала). Челик се користи за конструкцију шасије и тела аутомобила, укључујући кров, тело и панеле врата, као и греде између врата. Челик се често користи у производњи пригушивача и издувних цеви [4]. Технолошки напредак током година омогућио је произвођачима аутомобила да користе различите врсте челика које имају различите нивое ригидности. Челик који се данас користи је напреднији и јачи за разлику од челика код старијих модела аутомобила. Типично, данашњи аутомобили имају до 12 различитих врста челика, различите јачине, што их чини сигурнијим и безбеднијим.

Пластика - Нафта и гас су изворне сировине многих пластичних компоненти у аутомобилима. Хемијска предузећа претварају нафтне нуспродукте у пластику. Пластика чини око 50% онога што иде у производњу новог аутомобила. Међу безбројним аутомобилским деловима направљеним од пластике налазе се ручице на вратима, отвор за ваздух, инструмент табла и др.. Карактеристике пластике као што су разноврсност, издржљивост и лакоћа чине пластичне компоненте идеалним материјалом за различите делове. Представљајући више од 7,6% најчешће коришћеног материјала аутомобила, типични аутомобил данас садржи око 260 килограма пластике.



Слика 3. Материјали који се користе за израду аутомобила

Алуминијум – Алуминијум се првенствено због своје прикладности и лагане природе све више користи у производњи аутомобила. 1970. године око 2% алуминијума је улазило у састав новог аутомобила, а данас алуминијум заузима око 15% новог аутомобила. Точкови су обично израђени од алуминијума, а алуминијум је заменио челик и гвожђе у изградњи многих критичних ауто делова, као што су блокови мотора и др..

Гума - Гума је неопходна за аутомобиле, а ауто-индустрија је од суштинског значаја за гумарску индустрију. Гуме је један од најважнијих делова аутомобила. Поред пнеуматика, гума се такође користи за израду бројних ремена, црева и заптивки од критичне важности за функционисање мотора. Као пластика, гума је издржљива и лако се обликује у различите облике. Све у свему, потражња за гумом која потиче из ауто-индустрије чини око 80% укупне производње гуме у свету.

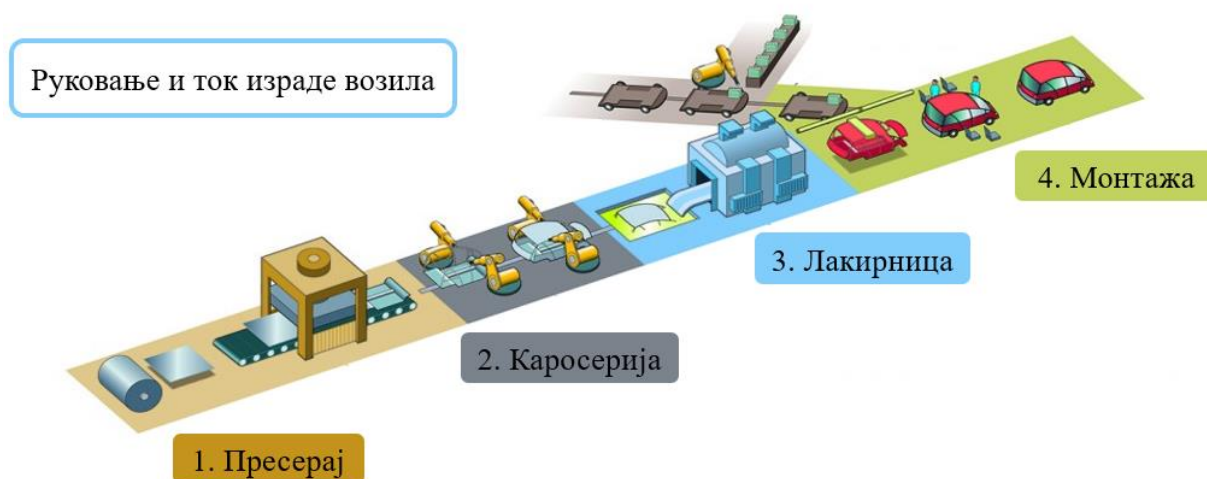
Стакло - Користе се пре свега у ветробранима и прозорима, овај чврст, а у исто време и крхак материјал је међу најскупљим за замену. Делује као штит, пружа заштиту, нарочито на отвореним аутопутевима.

Дизајн аутомобила - Увођење новог модела аутомобила обично траје од три до пет година од оснивања до монтаже. Идеје за нове моделе развијене су како би одговорице на будуће потребе и жеље. Покушај да се предвиди шта ће јавност желети да вози за пет година није мали подвиг, а аутомобилске компаније су успешно дизајнирале аутомобиле који одговарају укусима јавности. Уз помоћ рачунарске опреме за дизајн, дизајнери развијају основне концепте цртежа који им помажу да визуелизују изглед предложеног возила [4]. На основу ове симулације они затим праве моделе од глине које проучавају стручњаци. Аеродинамички инжењери, такође прегледају моделе, проучавају параметре ваздушног тока и изводе студије изводљивости за тестове судара. Тек након што су сви модели прегледани и прихваћени, дизајнерима алата се дозвољава да започну изградњу алата који ће производити компоненте у новом моделу.

2.3 Процес производње у аутомобилској индустрији

Аутомобилска индустрија је грана индустрије која се бави пројектовањем, развојем, производњом, маркетингом и продајом моторних возила. Комплекс аутомобилске фабрике је инфраструктурно опремљен и повезан на системе електродистрибуције, водовода и канализације. У комплексу аутомобилске индустријске налазе се типични индустријски објекти који су карактеристични за њу: Пресерај, Лакирница, Каросерија, Монтажа.

Међутим, треба имати на уму да се у појединим аутомобилским комплексима налазе и други објекти који се баве производњом одређених компонената који улазе у састав возила, као што су: објекти за производњу металних делова (склопови мотора, мењача, издувни системи), објекти за израду пластичних компонената (браници, копче и сл.), објекти за електроинсталације, објекти за израду унутрашњег ентеријера (седишта, плафони и сл.).



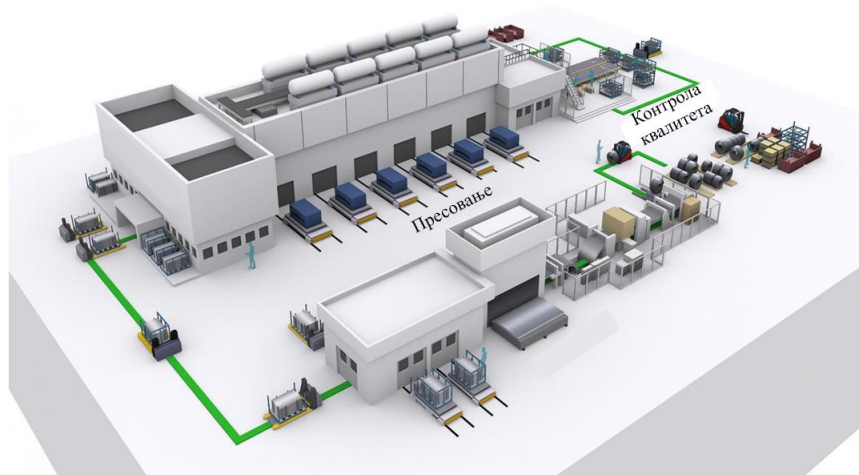
Слика 4. Основне јединице за производњу аутомобила

Због тога, постоји много различитих производних процеса који се користе за производњу возила. Сви ови производни процеси стварају велике количине отпада [5].

За производњу аутомобила већина фабрика у свету садржи четири основне јединице (објекта) у којима се одвијају горе наведени процеси и то су: Пресерај, Каросерија, Лакирница и Монтажа (слика 4). У склопу фабрике се такође налазе друге целине које су неопходне за обављање основних активности и нормално функционисање фабрике: магацини, канцеларијски простор, постројење за третман отпада и отпадне воде, канине за ручавање и сл..

2.3.1 Пресерај (енг. Press Shop)

У овој јединици се обавља производња делова за возило (слика 5). У оквиру јединице Пресераја подразумевају се операције сечења и склапања. Производња делова за возило почиње допремањем изузетно тешким ролнама од челичног и алуминијумског лима, такозваних калемова. Калемови лима могу бити допремљени у таблама одговарајућих димензија од стране добављача, али се такође могу накнадно сећи на одговарајуће димензије.



Слика 5. Пример процеса рада у јединици Пресерај

Први корак у производном процесу је припрема сировог челика који ће се користити за производњу возила. Челик долази у огромним 45-тонским ролнама. Након тога, челик се сече и формира се у облицима који су потребни за формирање појединачних компоненти које ће се касније спојити (заварити) да би се формирало тело аутомобила. Пре обликовања челика, он се примпрема. Сваки челични котур се испоручује на машину, која га развија, тако да је табла челика потпуно равна. Челик се затим сече на листове или табле који ће касније представљати основу структуру аутомобила [6]. У Пресерају постоји велики број различитих машина, које се опремају специфичним шаблонима за обраду метала, који дају сваком комаду челика јединствени облик. Машине раде притиском на челик између алата за обликовање до притиска од 3 500 тона. Када велике пресе раде истовремено, нове табле дужине до два метра могу се направити скоро сваке секунде. Обзиром да су машине изузетно велике и да је притисак огроман, честице прашине које настају у току процеса производње могу угрозити квалитет челика. Челик који се користи у производном процесу није исти: варира у дебљини, ширини, снази и тежини, као и према томе где ће се користити. Неки од најлакших челика су у ствари најјачи и користе се како би смањили тежину возила. Особине сваког типа челика одређују процес и брзину којом се формирају делови. Готове табле, исеченог лима се ређају у стубове – једна на другу, одакле се редовно шаљу до следеће једнице – Каросерије.

2.3.2 Каросерија (енг. Body Shop)

Каросерија представља јединицу у којој се делови који настају у Пресерају заварују и врши се њихово спајање у тело аутомобила, односно „каросерију“ (слика 6). Основна делатност ове јединице је да прецизно склопи неколико стотина појединачних делова направљених од челика и алуминијума, различитих величина и дебљина, до коначног облика аутомобила. У зависности од захтева возила, осим челика и алуминијума, уграђују се некада и композити угљеника и влакна. У оквиру ове јединице налазе се различите станице како би се обезбедило склапање подсклопова и комплетирање каросерије. На тим станицама постављени су ручни и аутоматски заваривачки пунктови. На станицама се

поред заваривања, врши такође и лемљење, завртање и лепљење. Већина модерних робота обавља ове озбиљне и сложене радове са максималном прецизношћу, док високо квалификовани запослени контролишу рад робота и машина.

Тело аутомобила се састоји од шасије, стране, пода, крова и вешања. У каросерији, пресоване плоче су заварене заједно како би се направила каросерија. Свакој каросерији се даје ознака идентитета. Иако се процес заваривања може јавити директно, у питању је комплексан процес. Да би се остварио дефинисани задатак, Каросерија комбинује рад људи и примену прецизних најнапреднијих машина.



Слика 6. Процеси у јединици Каросерија

У најједноставнијем облику, јединица Каросерија се може поделити на два дела - станице за заваривање са квалификованим људима и оне станице на којима раде машине, односно роботи. Обе станице окупљају појединачне челичне компоненте како би створиле нову каросерију. Компоненте су изграђене у подсклоповима, који се спајају да би креирали аутомобил. Производна линија Каросерије се састоји од једне главне линије на коју долази значајан број мањих линија. Главна линија носи тело возила (каросерију), а мање линије допремају потребне делове за његово склапање. У оквиру овог система кључно је да делови стигну на главну линију у правом тренутку.

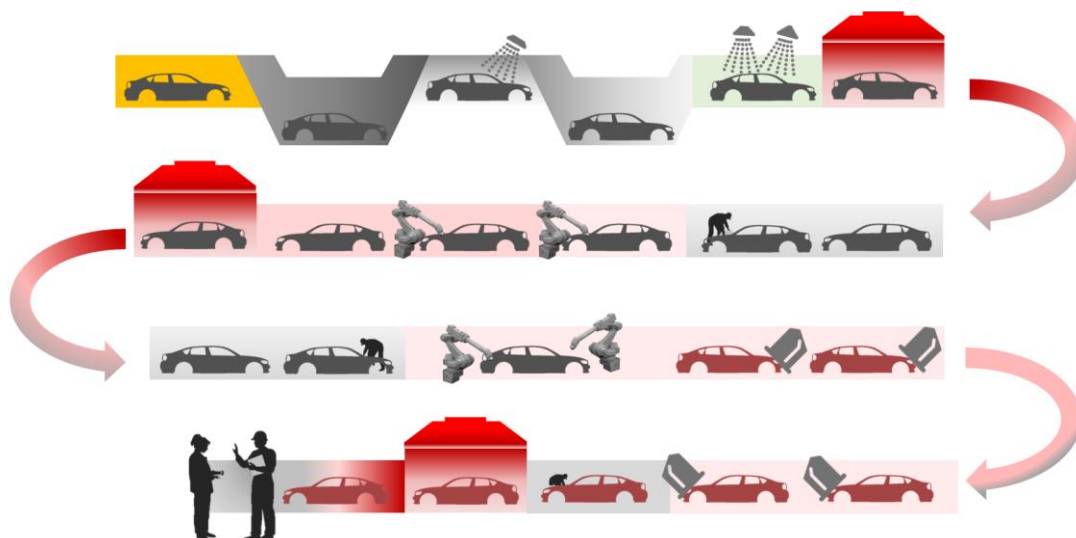
Изградња каросерије почиње на месту где се панели спајају и где настаје шасија њиховим спајањем. Сваки аутомобил захтева хиљаде засебних заваривања, а свака од ових веза има другачију сврху. Неки обезбеђују чврстоћу на шасији, док други представљају тачке за причвршћивање шарки или других панела. Због ових варијација, сваки завар је индивидуално пројектован, користећи различите дебљине, температуре и технике. Заваривање се врши најчешће методом тачкастог заваривања. У Каросерији су такође инсталиране и станице за аутоматско наношење лепкова на каросерију. Након тога врши се монтажа блатобрана, врата, хаубе и поклопца пртљажника. Изградња сложених делова, као што су врата, најчешће врши део тима људи, а не роботи. У свакој фази конструкције возила обављају се провере и инспекције производа, али и провере машина и људи. Грешке се идентификују и исправљају одмах, тако да се несавршености не преносе даље низ линију. Када се каросерија комплетира шаље се даље у Лакирницу. У Каросерији се јављају разна испарења на местима заваривања и ова испарења се одводе у атмосферу.

2.3.3 Лакирница (енг. Paint Shop)

У овој јединици врши се лакирање каросерије путничких возила након процеса у јединици Каросерије. Коришћењем хемијских, електрохемијских и технолошких поступака се врши бојење каросерије. У јединици Лакирнице одвијају се сложени процеси као што су хемијска припрема, катафоретска заштита, наношење изолације и бојење каросерије

основном и покривном бојом (слика 7). Потребно је одређено време за третирање сваког појединачног возила.

Хемијска припрема подразумева прскање и потапање шкољки у каде и њихово третирање хемијским средствима. Процес подразумева пролазак каросерије кроз низ када које су дизајниране тако да спрече појаву корозије. Ово потапање шкољке чисти и припрема метал шкољке за фарбање и пружа заштиту у областима који су подложни корозији и оштећењима. Шкољка пролази кроз фазе одмашћивања, прања, активације, прања, третирања фосфатом и на крају се врши пасивизација [6]. Третирање шкољке фосфатом представља основу за трајну заштиту од корозије. Јавља се хемијска реакција између раствора (фосфата) и површине метала (шкољке) и на тај начин добија се превлака која штити возило од корозије.



Слика 7. Процеси фарбања аутомобила у јединици Лакирница

Све ове операције се у аутомобилској индустрији одвијају аутоматски. Начин на који је уређена јединица Лакирнице и на који начин се одвијају процеси у њој варира од фабрике до фабрике. Време боравка шкољки у кадама је тачно одређено. У лакирници се посебно води рачуна о тачним концентрацијама растварача који се користе у процесима лакирања аутомобила. У процесу хемијске припреме долази до испаравања, приликом чега се сва пара одводи у спољашњу средину.

Шкољке које долазе са хемијске припреме потапају се у каду која садржи раствор пигмената и везива. Када је изолована од електричног поља. Следећи процес је катафореза. Највећи проблеми код бојења су тешко доступни делови или неприпремљене површине и зато се примењује катафореза. Процес катафорезног лакирања састоји се од потапања шкољке у каду са бојом која је повезана са негативним полом генератора. У кади се налазе уроњене електроде спојене на позитиван електричан набој. У овом процесу честице мигрирају ка одређеном полу под дејством електричне енергије. Обзиром да се користи вода за раствор значајно се смањује емисија полутаната. У овом процесу се на шкољку наноси филм заштитне боје.

Катафореза данас представља једну од најнапреднијих производних технологија примене основних боја са високим степеном заштите од корозије метала. Управо највећи допринос развоју технологије катафорезе има аутомобилска индустрија, где је нагласак на антикорозивној отпорности каросерије и других компоненти [7]. На изласку из каде постављене су водене завесе за испирање, где се користи ултрафилтрат раствора из процеса катафорезе, добијен из модула за ултрафилтрирање, који има задатак да одваја чврсти честице боје од растварача, воде и остале нечистоће мале молекуларне тежине кроз низ полупропустљивих мембрана. Фаза испирања има задатак да отклони остатке пене и друге

нечистоће из каде за катафорезу. Шкољка се даље испира проласком кроз водене завесе које се напајају деминерализованом водом и у којима се отклањају сви остаци из претходног процеса.

Након процеса катафорезе шкољке се преносе у пећ за очвршћавање филма боје. Приликом очвршћавања повишеном температуром долази до полимеризације катафоретског слоја како би филм постао компактан и отпоран, односно елиминишу се остаци воде, растварача, испарљиве материје настале реакцијом полимеризације.

Наношење основне боје (међупремаз) се врши након наношења заштите на тело возила. На телу возила се овим поступком постиже глатка површина, покривајући мања оштећења која су се јавила у претходним фазама, стварајући хомогену површину и добру основу за наношење завршног слоја боје. Након ручног уклањања свих нечистоћа са површине шкољке она се доводи у кабину за наношење основне боје [8]. Када се заврши наношење слоја основне боје, шкољка се уводи у комору (каду) за сушење где се на температури од 40°C до 55°C боја шири и испарава део растварача. У кабинама се води рачуна о влажности и температури ваздуха. Након наношења слоја основне боје шкољка се отпрема у пећ за печење боје где боја очвршћава. Када се нанесе слој основне боје шкољка се отпрема у пећ. У пећима за печење боја се полимеризује, постаје чврста и компактна. У овој фази из боје се уклања вишак воде, растварача и испарљивих компоненти. Температура у пећима за печење се креће од 130 °C – 200 °C. Када се једном охлади, свако возило пролази кроз прву проверу квалитета Лакирнице. Ово се одвија под снажним флуоросцентним светлима, што олакшава препознавање несавршености.

Наношење завршног (површинског) слоја боје поред декоративног ефекта и сјаја, треба да буде водоотпоран, да има потребну еластичност и тврдоћу и да је отпоран на реактивне материјале са којима се може сусрести у окружењу. Боје завршног слоја могу се наносити у једном слоју или у два слоја. Завршни слој може да се наноси аутоматски, док се на тешко доступним местима и на појединим унутрашњим површинама наноси ручно. Као и у претходном случају параметри који утичу на лакирање су влажност ваздуха и температура па је због тога неопходно водити рачуна о њиховим вредностима.

Након наношења боје, шкољка се још једном односи у комору за сушење па у комору за печење. Сврха коморе за сушење је да боја отпусти и да се омогући испаравање разређивача, пре увођења у пећ за печење боје, јер нагло испаравање разређивача у пећи може довести до појаве мехурића и ситних шупљина у боји. Температура у сушари је 50°C-60°C. При печењу завршни слој боје полимеризује и очвршћава, уз елиминисање заостале влаге, разређивача и осталих испарљивих материја. Очвршћавање завршног слоја боје одвија се на температури од 140°C-150°C.

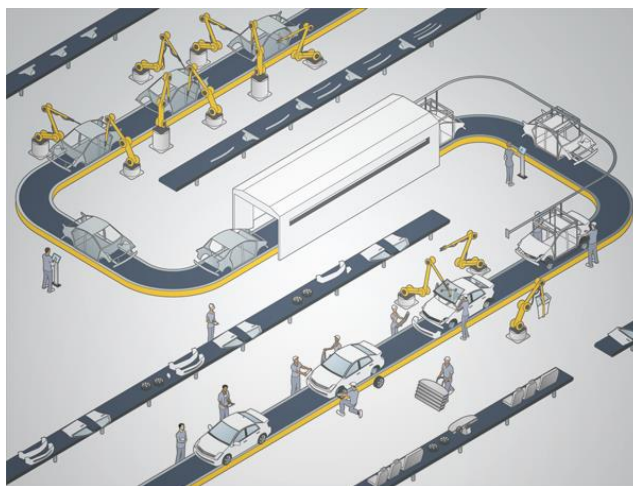
Пре него што се шкољка пошаље у следећу јединицу она пролази кроз две контроле квалитета. Прва провера је провера којом се проналазе сви мањи дефекти који се одмах могу исправити. Други интензивнији преглед врши се пре него што се обојена шкољка пошаље у монтажу. Завршна обрада (финализација) – на возилу које је комплетирано након монтаже, уколико се уоче дефекти захтева се нова интервенција бојења, возила се такође шаљу у зону за дораде боје.

У лакирници је чистоћа једно од најважнијих питања. Одржавање чистог окружења, без прашине, је од пресудне важности за квалитет и конзистентност сваког аута за лакирање. Радници су у обавези да носе одговарајућу заштитну униформу и да воде рачуна о радном окружењу. Испарења која настају у процесу лакирања најчешће се шаљу каналима ка системима за постсагоревање, где све загађујуће материје сагоревају (оксидишу) пре него што се прецишћењи ваздух испусти у окружење.

2.3.4 Монтажа (енг. *Assembly Shop*)

Монтажа представља последњу фазу производње возила. Овде се врши опремање аутомобила уградњом свих електричних делова, седишта, точкова и сл. (слика 8). У основи, процес монтаже чине следеће фазе: истовар возила, распакивање и складиштење делова, манипулација деловима, припрема подсклопова, монтажа, монтажа аутомобила, завршни пријем и отпрема аутомобила.

Задовољство током вожње, у суштини, је одређено тачном координацијом набројаних компоненти. Када прође кроз ову фазу возило је на сопственим точковима. Последњи делови су постављени и мотор се по први пут покреће. Након бројних тестова, ново возило се скида са линије. Након извршених завршних проба, у случају да је установљен неки недостатак возило се упућује у зону дораде у којој је могуће извршити неопходне поправке: механичарске дораде, браварско-електричарске дораде, лакирске дораде, комплетирање аутомобила. Из радионица завршне дораде аутомобил се одвози у зону где се врши провера заптивености аутомобила (проба на кишу) [9]. Уколико се при провери установи да је заптивеност добра врши се пријем аутомобила. Из зоне пријема аутомобил се одвози на плац комплетних аутомобила одакле се отпрема продајно сервисним организацијама.



Слика 8. Процес монтаже

Велики број процеса у аутомобилској индустрији, као што су предтретмани, лакирање аутомобила, расхладни уређаји и слично, захтевају велику количину дејонизираних вода. Стално повећање трошкова за водоснабдевање и пречишћавање отпадних вода, довело је до тога, да се у последњих неколико година спроводи пуно истраживања у рекулперацији воде у овој области [10].

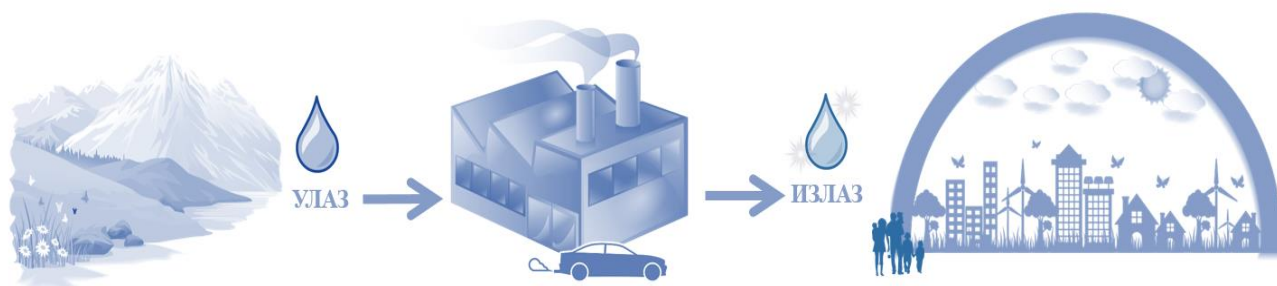
3. ПРОЦЕСИ ТРЕТМАНА ОТПАДНИХ ВОДА У АУТОМОБИЛСКОЈ ИНДУСТРИЈИ

Брзи раст индустрије није само повећао продуктивност, већ је резултирао и генерисањем и ослобађањем токсичних супстанци у животној средини, стварајући здравствене опасности и утичући на нормалне операције, флору и фауну. Ови отпади су потенцијални загађивачи који производе штетне ефекте. Отпадне воде, које се генеришу из аутомобилске индустрије, узрокују велики проблем за животну средину [11]. Оне садрже високе концентрације органске и неорганске материје, уља, масти и тешких метала. Ако су делимично третиране или непречишћене отпадне воде испуштене у окружење, могу да узрокују велику штету на животну средину [12].

Отпад из индустрије моторних возила углавном настаје као резултат прања, бојења и различитих фаза производње шасије, укључујући уље, маст, боје, хром, фосфате и друге загађиваче [13]. Течни отпад који се испушта из ових индустрија није количински велики, али је изузетно опасан због њихових токсичних садржаја [14]. Од ових индустрија и процеса, отпадне воде могу садржати различите опасне материје као што су тешки метали (попут хрома, цинка и никла), органске микро загађиваче (као што су полициклични ароматични угљоводоници), растварачи, боје и друге хемикалије [15, 16]. Процена учинка постојећих постројења за пречишћавање је неопходна за процену постојећег квалитета отпадних вода и/или за испуњавање виших захтева за третирање [17].

Један од најважнијих производа који се користе у аутомобилској индустрији је боја. Тачан састав одређене боје је често сложен и може да варира у зависности од произвођача. У принципу већина боја садржи материјале као што су везиво (смола), растварачи, пигменти и адитиви. У аутомобилској индустрији, боје се користе у значајним количинама.

Ефлуенти, који се генеришу из аутомобилске индустрије, стварају велики проблем за животну средину (слика 9). Радни простори који су изложени опасним супстанцама могу представљати потенцијалне опасности по здравље радника када су изложени ваздуху, питкој води и храни, што може бити загађено због прскања боје.



Слика 9. Улаз и излаз из аутомобилске индустрије

Углавном се користе алкидне боје за поступак бојења. Током овог процеса користи се велика количина воде. Овај процес ствара високо загађене отпадне воде које садрже честице боје. Ако би се ова контаминирана отпадна материја ослободила у природи створила би различите проблеме. Она може да загади подземне воде или може изазвати тешко загађење у природним водним телима. Зато треба усвојити одговарајућу технику третмана како би се контролисало загађење (слика 9).

Ефлуент настао у аутомобилској индустрији садржи различите тешке метале као што су цинк, олово, бакар, сулфат, фосфат, хром, никал итд. Сваки тешки метал има специфичан ефекат на екосистем када се ослобађа са већом концентрацијом.

Отпадне воде у аутомобилској индустрију се генеришу у различитим објектима у току технолошких процеса производње одређених делова:

- Пресерај (одмашћивање лима);
- Лакирница (хемијска припрема, катафореза и др.);
- Монтажа (прање гума, проба на кишу и др.);
- Објекат за производњу металних делова (средства за хлађење и подмазивање, СХП);
- Објекат за производњу пластичних компонената (фарбање пластичних делова);
- Отпадна вода из процеса производње деминерализоване воде;
- Отпадне воде из котларница, расхладних кула и сл.;

у отпадне воде из комплекса се укључују и:

- Санитарно-фекалне отпадне воде;
- Атмосферске отпадне воде.

Обично се у оквиру аутомобилског комплекса налази једно постројење за третман свих отпадних вода које се прикупљају на тој локацији и након њиховог третмана оне се или испуштају у градски колектор или се испуштају у реке, мора, језера (у зависности од локације комплекса) или се поново користе у производним процесима (рецикулација воде).

3.1 Садржај отпадних вода у аутомобилској индустрији

Аутомобилска индустрија, користи велику количину производа на бази уља, затим боје и синтетичке течности, као део процеса производње или услуге. Ово доводи до појаве отпадних вода са значајним садржајем угљоводоника и са садржајем метала. У складу са важећим прописима од ових великих постројења се захтева да третирају отпадну воду и због тога се може рећи да третман отпадних вода представља значајан део аутомобилске индустрије.

Аутомобилска индустрија је главни потрошач воде за различите производне процесе и фазе производње. Вода се користи за површинску обраду, премазивање, прање, испирање. вода се користи у Лакирници за разне процесе, за грејање и климатизацију, за котлове итд.. Због ових потреба за великим количинама улазне воде, након завршетка производних процеса долази до генерисања велике количине отпадне воде.

У зависности од врсте процеса и загађења у различитим типовима отпадних вода, врше се и различити третмани тих отпадних вода. Најчешћи загађивачи или загађујуће материје у отпадним водама могу бити органске и неорганске. Ови загађивачи могу бити исказани у облику укупно суспендоване чврсте материје (метали, уља, масти, боје, детерџенти, хром и фосфати, остаци боје, флуороводична киселина и амонијум бифлуоридни производи итд.).

Квантитативна и квалитативна анализа отпадних вода из аутомобилске индустрије представља основни полазни податак који се користи при одабиру третмана за пречишћавање отпадних вода, њиховог повратног коришћења или испуштања у реципијент. Квантитативна карактеристика не обухвата само податке о дневној количини отпадне воде, него и о неравномерности стварања отпадне воде. Квалитет отпадне воде обично се карактерише следећим показатељима који су представљени у табели 1.

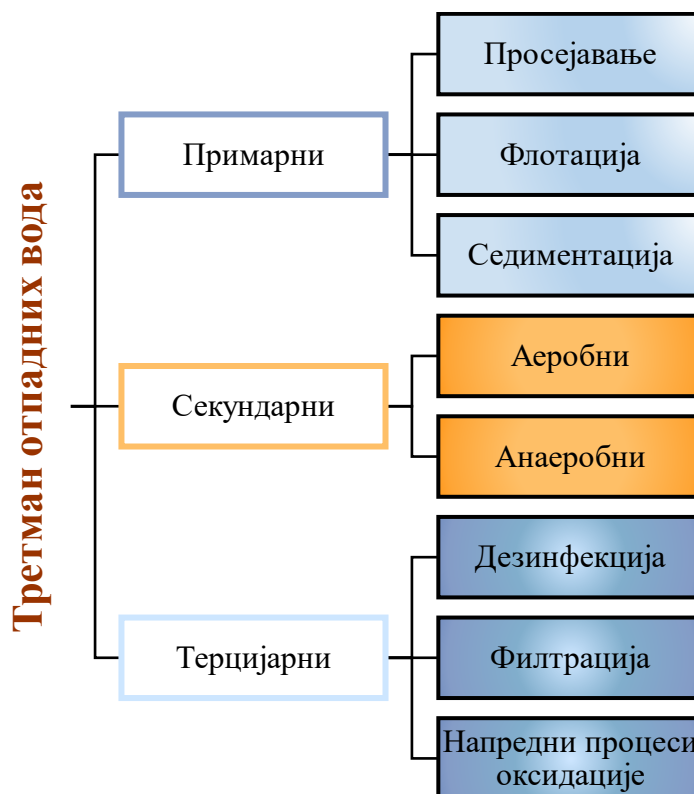
Табела 1. Показатељи квалитета отпадне воде

Температура воде
Изглед воде
Боја воде
Мутноћа
Видљиве отпадне материје
Активна реакција воде рН
Утрошак $KMnO_4$, (изражава количину кисеоника потребну за оксидацију лако оксидујућих загађења отпадне воде)
Амонијак
Електропроводљивост воде
Укупна тврдоћа
Хемијска потрошња кисеоника (НПК), (изражава количину кисеоника потребну за потпуну оксидацију загађења отпадне воде)
Биолошка потрошња кисеоника (ВРК5), (изражава количину кисеоника потребног за оксидацију органских материја из отпадне воде аеробним бактеријама)
Растворени кисеоник
Суспендоване материје
Маси и уља
Одређивање количине: • Хлорида, • Фосфата, • Сулфата, • Нитрата, • Нитрита, • Калцијума, • Магнезијума, • Гвожђа, • Мангана, • Никла, • Цинка, • Бакра и др.

Квантитативна и квалитатива контрола квалитета отпадних вода пре и после третмана врши се у интерним лабораторијама постројења за третман отпадних вода, али у складу са важећим законским прописима обавезна је и контрола коју спроводе овлашћене (акредитоване) екстерне лабораторије. У интерним лабораторијама се врше дневне анализе ради провере рада комплетног процеса третмана, док број анализа које спроводе екстерне лабораторије зависи од важећих законских прописа (на основу количине воде која се испушта и врсти реципијента).

3.2 Преглед постројења за третман отпадних вода

Ефлуенти који се генеришу из аутомобилске индустрије су изузетно штетни за здравље људи и животиња и због тога представљају велики проблем за животну средину [18]. Стога, предуслов је изградња постројења за третман отпадних вода у аутомобилској индустрији. Након третмана вода се може испуштати у градски реципијент или у реке, језера, мора итд. Треба имати на уму да постоје фирме које су друштвено одговорне и које налазе начина да отпадну воду након третмана искористе у другим постројењима где је то могуће (котларнице, расхладне куле, производња деминерализоване воде и слично). У свету аутомобилске индустрије за третирање отпадне воде могу да се користе најразличитији системи третмана (слика 10). Који ће се третман користити зависи искључиво од власника аутомобилске фабрике, као и од типа отпадне воде.



Слика 10. Поступци третмана отпадне воде у аутомобилској индустрији

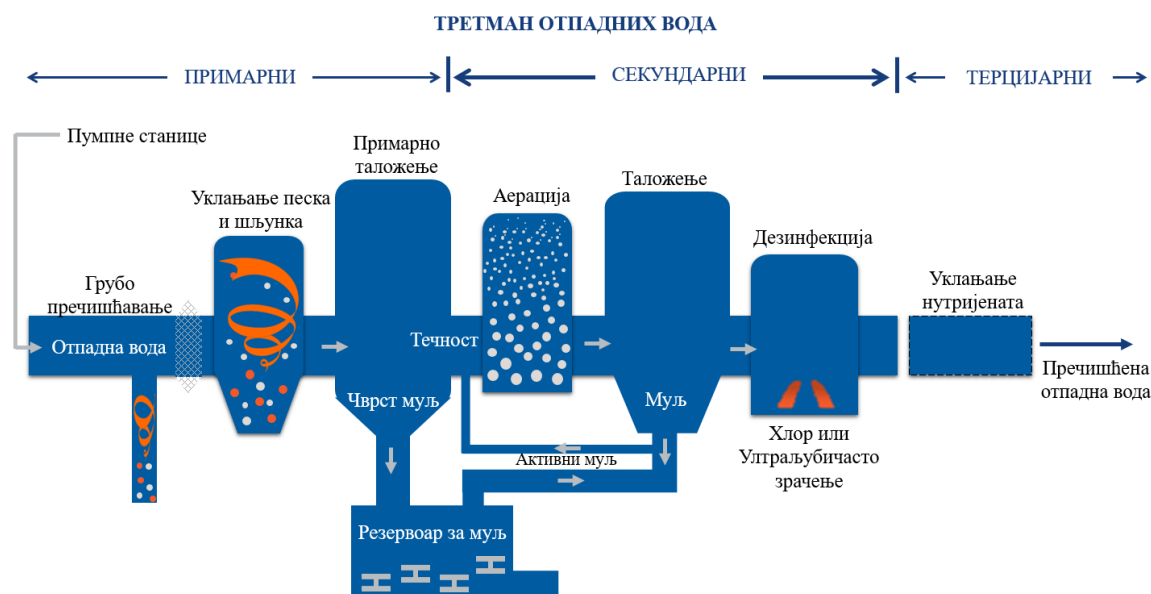
3.2.1 Постројење за пречишћавање отпадне воде

Постројење за пречишћавање отпадних вода има велику улогу у уклањању и испуштању контаминираних и загађених вода на стандардни или прихватљив ниво пре него што се поново пусти у природне изворе воде (реципијенте). У овом делу су описани главни процеси који су укључени у третман отпадних вода из аутомобилске индустрије (слика 11). За третман отпадних вода користе се:

- 1) Физички процес;
- 2) Хемијски процес и
- 3) Биолошки процес.

Третман отпадних вода је процес претварања отпадне воде - вода која више није потребна или више није погодна за употребу - у воду која се може испустити у околину. Постоје два постројења за пречишћавање отпадних вода, односно постројење за хемијску или физичку прераду, и биолошка постројења за пречишћавање отпадних вода.

Постројења за третман биолошког (органског) отпада користе биолошку материју и бактерије за разбијање отпадних материја. Постројења за третман физичког отпада користе хемијске реакције, као и физичке процесе за третирање отпадних вода. Системи за биолошки третман су идеални за третирање отпадних вода из аутомобилске индустрије, јер отпадне воде имају висок садржај органског загађења. Физичка постројења за пречишћавање отпадних вода углавном се користе за третирање отпадних вода из аутомобилске индустрије, зато што већина отпадних вода из ове индустрије садржи хемикалије и друге токсине који могу у великој мери оштетити животну средину.



Слика 11. Примарни, секундарни и терцијарни третман отпадних вода

У физички поступак третирања отпадних вода укључују се сита, млинови, егализациони базени, мешачи, флокулатори, гравитациони таложници, примарни таложници, брзи избистривачи, флотатори, аератори. Хемијски поступци подразумевају примену хемијских поступака, коагулацију, хемијско таложење, уклањање тешких метала, неутрализацију, поступање са хемикалијама на постројењима. Биолошки поступци су засновани на: улози микроорганизама у процесима пречишћавања, од којих зависе врсте биолошких процеса, метаболизам и кинетика раста микроорганизама.

Постројење за пречишћавање отпадне воде из аутомобилске индустрије прати одређене кораке током процеса третмана као што су:

Сакупљање отпадних вода - ово је први корак у процесу третмана отпадних вода. Системе за сакупљање отпадне воде успоставља власник предузећа или одговорна особа како би се осигурало да се све отпадне воде сакупљају и усмеравају до централне тачке. Ова вода се затим усмерава у постројење за пречишћавање користећи подземне дренажне системе. Приликом транспорта отпадне воде треба водити рачуна да је систем транспорта отпадних вода одрађен под хигијенским условима. Цеви за транспорт треба да буду отпорне на цурење.

Контрола мириса – је веома важна у постројењу за третман. Отпадне воде садрже много прљавих супстанци које временом изазивају појаву непријатних мириса. Како би се осигурало да околна подручја буду ослобођена непријатног мириса, процеси обраде мириса започињу у постројењу за третман. Сви изазивачи непријатног мириса се третирају коришћењем хемикалија за неутрализацију елемента који стварају мирис. То је први процес пречишћавања отпадних вода из аутомобилске индустрије, уколико се она састоји од загађивача који изазивају ове непријатне мирисе.

Предтретман (примарно таложeње) - је следећи корак у процесу третмана отпадних вода. Предтретман обухвата уклањање великих предмета који се налазе у отпадној води. Примарном седиментацијом се омогућава таложeње дискретних органских и неорганских суспендованих честица које се из система издвајају у облику муља [19]. Овај корак је јако битан, јер прескакање овог корака може да доведе до константних проблема са машином и опремом. За уклањање ових предмета користи се специјално дизајнирана опрема, а чврст отпад се уклања из отпадне воде и третира се као сав остали отпад који настаје у аутомобилској индустрији. Због тога што у аутомобилској индустрији отпадна вода садржи боју, растворе, органска загађења и сл., а не објекте који плутају по отпадној води, предтретман у аутомобилској индустрији обично није укључен у третману отпадних вода. Предтретман који се користи у аутомобилској индустрији обично се састоји од хватача за уље и маст, како би се исти уколнели из воде, а некада се налази у саставу примарног третмана.

Примарни третман - овај процес подразумева одвајање макробиотске чврсте материје из отпадне воде. Примарни третман се врши преливањем отпадних вода у велике резервоаре где започиње процес хемијског третирања воде. Хемијским процесима пречишћавања називамо процесе у којима се пречишћавање обавља помоћу одређених хемијских реакција. По правилу су то адитивни процеси: уносе се хемикалије у воду да би се уклонило загађење. То доводи до повећања концентрације растворених материја у води. Основно поље примене хемијског пречишћавања отпадних вода је уклањање суспендованих и колоидно растворених материја коагулацијом и флокулацијом, затим уклањање појединих растворених материја: хемијским таложeњем, јонском изменом, оксидацијом, продувавањем гаса, адсорпцијом [20]. Уклањање суспендованих и колоидних материја у отпадној води коагулацијом и флокулацијом (настале флокуле се издвајају из воде таложeњем, флотацијом или филтрацијом) је поступак хемијског пречишћавања отпадних вода [19]. У таложнику се тешке чврсте супстанце успоравају и таложe на дну, док уље, маст и остале лаке материје плутају на површини (уколико није било предтретмана). Исталожене чврсте супстанце познате су под називом примарни муљ и оне се издвајају у овој фази, а преостала текућа отпадна вода подлеже следећем нивоу третмана.

Секундарни третман - подразумева биолошки процес и уклања око 90% *BPK* и *HPK*. Биолошки процес може бити аеробни или анаеробни у зависности од квалитета отпадне воде. Данас већина постројења користи аеробни процес јер је ефикаснији у третману отпадних вода. Он уклања растворену и суспендовану биолошку материју, које у отпадној води из аутомобилске индустрије има у значајним количинама. У систему пречишћавања

отпадних вода биолошки третман се одвија као секундарно пречишћавање, а после примарног третмана [21]. Биолошко пречишћавање може се појавити и као независан поступак. У току биолошке обраде настаје стабилизовани муљ који се из воде одстрањује у секундарном таложнику. Биолошко пречишћавање отпадних вода у односу на друге индустријске биотехнолошке поступке разликује се у следећем:

Микроорганизми (микрофлора) потичу из природне средине; њен раст и развој се не одвијају у оптималним физиолошким условима. Концентрација супстрата је обично прениска. Циљ процеса је разградња органских материја, а не стварање биомасе или продуката метаболизма.

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 [21].

Терцијарни третман - овај третман је веома важан код постројења за третман отпадне воде. Овде се врши дезинфекција третиране отпадне воде употребом хлора, озона, УВ светла. Такође, уклања се остатак суспендованих честица које нису уклоњене на претходним нивоима третмана. На крају, квалитет третиране отпадне воде из аутомобилске индустрије је прихватљив и погодан за пражњење [22].

Избор одговарајућег поступка третмана отпадне воде у аутомобилској индустрији могућ је само када су карактеристике и специфични проблеми за сваку појединачну отпадну воду која се генерише у процесима унапред познати.

3.2.1.1 Микробиолошки третман отпадних вода

У раним годинама двадесетог века направљен је метод биолошког третмана и сада представља основу за третман отпадних вода широм света. Биолошки третман подразумева убацивање природних бактерија у веома великим количнама у базене са отпадном водом. Ове бактерије се заједно са неколицином протоза и других микроба колективно називају активни муљ. Концепт третирања отпадне воде је крајње једноставан за разумевање. Бактерије уклањају мале молекуле органских угљеника тако што их „једу“. Као резултат тога концентрација бактерија расте, а отпадне воде се на тај начин чисте. Пречишћене отпадне воде се затим могу испразнити у пријемнике или се могу поново вратити у индустријски процес. Мембранско биолошки реактор се користи у аутомобилској индустрији за третман отпадне воде из разлога што ова вода садржи високе концентрације органског загађења, које ове бактерије узимају за своје нормално функционисање.

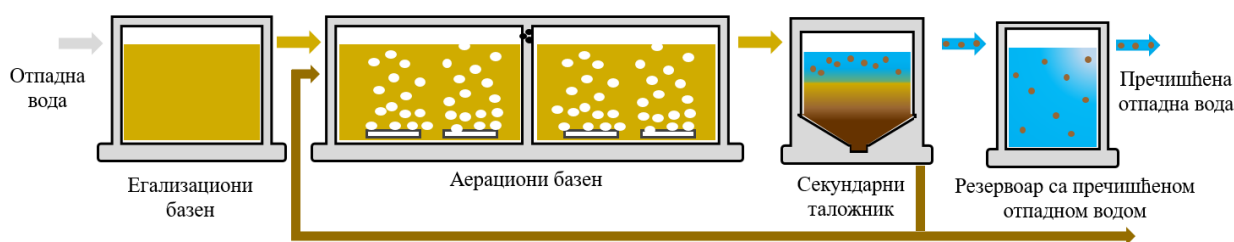
Иако је концепт третмана отпадних вода веома једноставан, контрола процеса третмана је веома сложена због великог броја варијабли које могу да утичу на њега. То укључује промене у саставу бактеријске флоре у базенима за третман. Прелив може показати варијације у протоку, у хемијском саставу, у pH и температури [23]. У неким аутомобилским фабрикама ови базени за третман се налазе на отвореном, тако да се такође морају суочити са прелазним токовима кишнице након олује. Постројења која раде са аутомобилском отпадном водом морају да се носе са хемикалијама које бактерије разграђују као и токсичним хемикалијама које спречавају нормално функционисање активног муља, односно бактерија. Високе концентрације токсичних хемикалија могу произвести токсични шок који убија бактерије. У аутомобилској индустрији се мора водити

рачуна о концентрацији употребљених хемикалија у појединим процесима. Уколико се појаве високе концентрације ових токсичних хемикалија постројење мора да испустити непречишћену отпадну воду директно у околину, док се мртве бактерије не уклоне из базена за третман отпадне воде и уведу нове бактерије.

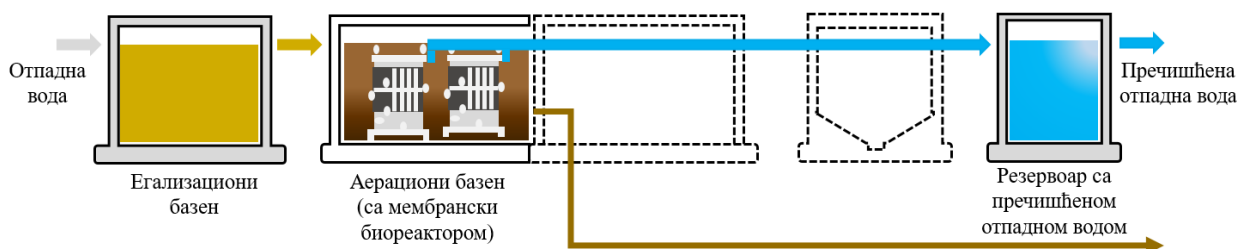
3.2.1.2 Мембранско биолошки реактор (енг. Membrane Bioreactor)

Типична постројења за третман састоје се од три фазе третмана - примарни, секундарни и терцијарни. Примарни третман подразумева поравнање чврстих материја у базену за третман отпадне воде. Отпадне воде потом прелазе у резервоаре секундарне обраде или аерационе базене. Ово је главна биолошка фаза третмана активним муљним - бактеријама. Терцијарна фаза се може користити за даље побољшање квалитета секундарног отпадног материјала, уклањањем азота, фосфата, суспендованих чврстих материја или патогена, по потреби. Да закључимо, конвенционални третман пречишћавања отпадних вода са активним муљем углавном обухвата механички предтретман, таложење крупних, таложивих материја, издвајање уља и масти, затим, анаеробну/аеробну разградњу органских материја и након тога, одвајање биомасе од пречишћене воде у накнадним таложницама.

Код примене МБР технологије, одвајање биомасе или како се још чешће користи назив, активног муља, од пречишћене отпадне воде одвија се помоћу мембранске филтрације у замену за гравитационе, накнадне таложнице у конвенционалним уређајима за пречишћавање са активним муљем (слика 12 и 13). С обзиром да накнадни таложници чине око 30% површине уређаја, применом МБР-а битно се смањује површина уређаја, што је некада пресудно за избор локације и положаја уређаја [24].



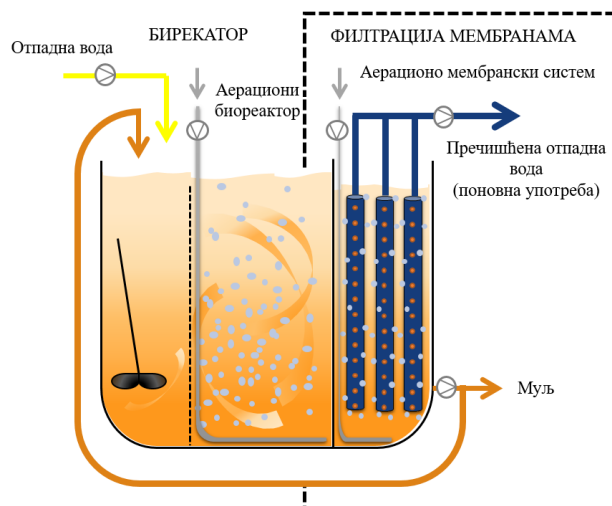
Слика 12. Шема конвенционалног уређаја са активним муљем,



Слика 13. Шема уређаја са мембранским биореактором

Мембрански биореактори су технолошка решења за пречишћавање отпадних вода који користе комбинацију традиционалних процеса пречишћавања (биоразградња органских спојева и биолошко уклањање нутријената) с мембранским процесом сепарације (микрофилтрација и ултрафилтрација). Мембране су потопљене директно у биореактор или у посебан резервоар, а филтрација отпадне воде се одвија применом вакума на унутрашњост мембране. Мембранско загревање је спречено протоком грубих ваздушних мехурића дуж површине мембране (слика 14).

Традиционални приступ пречишћавању отпадних вода обично укључује таложнике и јединицу за филтрацију. МБР систем може заменити тај процес мембраном на којој се одвија сепарација течне и чврсте фазе, једнако као и филтрација бактерија, паразита и вируса. У мембранском биореактору се одвајање муља врши помоћу јединице мембранске филтрације и не захтева постојање базена за таложење [25]. Ефлуент као продукт обраде отпадне воде у МБР систему садржи врло ниску концентрацију бактерија, укупних суспендованих чврстих честица, органских спојева и фосфора.



Слика 14. Принцип рада мембранског биореактора

МБР системи се могу класификовати у две главне категорије с обзиром на локацију мембранског система:

- Изван-реакторска конфигурација: МБР системи конфигуришу се тако да су мембране смештене у одвојени базен.
- Унутар-реакторска конфигурација: МБР системи конфигуришу се тако да су мембране уроњене у биолошки реактор, те се процеси биоразградње и сепарације одвијају у истом базену (слика 15).



Слика 15. Унутар-реакторска конфигурација мембранског биореактора

У технологији МБР-а употребљавају се микрофилтрацијске или ултрафилтрацијске мембране величина пора $0,01-0,5 \mu m$ (слика 16). Величина пора углавном зависи од жељеног степена сепарације микроорганизама. Мембране мањих пора боље задржавају

микроорганизме при чему се добија виши микробиолошки квалитет филтриране воде, међутим, такве су мембране подложније зачепљењу (слика 17). [26].



Слика 16. Микрофилтрацијске или ултрафилтрацијске мембране



Слика 17. Пример задржавања нечистоћа на мембрани

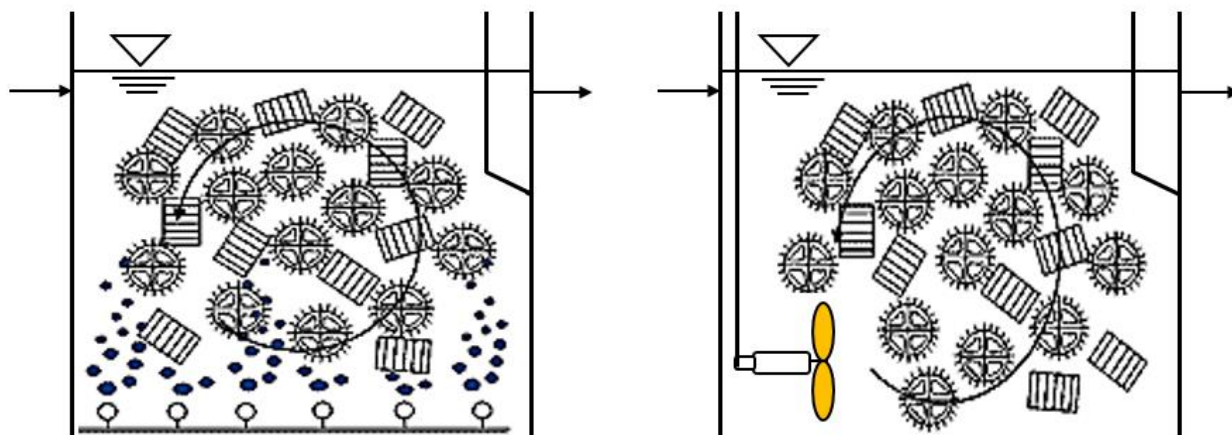
Предности модула МБР су:

- Висок радни флуks;
- Уштеда енергије уз високу продуктивност при ниском притиску;
- Дуги интервал хемијског прања;
- Ефикасност;
- Ојачана влакна;
- Широки опсег примене;
- Рециклажа индустријске отпадне воде.

3.2.1.3 МББР (енг. Moving bed biofilm reactor)

За третман отпадне вода поред МБР технологије користи се и МББР технологија. У аутомобилској индустрији чешће се среће примена МББР технологије за третман отпадне воде. За разлику од МБР технологије, где су мембране коришћење за раздвајање пречишћене отпадне воде и нечистоћа, код МББР технологије користи се биофилм и покретни носачи биофилма за уклањање органске нечистоће из отпадне воде.

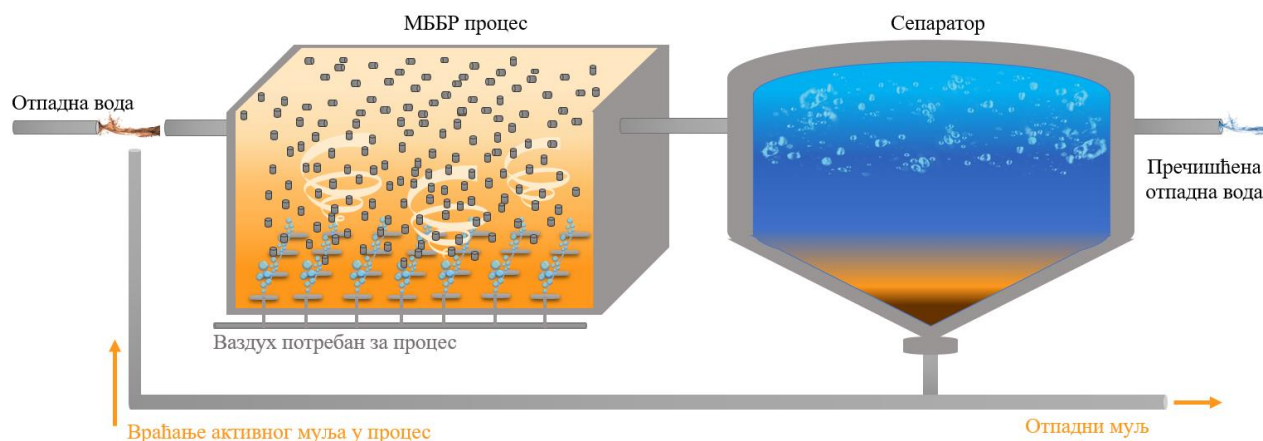
МББР реактор заснива се на расту биомасе на специјалним носачима пластичног материјала који плутају у базену. Носачи биофилма повећавају активну површину (површина на којој се бактерије развијају и врше третман отпадне воде) за више од 500 пута. Процес може бити или аеробни (фотографија са леве стране) или анаеробни (фотографија са десне стране) (слика 18).



Слика 18. Аеробни процес и анаеробни процес са применом МББР реактора

Отпадна вода након хемијског третмана долази до базена у коме се налази микрофлора и посебни носачи биофилма. За правилан раст и развој микроорганизама који се користе у овом процесу потребно им је обезбедити довољну количину хране и кисеоник. Храна се обезбеђује из отпадне воде која пристиже у овај базен, а кисеоник се преко дифузора који су постављени на дну базена интензивно удувава (аеробни процес) и подстиче мешање активног биолошког муља и носача биофилма (слика 19).

За правилан раст микрофлоре треба пратити однос $HPK:N:P=100:5:1$. Овај однос треба увек да буде константан, а у недостатку неке од ових компонената треба је додати. Уколико овај однос није константан долази до смањења раста микроорганизама и њиховог изумирања што може довести до појаве воде лошег квалитета на излазу.



Слика 19. Принципијски функционисања МББР процеса

Носачи омогућавају задржавање и раст биофилма. Величина носача, геометрија и специфична унутрашња површина су најважније особине сваког носача (слика 20). Носачи су најчешће направљени од полетилена, односно пластике чија је густина приближно једнака густини воде. Они су дизајнирани тако да могу да се крећу у води. Када се преко дифузора удувава кисеоник носачи се подижу са дна и плутају на површини воде, а уколико дође до изумирања микроорганизама, носачи ће пасти на дно базена.

Сваки носач има заштитну површину за коју се биофилм „закачи“ (слика 21) и може да расте и развија несметано, тако да приликом судара са другим носачима и зидом базена, не може доћи до одпуштања биофилма.



Слика 20. Носачи биофилма

Након проласка кроз МББР коморе, третирана вода се прелива у ламела сепаратор, где се врши одвајање биолошког муља и чисте воде. Овај муљ се назива активни биолошки муљ и у себи садржи живе микроорганизме који се препумпавањем враћају у МББР коморе. Ово је потребно да би се одржавала довољна количина микроорганизама потребних за третман. Међутим, током времена одређена количина активног биолошког муља се мора избацити из сепаратора јер би његова велика количина условљавала смањену ефикасност пречишћавања (велики број микроорганизама – мала количина хране – смањена количина кисеоника).

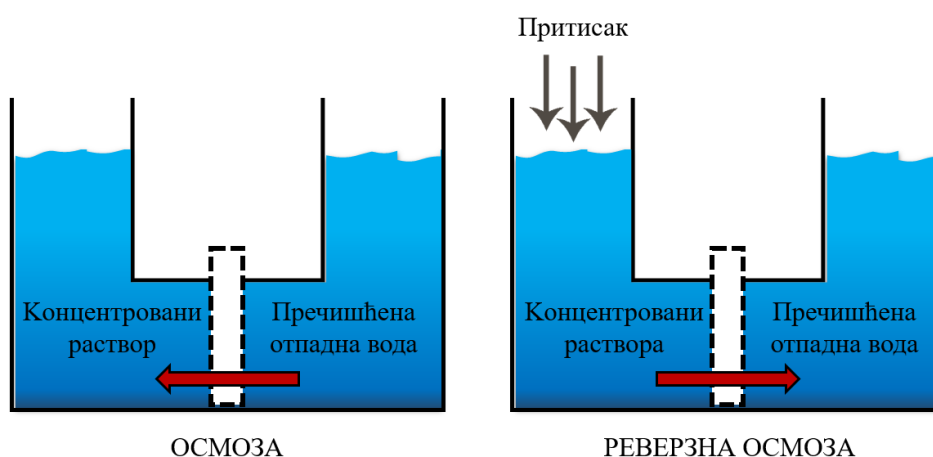


Слика 21. Задржавање микрофлоре на носачима

3.2.1.4 РО системи - Реверзна осмоза

Мембранска технологија је технологија која има широку примену за производњу различитих квалитета воде захваћене из површинских вода, вода из бунара, слане воде и морске воде. Данас се ова технологија користи и у индустрији за пречишћавање отпадних вода. Мембранске технологије за третман отпадних вода употребљавају се у аутомобилској индустрији. У многим случајевима један мембрански процес прати још један у циљу производње воде већег излазног квалитета. Једна врста мембрана може на тај начин повећати функцију друге како би се постигли циљеви пречишћавања отпадних вода.

Реверзна осмоза је процес који представља обрнуту осмозу, јер се као и осмоза састоји у транспорту растварача (вода) кроз порозну полупропустљиву мембрану, али у правцу који је супротан правцу преноса масе у осмотском процесу (слика 22).



Слика 22. Осмоза и реверзна осмоза

Наиме, када су растварач, односно вода и раствор, раздвојени полупропустљивом мембраном и када са обе стране мембране влада исти притисак, вода пролази кроз мембрану и разблажује раствор све док се не успостави статичка равнотежа. Притисак, који је потребан да се ова равнотежа успостави и одржи, познат је као осмотски притисак раствора и једнак је вишку хидростатичког притиска на страни раствора при равнотежи [27]. Реверзна осмоза је једноставно примена притиска већег од осмотског на страни раствора, којим се изазива обртање правца транспорта воде кроз мембрану, односно којим се постиже транспорт растварача, тј. воде из раствора кроз мембрану и тако остварује његово концентрисање. Значи, док је осмоза спонтани процес, који се одвија до успостављања равнотеже са стране мембране, реверзна осмоза је принудан процес који се може реализовати само ако се раствор стави под притисак већи од осмотског.

У аутомобилској индустрији третман отпадних вода реверзном осмозом одвија се под дејством притиска кроз мембрану, услед чега на супротну страну, пролази продукт (пермеат), а концентровани раствор издвојених компоненти (концентрат), остаје на предњој страни мембране. Пречишћени ток који пролази кроз полупропустљиву мембрану назива се пермеат, а концентрован ток који је задржан од мембране је познат као концентрат.

Пермеат након проласка кроз мембрански систем, губи притисак и слободним истицањем се прихвата у посебном резервоару, а одатле се шаље на даљи третман уколико је то потребно или се испушта у јавну канализацију или се та пречишћена вода може поновно искористити у различите сврхе. Концентрат се са површине мембране, уз континуално повећање густине и са притиском који је приближно једнак улазном, одстрањује у правцу отицања. Он се, уколико не садржи штетне компоненте за животну средину, испушта у канализацију. Уколико се у концентрату налази недозвољена

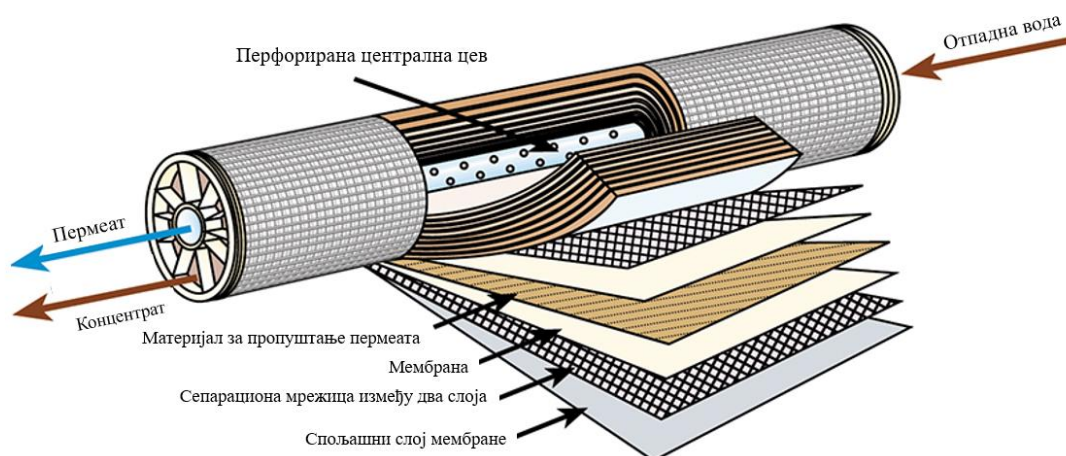
концентрација штетних супстанци, обично тешких метала, он се претходно мора пречистити.

Од квалитета мембране и радног притиска постројења зависи степен сепарације тј. пречишћавања, капацитет и економичност рада постројења. Однос пермеата и концентрата код воде у реверзној осмози креће се око 3:1. Да би се повећало искоришћење воде, концентрат може бити као полазна вода у другом степену мембранске филтрације. На тај начин се степен искоришћења воде може повећати на преко 92 %.

Пракса је показала да мембране реверзне осмозе значајно смањују укупне растворене чврсте материје, тешке метале, органске загађиваче, вирусе, бактерије и друге растворене загађиваче. Искуства са мембранским постројењима за пречишћавање отпадних вода показала су да кључни параметри дизајна самог постројења морају бити праћени како би се спречило брзо мембранско оштећење и тиме смањили високи трошкови одржавања система и застоји који се могу јавити [27]. Данашње најбоље праксе укључују употребу ултрафилтрације или микрофилтрационе мембране за уклањање колоидних остатака, одржавање остатка хлорамина да би се спречио биолошки раст, одабир одговарајућих хемикалија и коришћење мембране које умањују органско оштећење [28].

Конструкција мембрана

Мембрана се састоји из неколико танких слојева или страница танког филма које су заједно увијене у спиралну конфигурацију око пластичне цевчице (енг. *Thin Film Composite* или *TFC membrana*) (слика 23).



Слика 23. Слојеви мембране

Материјал за израду мембране је полупропустан: дозвољава молекулима воде да прођу док с друге стране представља баријеру за молекуле растворених материја (на пр. минералних соли, бактерија или хемијских контаминаната). Када млаз текуће отпадне воде из процеса производње аутомобила наиђе на површину мембране, молекули воде пролазе кроз њу и теку кроз спиралу, сакупљајући се у центру цеви. Заостали контаминанти се концентришу и спирају са површине мембране у сифон. Материјал од кога се могу изградити мембране је различит. Прве коришћене мембране су биле од ацетатне целулозе. Због недостатака овог материјала данас се користе синтетички полимери. Трећу групу чине минералне мембране, најчешће керамичке, које се користе у микрофилтрацији. Ове мембране показују најбоље карактеристике пречишћавања, али су и најскупље.

Мембране се смештају у кућишта која могу бити у облику равних рамова или у облику тубуса (слика 24). Мембране које немају довољну механичку отпорност постављају се на носаче, а између слојева мембрана постављени су одстојници који омогућавају несметан пролаз пермеата и концентрата кроз кућиште.



Слика 24. Мембрански модули

Појединачне мембране имају ограничен капацитет (слика 25). Ради постизање већег капацитета сепарације паралелно се повезује више мембрана у мембранске модуле.

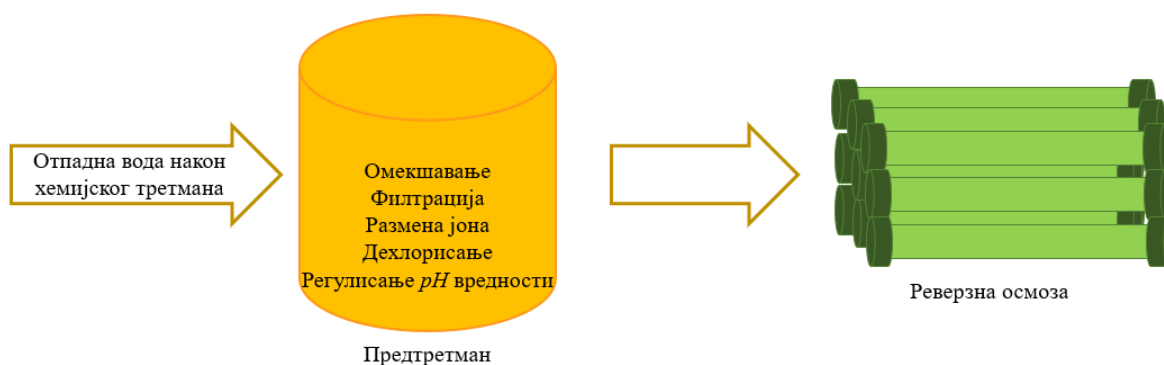


Слика 25. Приказ нове и истрошене мембране

Постројења за мембранску сепарацију

На слици 26 је дата шема постројења за мембранску сепарацију. Постројење укључује две узастопне фазе пречишћавања:

- предtretман;
- мембранску сепарацију.



Слика 26. Предtretман реверзне осмозе

Отпадна вода се у првој фази подвргава предтретману који најчешће укључује филтрацију, деферизацију, омекшавање јонском изменом и дехлорисање. Након тога, у другој фази вода се подвргава мембранској серпарацији у модулу за реверзну осмозу (слика 26).

Најважнији фактор у третирању аутомобилске отпадне воде са реверзном осмозом је предтретман који штити мембрану од органског загађења, минерала и хемијске деградације. Пре него што вода дође до реверзне осмозе, неопходна је потпуна катјонска/анјонска равнотежа и морају бити идентификовани потенцијални загађивачи. Високи нивои *ВРК* и *НРК* такође могу допринети мембранском оштећењу. За предтретман отпадних вода доступна је различита технологија.

Ефикасност процеса реверзне осмозе

Како је већ наведено, ефикасност процеса мембранске сепарације зависи пре свега од карактеристика мемbrane и од радног притиска. Мемbrane за реверзну осмозу имају највећи ефекат серпарације растворених супстанци. Пошто се израђују мемbrane које имају различити ефекат сепарације, њихов избор се врши према жељеном ефекту сепарације.

На пример, процесом реверзне осмозе, са комплетним предтретманом у пречишћавању воде, просечно се отклања [27]:

- Моновалентни јони (нпр. Na^+ , K^+ , Cl^- , NH_4^+), 97%;
- Вишевалентни јони (нпр. Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , CO_3^{2-}), 98%;
- Нерастворене честице: 99%;
- Пирогене материје, 99%;
- Органске материје (молекулске масе > 200), 99%.

Погонска сила процеса реверзне осмозе је разлика притиска на странама мемbrane. Најкритичнији елемент процеса је мембрана и зависно од њених особина, могуће је остварити задржавање или пропуштање растворених компоненти поред воде односно растварања.

Реверзном осмозом се могу раздвојити молекули воде од молекула раствора (растворена материја) мањих молекулских маса, односно јона када се ради о раствореним солима. Поред величине пора, исто тако важну, ако не и важнију улогу, у овом процесу играју површинске особине мемbrane, тј. њена позитивна или негативна селективност у односу на молекуле растварања, односно на растворене молекуле и јоне. Овде се ради о једном физичко – хемијском процесу.

Отпад који се испушта у канализацију обично садржи између 200 до 10 000 делова на милион (*ppm*) укупних растворених чврстих материја (*TDS*). Са одговарајућом техником третмана отпадне воде и применом РО, ова вода се може рециклирати и употребљавати у индустријским процесима [29].

3.2.1.5 Третман отпадне воде - рецикулација воде у аутомобилској индустрији

Због све веће оскудице воде постоји све већа свест о коришћењу овог ресурса у производним процесима и његовом рециклирању. Аутомобилска индустрија је једна од највећих потрошача воде, а самим тим и једна од кључних циљних група за рециклажу отпадних вода.

Развој савремене науке и технологије помогао је повећању продуктивности, стварању квалитетних возила како би се задовољиле потребе људи. Али поред тога, овај сектор такође има негативне ефекте на животну средину и здравље људи због токсичних

супстанци које се емитују из производног процеса. Поред тога, аутомобили троше и велику количину воде. Према проценама, сваки аутомобил троши око 182 000 литара за своју производњу. Дакле, рециклажа и поновна употреба воде из отпадне воде је оптимално решење које помаже у смањењу загађења и уштеде водних ресурса [30].

Процеси производње аутомобила су често сложени и пролазе кроз неколико фаза. Постоји много различитих производних процеса, али сви имају заједничко да троше пуно воде. Штавише, снабдевање водом за производњу аутомобила захтева висок квалитет [31]. Пошто се вода користи за мешање хемикалија и средстава за чишћење, морају да се задовоље стандарди које је поставио произвођач, иначе може доћи до негативног утицаја на квалитет производа [32].

Пре него што се тело каросерије може офарбати у Лакирници неопходно је да се претходно очисти. Ово се одвија у процесу предтретмана у Лакирници (слика 27). После активационих купатила (одмашћивања и фосфатирања цинка) каросерија возила улази у каде за испирање који стварају знатну количину отпадних вода [33]. Фазе које користе највећу количину воде у производњи аутомобила су:

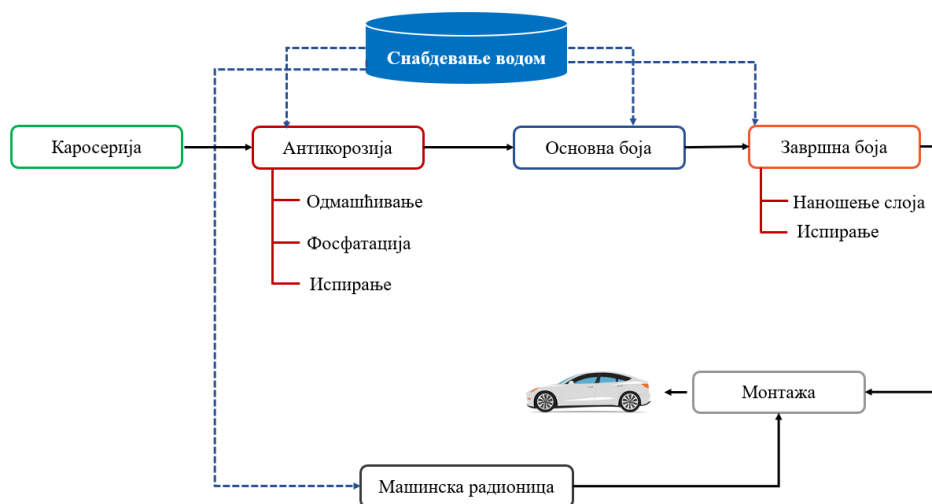
Анти-корозија која се састоји од три корака и троши око 60 000 литара воде.

- Одмашћивање: читава шасија се потапа у каду која садржи детерџент за уклањање уља, органска и неорганска једињења остају након процеса пресовања и јонизације, то се назива алкално прање. Вода се користи за мешање хемикалија и испирање.
- Фосфатација: шасије су потопљене у каду за хемикалије како би се премазао производ слојем од цинкових фосфата, Хемијске композиције су углавном фосфорне киселине, Ni^{2+} , Zn^{+2} и воде за мешање раствора фосфата.
- Испирање: овај корак помаже у уклањању остатака супстанци

Премаз - произвођачи аутомобила најчешће користе боје на бази воде. Премаз производа захтева релативно велику количину воде за разблаживање и зависи од количине коришћене боје. Поред тога, вода се, такође користи за производњу детерџената и чишћење опреме за прскање пре него што се замени нова боја за аутомобиле [34].

Завршна обрада - шасија након завршног премаза се поново пере водом како би се уклонио вишак боје. Да би се смањила потрошња воде, вода за испирање пада као водопад и испира возило у супротној смеру од његовог кретања.

Машинска радионица - вода се углавном користи за мешање хемикалија за чишћење масти на машинама.



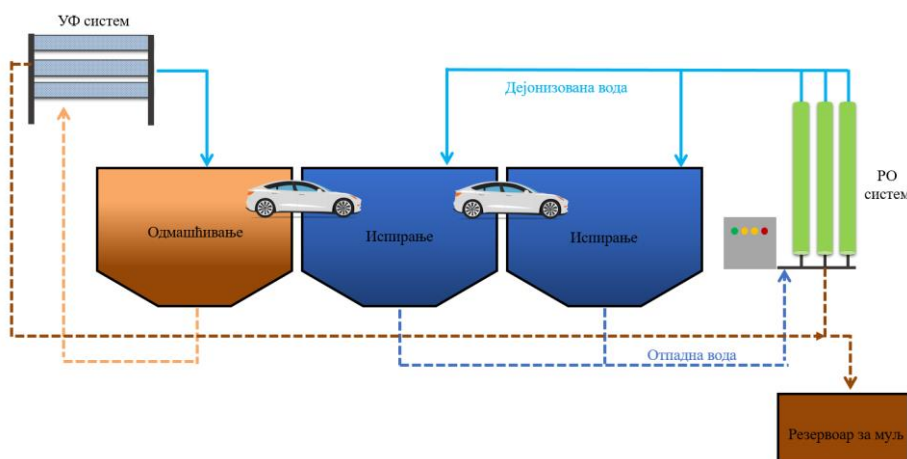
Слика 27. Процес производње аутомобила – коришћење воде у Лакирници

Пример једног начина рецикулације отпадне воде

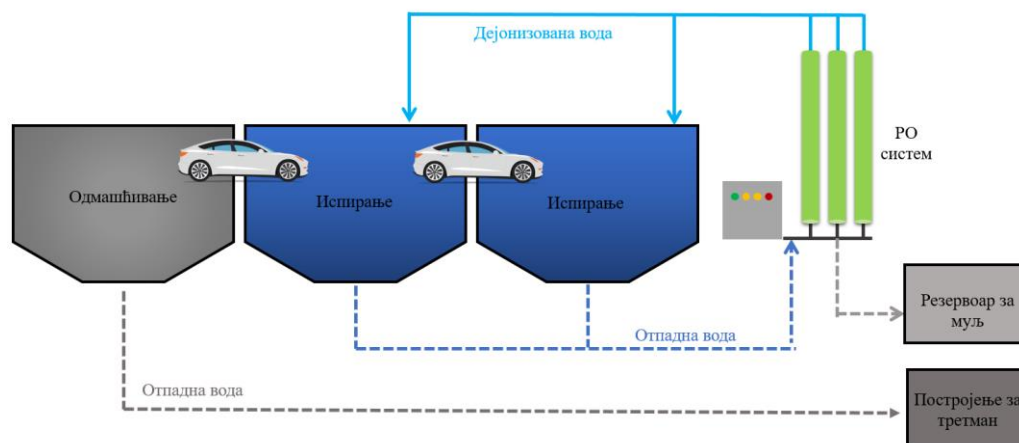
Постоји много начина за очување воде у процесу производње аутомобила у којем оператер може поново користити отпадну воду из више фаза, посебно из фазе испирања. Ово решење не само да штеди воду, већ и смањује оптерећење постројења за пречишћавање отпадних вода.

Произвођачи аутомобила могу уштедети 73 милиона литара воде годишње од инсталирања система реверзне осмозе (РО) (слика 28 и слика 29). Овај систем може им помоћи да не испуштају отпадне воде или да смање утрошак финансијских средстава за куповину воде из јединице за снабдевање. Вода која се користи за производњу аутомобила треба да буде чиста и дејонизована пре него што уђе у систем како не би утицала на површински третман возила. Са овим системом, произвођачи могу рециклирати 90% воде из производног процеса и обезбедити улазни квалитет воде у складу са стандардима које је одредио произвођач и смањити количину отпадне воде [30]. Аутомобилска индустрија има користи од примене мера за очување воде на више начина:

- Смањену количину свеже воде;
- Мања количина отпадних вода и стога се смањује потрошња хемикалија за третман истих;
- Спушта се накнада за испуштање отпадних вода;
- Смањени инвестициони трошкови.



Слика 28. Поновна употреба воде након процеса одмашћивања коришћењем РО и УФ технологије



Слика 29. Поновна употреба воде након процеса цинк фосфатизације помоћу РО технологије

4. РЕГУЛАТИВА У ЕВРОПСКОЈ УНИЈИ И РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

У наставку рада биће описана легислатива која важи у Европској унији и Републици Србији, а којих се власници аутомобилских индустрија морају придржавати приком третмана отпадних вода које се генеришу (слика 30). Ова предузећа дужна су да се придржавају прописа и политике који се односе на управљање и заштиту различитих области животне средине, јер у супротном могу негативно утицати и неповратно нашкودити животној средини. Неусклађеност са овим законима и политикама такође може довести до тога да ова предузећа снесу новчане казне и слично.



Слика 30. Законска регулатива у области вода

4.1 Регулација у Европској унији

Европска унија има врло развијену политику и правно регулисање у области животне средине, а самим тим има развијену политику и правно регулисање у области вода и отпадних вода. Развој законодавства Европске уније (ЕУ) у области заштите животне средине започет је средином прошлог века, седамдесетих година, са великом економском кризом.

Од 1972. године усвојено је 5 акционих програма у области заштите животне средине и донето преко 300 различитих правних докумената релевантних за област животне средине. Политика животне средине је изричито уграђена у статутарна акта ЕУ тек Јединственим европским актом 1987. године, да би њен оквир био даље прошириван Уговором о Европској унији (1992. године) и Амстердамским уговором (1997. године).

Усвојен је велики број директива које су регулисале посебна питања заштите вода. Тако на пример, Директива о загађивању узрокованом одређеним опасним супстанцама које се испуштају у водну средину, Заједнице је била усмерена на контролу одлагања најопаснијих хемикалија у водену животну средину, ограничавајући одлагање појединих супстанци.

Почетком деведесетих година, покренуте су законодавне процедуре за ревизију и ажурирање неких ранијих прописа. 1991. године усвојена је Директива која се односи на пречишћавање урбаних отпадних вода која је омогућавала секундарни (биолошки) третман отпадних вода и увођење строжијег третмана, тамо где је то потребно [35].

Развој европске политике о водама је помогао законодавцима да се фокусирају на потребу за координисанијим приступу европском водном праву. Потреба за усвајањем једне оквирне директиве о водама је постала очигледна и она је посматрана као завршни део политике о водама [36].

Најзначајнији општи прописи ЕУ у области управљања водама, која укључују такође и загађење вода и третман отпадних вода су:

- Директива Европског парламента и Савета 2000/60/EC од 23. октобра 2000. године о успостављању оквира за деловање заједнице у области политике вода са изменама и допунама (Одлука 2455/2001/EC и Директиве 2008/32/EC, 2008/105/EC и 2009/31/EC) – *WFD Water Framework Directive – Directive of European Parliament and of the Council*. Оквирна директива о водама.
- Директива Савета 2008/105/EC Европског парламента и Савета од 16. децембра 2008. године о стандардима квалитета животне средине у области политике вода, измењена и допуњена Директивом 2013/39/EU.
- Директива Савета 91/676/EEC од 12. децембра 1991. године о заштити вода од загађења узрокованог нитратима из пољопривредних извора измењена и допуњена Уредбама (EC) 1882/2003 и (EC) 1137/2008.
- Директива Савета 91/271/EEC од 21. маја 1991. године о третману комуналних отпадних вода, измењена и допуњена Директивом Комисије 98/15/EC, Уредбом 1882/2003 и Уредбом 1137/2008, Имплементацином Одлуком Комисије која се односи на формат за извештавање о националним програмима за имплементацију Директиве Савета 91/271/EEC – *EU UWWTD*. Директива се односи на сакупљање, пречишћавање и испуштање урбаних отпадних вода и пречишћавање и испуштање отпадних вода из одређених индустријских сектора. Циљ Директиве је заштита животне средине од неповољних утицаја горе поменутог испуштања отпадних вода.
- Директива Савета 2006/118/EC Европског парламента и Савета од 12. децембра 2006. године о заштити подземних вода од загађења и погоршања квалитета (*Directive 2006/11/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 on pollution caused by certain dangerous substances discharged into the aquatic environment of the Community* [37]).
- Директива Савета 86/278/EEC о заштити животне средине, а посебно земљишта, при коришћењу канализационог муља у пољопривреди (*Council Directive of 12 June 1986 on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture*).
- Директива 2006/11/EC о загађивању узрокованом одређеним опасним супстанцама које се испуштају у акватичну животну средину Заједнице (замењује Директиву Савета 76/464/EEC), (*Directive 2006/11/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 on pollution caused by certain dangerous substances discharged into the aquatic environment of the Community*).
- Директива 2007/60/EZ о процени и управљању поплавним ризицима (*Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks*).
- Директива о интегралном спречавању загађења и контроли (96/61/EC)
- *IPPC* Директива 2008/1/EC [22].

У наставку ће бити дат опис појединих директива Европске уније.

4.1.1 Оквирна Директива о водама

Европска унија одредила је своју дугорочну политику у домену вода када су Европски парламент и Савет Европске уније 23. октобра 2000. године усвојили Оквирну директиву о водама (*Water Framework Directive EU/WFD – 2000/60/EC*) [38].

Усвајањем ове Директиве Европска унија је у потпуности обновила своју политику у домену вода. Основна платформа за израду Директиве је управљање водним ресурсима на нивоу речних басена су позитивна искуства у примени закона Европске уније у области заштите вода у претходних 25 година. Сам поступак формирања Предлога одвијао се у присуству представника корисника вода. Овакав приступ омогућио је да се размотре сви значајни проблеми и да се у овом моменту нађу адекватна законска решења за све воде и усагласи политика цене воде која ће се примењивати у земљама Европске уније. У Директиви формулисани су одређени услови који треба да омогуће спровођење усвојене политике одрживог коришћења вода и заштите вода. Основни циљ Оквирне директиве је довођење свих природних вода у „добро стање“, тј. обезбеђење доброг хидролошког, хемијског и еколошког статуса вода [39].

Сврха Директиве је да успостави оквир за заштиту копнених површинских вода, мешовитих вода, приобалних морских вода и подземних вода, чиме се:

- Спречава даље погоршавање и заштићује и побољшава статус акватичких екосистема, као и сувоземних и мочварних екосистема који су, с обзиром на њихове потребе за водом, директно зависни од акватичких екосистема;
- Промовише одрживо коришћење воде засновано на дугорочној заштити расположивих водних ресурса;
- Усмерава и унапређује заштиту и побољшава акватична средина у целини, кроз специфичне мере за прогресивно умањење испуштања, емисија и губитака приоритетних супстанци и прекид или постепено фазно укидање испуштања, емисија и губитака приоритетно опасних супстанци;
- Осигурава прогресивно умањење загађења подземне воде и спречава њено даље загађивање, и
- Доприноси ублажавању ефеката поплава и суша [22].

Основни принципи садржани у Директиви примењују се не само у земаљама чланицама Европске уније, већ и земаљама кандидатима за пријем у Европску унију и у више земаља које су започеле процес придруживања. Очигледно је да ће овај докуменат бити основа за предузимање конкретних планова управљања водним ресурсима у оквиру међународних речних басена у Европи [35]. Ово значи да Србија мора да започне, са усклађивањем националних закона, прописа, стандарда, институција у домену вода и животне средине са онима које је прихватила Европска унија.

4.1.2 Директива о индустријским емисијама и Директива о интегралном спречавању загађења и контроли

Директива о индустријским емисијама 2010/75/EУ је једна од оних директива која носи епитет „тешке“ директиве, за чију имплементацију су потребна велика финансијска улагања у постојећа индустријска постројења, али је потребно и време да се спроведу мере потребне да се рад постројења усклади са одредбама ове директиве. Директива о индустријским емисијама је сложена Директива, јер обухвата седам директива које се односе на индустрију.

Након већег броја анализа и процене о примени и ефектима примене *IPPC* у земљама чланицама ЕУ, успостављено је да, и поред смањења емисије загађујућих материја у медије животне средине, индустријске активности и даље представљају велики извор загађења. Сходно томе, Комисија је 21. децембар 2007. године усвојила предлог Директиве о индустријским емисијама.

Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине уређује услове и поступак издавања интегрисане дозволе за постројења и активности која могу имати негативне утицаје на здравље људи, животну средину или материјална добра, врсте активности и постројења, надзор и друга питања од значаја за спречавање и контролу загађивања животне средине. Интегрисана дозвола је одлука надлежног органа донета у форми решења којом се одобрава пуштање у рад постројења или његовог дела, односно обављање активности чији саставни део чини документација са утврђеним условима којима се гарантује да такво постројење или активност одговарају захтевима предвиђеним Законом о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине. Дозволом се одобрава:

- Рад новог постројења и обављање његове активности;
- Рад и битне измене у раду, тј. функционисању постојећег постројења;
- Изузетно – дозвола се односи и на престанак рада постројења. Период важења дозволе не може бити дужи од 10 година.

Захтеви *IPPC* Директиве су:

- 1) Рационално управљање националним ресурсима у складу са принципом „загађивач плаћа“, односно контрола над загађујућим материјама;
- 2) Деловање на извору загађења смањењем емисија у складу са граничним вредностима емисија (ГВЕ);
- 3) Дефинисање граничних вредности емисија на бази примене тих доступних техника (*BAT*), узимајући у обзир техничке карактеристике постројења, њихову локацију и стање животне средине у околини постројења;
- 4) Контрола и смањење ризика од акцидента;
- 5) Уштеда енергије и сировина;
- 6) Развој процеса размене информација између земаља ЕУ, у циљу унапређења и примене *BAT*;
- 7) Информисаност јавности о раду постројења [40].

Ова Директива се примењује на индустријска и друга постројења и активности које су класификоване према нивоу загађивања и ризику који те активности могу имати по здравље људи и животну средину. Закон дефинише услове за примену стандарда најбоље доступне технике (*BAT*) које је усвојила Европска комисија. Спровођење прописа омогућује интегрисани приступ контроли загађивања, а има за циљ спречавање емисија у ваздух, воду или земљиште где год је то примењиво, укључујући и одлагање отпада, а тамо где то није примењиво, свођење истих на минимум како би се постигао висок ниво заштите животне средине као целине [41].

4.1.3 Директива о загађивању узрокованом одређеним опасним супстанцама које се испуштају у акватичну животну средину

Државе чланице су у обавези да предузму све потребне мере како би уклониле загађивање вода (копнене површинске воде; територијалне воде; унутрашње приобалне воде) опасним материјама са Листе I, и смањиле загађивање тих вода опасним материјама. За материје са Листе I обавезно је:

- Да се пре сваког испуштања у воде прибави одобрење надлежног органа државе чланице;

- Да се у одобрењу утврде норме емисије за испуштање тих материја у воде, а ако је то потребно за спровођење ове Директиве, за испуштање тих материја у канализацију;
- Одобрења се могу издати само на одређено време и могу се продужити узимајући у обзир промене граничних вредности емисије предвиђених директивама из Прилога IX, Директиве 2000/60/EZ [22].

4.1.4 Директива о третману урбаних отпадних вода

Директива о третману урбаних отпадних вода односи се на сакупљање, третман и одвођење урбаних отпадних вода из агломерација и на третман и испуштање биоразградивих отпадних вода из одређених индустријских сектора. Главни циљ Директиве о третману урбаних отпадних вода као и одговарајућег националног законодавства земаља у фази придруживања ЕУ, је да површинске воде заштити од негативних ефеката испуштања отпадних вода које директно угрожавају акватички живот и посредно утичу на здравље људи [42].

Директива успоставља стандарде и механизме поштовања прописа који се односе на сакупљање и обавезује на третман отпадних вода из домаћинства, индустријских отпадних вода и површинских оцедних вода из урбаних подручја и садржи захтев да се настали муљ безбедно одлаже на еколошки прихватљив начин. Директива одређује временски оквир за обезбеђење система за сакупљање урбаних отпадних вода зависно од величине и локације агломерације. Системи одвода се морају обезбедити за све агломерације са еквивалентом популације (ЕП) од 2.000 или више [43].

Испуштање индустријских отпадних вода у системе сакупљања и постројења за пречишћавање урбаних отпадних вода мора да подлеже претходном регулисању и/или одговарајућем одобрењу. Индустријске отпадне воде морају се претходно пречистити, ако је потребно, да би се:

- Заштитило здравље особља;
- Осигурало да се не оштете системи сакупљања, постројења за пречишћавање отпадних вода и повезана опрема;
- Осигурало да рад постројења за пречишћавање или третман муља не буде отежан;
- Осигурало да испуштања из постројења за пречишћавање не утичу неповољно на околину;
- Осигурало да се муљ може безбедно одложити на еколошки прихватљив начин.

Ефикасност пречишћавања процењује се на основу вредности концентрација и најмањег процента смањења следећих параметара: биохемијска потрошња кисеоника (*BPK*), хемијска потрошња кисеоника (*HPK*), укупни садржај суспендованих чврстих материја (*TSS*), укупни азот (N_{tot}) и укупни фосфор (P_{tot}) [42].

4.1.5 Директива о заштити подземних вода од загађења и погоршања квалитета

Како би се заштитила животна средина у подземним водама, а посебно здравље људи, штетне концентрације штетних загађујућих супстанци у подземним водама морају се избегавати, спречавати или смањити. усвојити мере за спречавање и контролу загађења подземних вода, укључујући критерије за процену доброг стања хемизма подземних вода и критеријуме за утврђивање значајних и сталних узлазних трендова и за дефинисање полазних тачака за преокретање трендова. То је оно што ова Директива дефинише. Неопходно је разликовати опасне супстанце чије би уношење требало спречити као и друге загађујуће супстанце, чије би уношење требало ограничити. Ова Директива такође

дефинише мере за спречавање или ограничавање уноса загађујућих супстанци у подземне воде које се користе или се намеравају у будућности користити за захватање воде за људску потрошњу. Како би се осигурала системска заштита подземних вода, државе чланице ЕУ, треба да координирају своје активности у погледу праћења, одређивања граничних вредности и утврђивања релевантних опасних супстанци [44].

4.1.6 Директива о нитритима

Ова Директива има за циљ:

- Смањење загађивања воде узрокованог или подстакнутог нитратима из пољопривредних извора и
- Спречавање даљег таквог загађивања.

Циљ Директива о нитратима је смањење загађења вода узроковано нитратима из пољопривредних извора и спречавање даљег загађења. Директива о нитратима саставни је део Оквирне директиве о водама и један је од кључних инструмената у заштити вода од притисака из пољопривреде. Директива тражи од земаља чланица Европске уније да дефинишу подручја која су осетљива на загађење вода нитратима из пољопривреде и да осмисле и примене оперативне програме спречавања таквих загађења.

Када се воде, које држава чланица идентификује, које су загађене или могу бити загађене налазе под утицајем загађивања од вода које се директно или индиректно дренирају ка њима из друге државе чланице, државе чланице чије су воде под утицајем таквог загађивања могу о релевантним чињеницама извести друге државе чланице и Комисију. Државе чланице, у циљу обезбеђивања општег нивоа заштите од загађивања за све воде, у року од две године од дана усвајања ове Директиве: утврђују правило или правила добре пољопривредне праксе која ће пољопривредници добровољно примењивати [45].

4.2 Регулатива у Републици Србији

На третман отпадних вода из аутомобилске индустрије у Републици Србији утичу следећи закони и уредбе:

- Закон о заштити животне средине („Сл. гласник РС”, бр. 135/04, 36/09, 36/09 (др. закон), 72/09 (др. закон), 43/11 (УС) и 14/16);
- Закон о процени утицаја на животну средину („Сл. гласник РС”, бр. 135/04 и 36/09);
- Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине („Сл. гласник РС”, бр. 135/04 и 25/15);
- Закон о водама („Сл. гласник РС”, број 30/10, 93/12 и 101/16);
- Закон о заштити природе („Сл. гласник РС”, бр. 36/09, 88/10, 91/10-испр. и 14/16);
- Уредба о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС” бр. 24/14);
- Уредба о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске и подземне воде и роковима за њихово достизање („Сл. Гласник РС”, бр. 24/14);
- Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС” бр. 67/11, 48/12 и 1/16);

- Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС” бр. 50/12).
- Правилник о начину и условима за мерење количине и испитивање квалитета отпадних вода и садржини извештаја о извршеним мерењима и други правилници.

На основу надлежности које проистичу из Закона о министарствима Републике Србије више закона уређују област вода. Најслабији део система управљања водама у Републици Србији је примена законске регулативе у делу пречишћавања отпадних вода.

4.2.1 Закон о заштити животне средине

Закон о заштити животне средине уређује интегрални систем заштите животне средине којим се обезбеђује остваривање права човека на живот и развој у здравој животној средини и уравнотежен однос привредног развоја и животне средине у Републици. Систем заштите животне средине, чине мере, услови и инструменти за: одрживо управљање, очување природне равнотеже, целовитости, разноврсности и квалитета природних вредности и услова за опстанак свих живих бића; спречавање, контролу, смањивање и санацију свих облика загађивања животне средине. Животна средина јесте скуп природних и створених вредности чији комплексни међусобни односи чине окружење, односно простор и услове за живот; квалитет животне средине јесте стање животне средине које се исказује физичким, хемијским, биолошким, естетским и другим индикаторима; природне вредности јесу природна богатства која чине: ваздух, вода, земљиште, шуме, геолошки ресурси, биљни и животињски свет. Сви субјекти система заштите животне средине дужни су да чувају и унапређују животну средину. Правна и физичка лица дужна су да у обављању својих делатности обезбеде: рационално коришћење природних богатстава; урачунавање трошкова заштите животне средине у оквиру инвестиционих и производних трошкова, примену прописа, односно предузимање мера заштите животне средине, у складу са законом [46].

4.2.2 Закон о процени утицаја на животну средину

Овим законом уређује се поступак процене утицаја за пројекте који могу имати значајне утицаје на животну средину, садржај студије о процени утицаја на животну средину, учешће заинтересованих органа и организација и јавности, прекогранично обавештавање за пројекте који могу имати значајне утицаје на животну средину друге државе, надзор и друга питања од значаја за процену утицаја на животну средину. Процена утицаја на животну средину је превентивна мера заштите животне средине заснована на изради документа под називом „Студија о процени утицаја на животну средину“ којом се анализирају:

- Квалитет чинилаца животне средине;
- Осетљивост чинилаца животне средине на одређеном простору;
- Међусобни утицаји, те на основу оцене утврђују и предлажу мере којима се штетни утицаји могу спречити, смањити или отклонити.

4.2.3 Закон о водама

Закон о водама је основни закон у Републици Србији којим се уређује заштита вода, заштита од штетног дејства вода, коришћење и управљање водама, као добрима од општег интереса, услови и начин обављања водопривредне делатности, организовање и финансирање водопривредне делатности и надзор. Одредбе овог закона односе се на све површинске и подземне воде, укључујући воду за пиће, термалну и минералну воду, на граничне и државном границом пресечене водотоке и међурепубличке воде у границама

Републике Србије. Закон о водама прописује обавезе о мерењу и достави података о количинама отпадних вода и испитивању квалитета и утицаја на водопријемник, али не постоји правни основ за доношење прописа који би регулисали граничне вредности квалитативних карактеристика отпадних вода на испусту у водопријемник [47].

Заштита вода од загађивања спроводи се у складу са планом за заштиту вода од загађивања. Планом за заштиту вода од загађивања утврђују се нарочито:

- Мере за спречавање или ограничавање уношења у воде опасних и штетних материја;
- Мере за спречавање и одлагање отпадних и других материја на подручјима на којима то може утицати на погоршање квалитета вода;
- Мере за пречишћавање загађених вода, начин спровођења интервентних мера у одређеним случајевима загађивања;
- Организације које су дужне спроводити поједине мере;
- Рокови за смањење загађивања воде, као и одговорности и овлашћења у вези са спровођењем заштите.

План за заштиту вода од загађивања доноси Влада. План за заштиту вода од загађивања припрема министарство надлежно за послове водопривреде и министарство надлежно за послове здравља и заштиту животне средине.

Како је Закон о водама основни правни акт за управљање водама, за његову пуну примену неопходно је у законом предвиђеном року комплетирати прописана подзаконска акта. Ово се односи и на планска документа (планови управљања водама на водним подручјима, планови управљања ризицима од поплава и план заштите воде од загађивања) [48].

4.2.4 Закон о локалној самоуправи

Законом о локалној самоуправи уређују се јединице локалне самоуправе, критеријуми за њихово оснивање, надлежности, органи, надзор над њиховим актима и радом, заштита локалне самоуправе и друга питања од значаја за остваривање права и дужности јединица локалне самоуправе. Општина, преко својих органа, уређује и обезбеђује обављање и развој комуналних делатности (пречишћавање и дистрибуција воде, пречишћавање и одвођење атмосферских и отпадних вода, производња и снабдевање паром и топлотом водом, линијски градски и приградски превоз путника у друмском саобраћају, одржавање чистоће у градовима и насељима, одржавање депонија, уређивање, одржавање и коришћење пијаца, паркова, зелених, рекреационих и других јавних површина, јавних паркиралишта, јавна расвета, уређивање и одржавање гробаља и сахрањивање и др.), као и организационе, материјалне и друге услове за њихово обављање. Такође, законом о заштити животне средине, јединице локалне самоуправе су дужне да чувају и унапређују животну средину [47].

4.2.5 Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине

Овим законом уређују се услови и поступак издавања интегрисане дозволе за постројења и активности које могу имати негативне утицаје на здравље људи, животну средину или материјална добра, врсте активности и постројења, надзор и друга питања од значаја за спречавање и контролу загађивања животне средине на територији Републике Србије.

4.2.6 Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање

Овом уредбом утврђују се граничне вредности емисије за одређене групе или категорије загађујућих супстанци за: технолошке отпадне воде пре њиховог испуштања у јавну канализацију; технолошке и друге отпадне воде које се непосредно испуштају у реципијент; воде које се после пречишћавања испуштају из система јавне канализације у реципијент и отпадне воде које се из септичке и сабирне јаме испуштају у реципијент, као и рокови за њихово достизање.

Граничне вредности емисије загађујућих материја за отпадне воде, у зависности од технолошких постројења, изражавају се као:

- 1) концентрација посматране загађујуће материје у пречишћеној отпадној води или
- 2) количина загађујуће материје у пречишћеној води која може да се испусти у зависности од капацитета производње, количине добијеног производа или употребљене сировине.

У случају да не може да се достигне гранична вредност емисије, неопходно је постићи одговарајућу ефикасност процеса пречишћавања отпадних вода. Достизање граничних вредности емисије загађујућих материја за отпадне воде не може да се врши путем разблаживања. Испуштање технолошких отпадних вода у систем јавне канализације врши се у складу са актом о испуштању отпадних вода у јавну канализацију који доноси надлежни орган јединице локалне самоуправе [49].

4.2.7 Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање

Овом уредбом утврђују се граничне вредности загађујућих супстанци у површинским и подземним водама и седименту, као и рокови за њихово достизање. Прописује *EQS* за остале загађујуће материје у површинским водама на основу којих даје основ за класификацију вода у 5 класа; прописује *EQS* за основне параметре квалитета подземних вода и даје основ за мониторинг и накнадно утврђивање *EQS* за супстанце са минималне листе полутаната из Директиве 2006/118/ЕС; прописује обавезу корисницима подземних вода да изврше мерење загађујућих материја и о томе доставе извештај надлежним министарствима, забрањује уношење загађујућих супстанци са Листе I, забрањује уношење загађујућих супстанци са Листе II у току спровођења нултог мониторинга [50].

4.2.8 Уредба о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање

Уредба о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање, утврђује граничне вредности за 60 приоритетних супстанци у површинским водама од којих је 31 приоритетна хазардна супстанца, као и начин њихове примене. Листа је подељена у две групе:

- Прва група (35 супстанци) – већ су уврштене у Програм мониторинга
- Друга група (25 супстанци) – уводиће се Програм мониторинга.

Стандарди квалитета животне средине за површинске воде постижу се смањивањем годишњих нивоа емисије и престанком емитовања приоритетних супстанци у површинске воде, односно потпуним елиминисањем приоритетних хазардних супстанци. Ова уредба је усклађена са ЕУ законодавством [22].

4.2.9 *Правилник о опасним материјама у водама*

Прописују се опасне материје које се не смеју директно или индиректно уносити у воде. Опасне материје су материје предвиђене у члану 3 овог Правилника које због свог састава, количине, степена радиоактивности или других особина могу довести у опасност живот и здравље људи, риба и животиња [22].

4.2.10 *Правилник о начину и условима за мерење количине и испитивање квалитета отпадних вода и садржини извештаја о извршеним мерењима*

Правилник детаљно прописује начин и услове за мерење количине и испитивање квалитета отпадних вода и садржину извештаја о извршеним мерењима у циљу:

- Провере усаглашених квалитета отпадних вода са ГВЕ (гранична вредност емисије);
- Утврђивања утицаја испуштених отпадних вода на пријемник;
- Прикупљања података за вођење регистра у складу са прописима из области вода и заштите животне средине [51].

4.2.11 *Правилник о Националној листи индикатора заштите животне средине*

Овим правилником прописује се Национална листа индикатора заштите животне средине. Национална листа индикатора заштите животне средине, који је одштампан уз овај правилник чини његов саставни део. Национална листа индикатора садржи општи опис индикатора и индикаторе тематских целина разврстане на тематска подручја.

Индикатор пружа информације или описује појаве у области животне средине на националном нивоу. Уколико је могуће, индикатор је усклађен са међународно прихваћеним индикаторима ради поређења на том нивоу. Индикатор обезбеђује информације на нивоу погодном за креирање националне политике, стратегија, закона и подзаконских аката. Индикатор представља најбоље мерило узрока, стања, последица и ефеката програма управљања животном средином. Индикатор се мери и прати систематски и доследно током времена ради извештавања о одговарајућим трендовима. Индикатор је изведен из података високог нивоа поузданости уз одговарајућу статистичку и методолошку исправност. Уколико је могуће, индикатор може бити разложен ради детаљнијег приказа информација које садрже параметри од којих је креиран [52].

5. ПРИМЕР ТРЕТМАНА ОТПАДНИХ ВОДА ИЗ АУТОМОБИЛСКЕ ИНДУСТРИЈЕ

5.1 Основне информације о продукцији отпадних вода

У комплексу аутомобилске фабрике долази до генерисања:

- Атмосферске воде;
- Санитарно-фекалне отпадне воде;
- Отпадне воде 1 из погона Лакирнице;
- Отпадне воде 2 из погона Лакирнице и
- Отпадне воде из осталих погона.

Поред отпадних вода у редовном раду фабрике настају течне отпадне материје које имају својство опасних материја:

- 1) Отпадна уља - машинска, моторна, хидраулична, генеришу се у радионици при редовном одржавању машина и механизације. Отпадна уља су опасан отпад и запаљива су, настају повремено у малим количинама. Спадају у екотоксичне материје које загађују воду и њиховим испуштањем могу да загаде земљиште. Овај утицај се може сврстати у повремене.
- 2) Уљасте материје из сепаратора - прикупљају се повременим чишћењем сепаратора уља и масти и такође представљају екотоксичне материје које загађују воде и земљиште. Наведени течни отпад може довести до контаминације земљишта и загађивања подземних вода јер се ове материје споро разграђују.

Атмосферске воде са платоа и интерних саобраћајница се прикупљају у посебним каналима и одводе се до сепаратора уља и масти за атмосферску канализацију па се одатле испуштају у реципијенте.

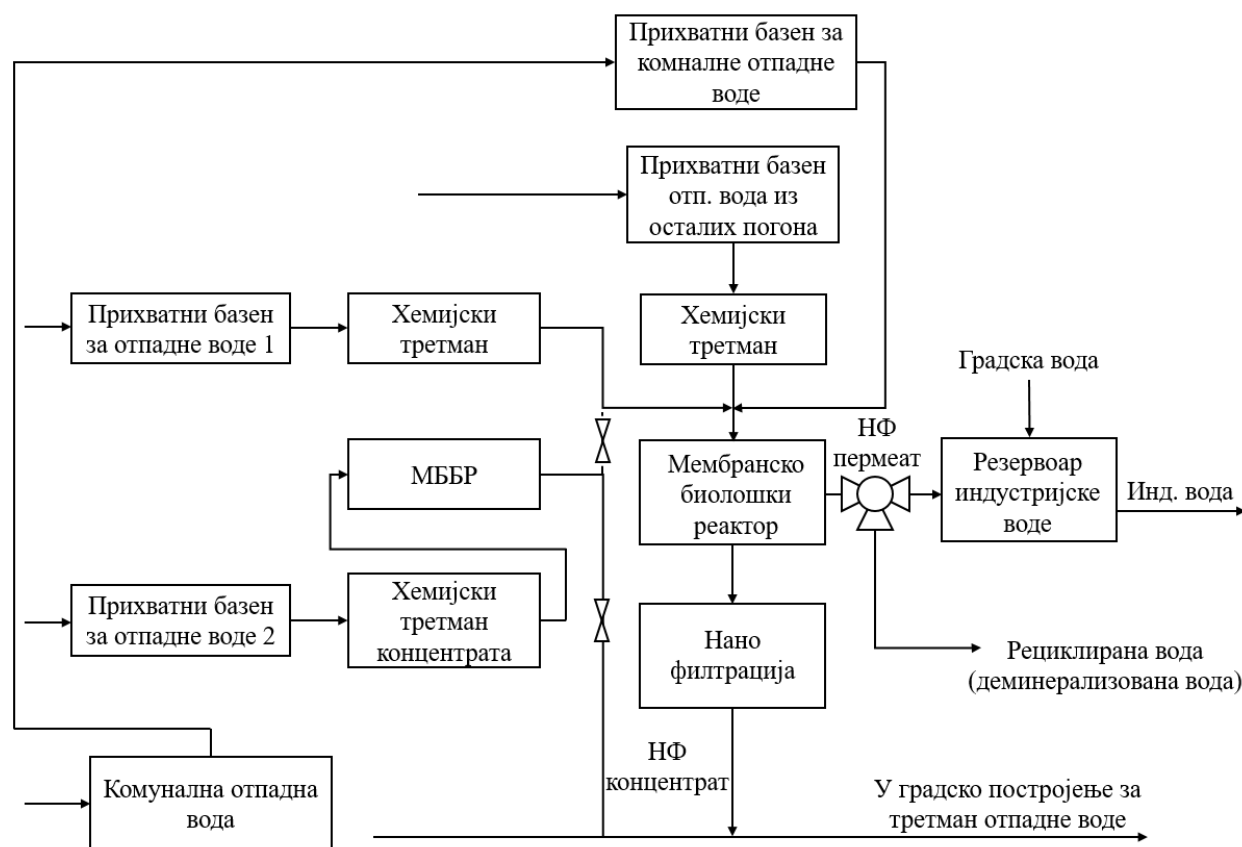
Као последица боравка запослених у аутомобилској фабрици генеришу се санитарно-фекалне отпадне воде које се из санитарних чворова са интерном канализацијом одводе у градску канализациону мрежу.



Слика 31. Пример изгледа Постројења за третман отпадне воде у аутомобилској индустрији

Технолошке отпадне воде јављају се у различитим процесима производње аутомобила, као што су лакирање, прање аутомобила, одржавање погона и слично, а који се одвијају у оквиру фабричког комплекса. У овом случају под технолошким водама подразумевају се отпадне воде 1, отпадне воде 2 и технолошке отпадне воде. У оквиру фабричког комплекса постоји дугачак канализациони систем који укључује систем 1 и

систем 2 отпадних технолошких вода заједно са екстерним технолошким канализационим системом који одводи отпадне воде до Постројења за прераду отпадних вода, у наставку – Постројење (слика 31 и слика 32). Третирана отпадна вода се из овог Постројења одводи до Постројења за рециркулацију воде или се испушта у градски канализациони систем. Како се овде ради о Постројењу за пречишћавање отпадних вода, то се аналогно производним погонима може дефинисати следеће: Улазне сировине на Постројењу су непречишћене отпадне воде и хемикалије за третман отпадних вода, а продукти са Постројења су пречишћене отпадне воде и муљне погаче настале у процесу обезводњавања издвојених муљева. Као што је раније речено у процесима лакирања и осталим процесима (прање аутомобила, одржавање погона...) који се одвијају у оквиру погона фабричког комплекса долази до настанка технолошких отпадних вода. Када се говори о отпадној технолошкој води, која је најбитнија од свих отпадних вода које се продукују у фабричком комплексу, неопходно је напоменути да су те воде подељене на отпадне воде 1 и отпадне воде 2. Постоје посебни канали за прикупљање ових отпадних вода као и посебне линије за њихов третман. Разлог за то је пре свега велика разлика у самом квалитету ових отпадних вода и потрошних квалитета које захтевају различити третмани.



Слика 32. Шема Постројења за третман отпадних вода

Технолошке отпадне воде 1 нису оптерећене великом концентрацијом полутаната и могу се физичко-хемијским поступцима пречистити до нивоа квалитета ефлуента потребног да задовољи максимално дозвољене концентрације (МДК) и након финалне неутрализације оне се пребацују у прихватни резервоар за пречишћену отпадну воду 1, одакле се преко пумпног система део пребацује до Постројења за рециркулацију и даљег третмана, а део пречишћене отпадне воде се испушта у градски канализациони систем. Технолошке отпадне воде 2 су веома загађене и оне представљају концентрате који се једно време користе и рециркулишу у процесу, а по засићењу испуштају и замењују свежим растворима технолошких хемикалија. Ови засићени и истрошени раствори се каналима шаљу у прихватни базен отпадних вода 2 на егализацију и одатле на третман у Постројењу.

Отпадне воде 2 су веома загађене и захтевају поред физичко-хемијског третмана и биолошки третман, пре него што се испусте у градску канализацију. Због веома лошег улазног квалитета, технолошке отпадне воде 2 не задовољавају задате критеријуме да би се ова вода могла транспортовати до Постројења за рецикулацију. Поред тога количина отпадних вода 2 је значајно мања у односу на отпадне воде 1 на часовном нивоу, тако да је економски оправдано посебно третирати отпадне воде 1 због њихове рецикулације и поновног коришћења. У том смислу може се рећи да је битан разлог за раздвајање токова у аутомобилској фабрици, односно сепаратно пречишћавање отпадних вода 1 и 2, јер постоји могућност реконструкције пречишћене отпадне воде 1 с тим да се додатно третирају на Постројењу за Рецикулацију и користе у технолошким поступцима у којима се захтева веома висок квалитет пречишћене воде, док се пречишћене отпадне воде 2 испуштају у градски канализациони систем. Иако постоје посебне линије за третман технолошких отпадних вода, линија муља је заједничка за обе као и просторија за складиштење хемикалија које се користе у третману отпадних вода. Комплетан технолошки поступак пречишћавања технолошких отпадних вода садржан је кроз следеће четири линије:

- Линија за третман отпадних технолошких вода 1;
- Линија за третман отпадних технолошких вода 2;
- Линија муља;
- Линија складиштења, припреме и дозирања хемикалија.

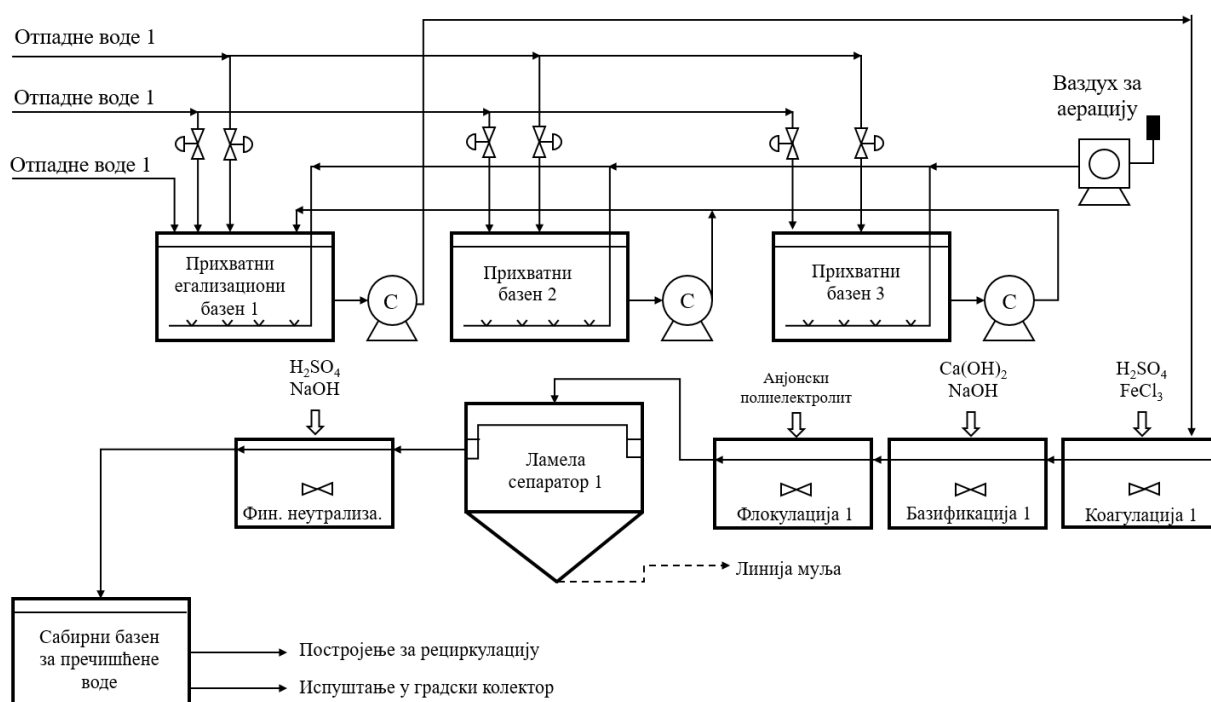
5.2 Отпадне воде 1

Отпадне воде 1 настају у следећим процесима:

- Каросерије - предтретман;
- Катафореза - континуално пражњење;
- Браници – одмашћивање.

5.2.1 Линија за третман отпадних технолошких вода 1

На слици 33 дата је шема линије за третман технолошких отпадних вода 1.



Слика 33. Линија за третман технолошких отпадних вода 1

5.2.1.1 Егализација

За прихват отпадних технолошких вода 1 користи се прихватни егализациони резервоар. Поред овог резервоара у Постројењу се налазе још два прихватна резервоара исте намене. Пројектоване запремине резервоара зависе су од времена задржавања. У овом резервоару се обавља сакупљање и егализација свих технолошких отпадних вода 1. Егализација подразумева мешање збирних отпадних вода 1 које долазе до овог прихватног резервоара. Као што је горе наведено у прихватни резервоар долазе отпадне воде из погона Лакирница (каросерија и катафореза) и из погона фарбања браника. Мешање ових отпадних вода спроводи се компримованим ваздухом путем дифузора који су размештени при дну овог егализационог односно прихватног резервоара. Други прихватни резервоари који имају исту намену, такође на свом дну имају распоређене дифузоре. Сваки од резервоара је опремљен са по једним сетом пумпи (центрифугалне пумпе у сувој изведби), са припадајућом хидро-машинском опремом, као и са системом за мешање отпадне воде ваздухом (дифузори за ваздух). Дифузори имају фино перфорирану мембрану, чији се отвори прошире када мембрана дође под притисак, односно затворе се када престане удубавање ваздуха. Овим се спречава продирење воде у цевоводни систем за развод ваздуха. Поред интензивног мешања воде у резервоарима, удубавањем ваздуха се спречава и исталожавање таложљивих честица, односно спречава се запушавање базена муљним талогом. Ваздух се обезбеђује помоћу три дуваљки. Поред главног резервоара за прихват отпадне воде 1, која се одатле препумпава на хемијски третман, постоје још два прихватна резервоара која се користе по потреби. Егализована отпадна вода 1 се препумпава до првог резервоара за хемијски третман.

5.2.1.2 Хемијски третман

Након егализације, отпадне воде 1 се постојећим пумпним агрегатима допремају до првог резервоара у низу за хемијски третман технолошких отпадних вода 1, након кога се вода преливом води у други резервоар, односно трећи. Прецизна регулација протока, односно дотока егализоване воде на коагулацију у резервоар 1, омогућена је на основу праћења вредности на мерачу протока, који регулише пропусну моћ регулационог вентила. Хемијски третман се обавља у челичним резервоарима, који су подељени у три секције и хидраулички су сукцесивно повезани у низ. Свака секција је посебан реактор, у којем се одвија специфична, предвиђена, реакција. Мешање се обавља вертикалним мешачима, односно мешалицама. Хемијски третман обухвата три компатибилна и међусобно повезана поступка – коагулација, базификација и флокулација.

Коагулација - У првом реактору се обавља процес коагулације. Сврха процеса коагулације је редукција одбојних електростатичких сила, које спречавају колоидне честице (суспендоване материје и уља) да се споје и укрупне. Процес се обавља уз помоћ ферихлорида у киселој средини, коју обезбеђује сумпорна киселина која се дозира (слика 34). Дозирање ферихлорида је пропорционално улазном протоку, у складу са дозом коју задаје оператор. Дозирање сумпорне киселине се контролише помоћу pH сонде, која је монтирана у реактор. Задата pH вредност се одржава у опсегу 3,5-5,0 (4,5). У конструктивном погледу, реактор за процес коагулације заједно са прихватним резервоаром пречишћене воде чини јединствену целину. Резервоар је подељен преградним зидом, од челичног лима, на две коморе, од којих је једна комора реактора, а друга је комора танк, за прихват избистрене воде.

Базификација – По окончању овог процеса третирана вода преливом прелази у следећи базен у коме се врши базификација, односно дозирање раствора кречног млека за одржавање предвиђене pH вредности средине потребне за издвајање присутних тешких метала. У другом реактору pH вредност се повећава дозирањем натријум-хидроксида

(NaOH) на вредност 8-9,5 (8,5), коју регулише и одржава pH сонда монтирана у реактор (слика 35).



Слика 34. Процес коагулације – додавање коагуланата



Слика 35. Базификација отпадне воде због регулисања pH вредности

Флокулација - У последњем реактору, у технолошком низу се одиграва финална флокулација, уз дозирање полиелектролита и то анјонског полиелектролита. Полиелектролит је дугачак ланац органских молекула полиакриламида, са великом молекулском масом. Када дође у контакт са суспендованим материјама присутним у води, полиелектролит прикупља те честице и лепи их заједно.



Слика 36. Формирање флокула

На тај начин се формирају веће флокуле, које се због увећане тежине лако таложе и вода постаје бистра (слика 36). Полиелектролит се припрема и дозира на лицу места. Дозирање је пропорционално улазном протоку. Просечна доза је $1-2 \text{ mg/l}$ (рачунато на нерастворену хемикалију). Као што је поменуто, резервоар за флокулацију је направљен од лимова, структурних елемената и носача од црног челика, заштићен епоксидним премазом и споља и изнутра. По завршеном хемијском третману технолошка отпадна вода, хемијски третирана, гравитационо отиче у следећу фазу обраде, а то је бистрење или седиментација која се одвија у ламела сепаратору.

5.2.1.3 Бистрење и евакуација муља

Након обављеног процеса флокулације, вода гравитационо одлази у Ламела сепараторе, на процес седиментације (слика 37). За физичко-хемијско раздвајање течне и чврсте фазе третиране отпадне воде 1 постављен је као што је речено ламела сепаратор. Ламела сепаратор се састоји од танка/резервоара за смештај два комплета ламела, направљен од угљеничног челика заштићеног епоксидним премазом. На дну сепаратора је по целој дужини латералног зида постављен уређај за сепарацију и одвајање муља. На најнижем делу овог уређаја се налази пужни транспортер за евакуацију муља.



Слика 37. Ламела сепаратори за отпадне технолошке воде 1 и 2

У јединицама ламела сепаратора 1 и 2 обавља се бистрење воде (слика 38). Суспендоване материје се издвајају и евакуишу са дна као разређени муљ. Муљ се из сепаратора извлачи, односно препумпава, завојним муљним пумпама на даљу обраду.

За евакуацију муља из ламела сепаратора уграђена је запреминска пумпа са завојним ротором. Прикупљени муљ у сепаратору се евакуише пужним скрепером и усмерава/напаја завојну пумпу. Пумпа има завојно радно коло и опремљена је редуктором, директно повезаним на пумпу.

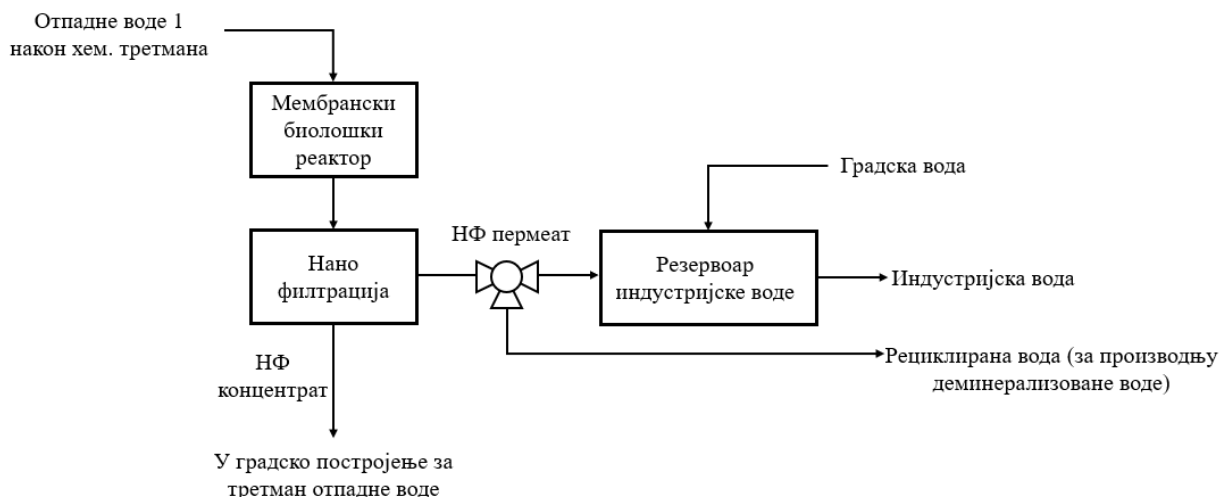
Избистрена вода се гравитационо води у прихватни резервоар у коме се врши финална неутрализација. Резервоар за финалну неутрализацију је челични резервоар и у њему се обавља финално подешавање pH вредности пречишћене отпадне воде 1, пре испуштања у шахт са мерачем протока, а затим у градску канализацију. У овом резервоару се зависно од потребе обавља дозирање сумпорне киселине или натријум-хидроксида, тако да се излазна вредност пречишћене воде одржава у опсегу од $7 \div 9$. Из резервоара се преко прелива део пречишћене отпадне воде одводи до Постројења за рецикулацију, а део се испушта у градски колектор.



Слика 38. Ламела сепаратори – приказ ламела

5.2.1.4 Рециркулација пречишћене отпадне воде

Пречишћене отпадне воде 1 се након финалне неутрализације, пребацују у прихватни резервоар за пречишћену отпадну воду 1, одакле се преко пумпног система пребацује до Постројења за рециркулацију и даљег третмана (слика 39). Постројење за рециркулацију се састоји из биолошког МБР третмана и десалинационог третмана. Отпадне воде уводе се у мембрански биолошки реактор (МБР). Овај биолошки реактор је смештен у аерационом базену који се налази изван Постројења за третман отпадне технолошке воде. Вода се у склопу МБР реактора пропушта кроз две ултрафилтрационе јединице, након чега се одређена количина концентрата из ултрафилтрационих јединца испушта у градски канализациони систем. Пречишћена вода се препумпава уз додатак натријум-хипохлорита и лимунске киселине, у базене чисте воде. Из базена чисте воде, вода се након проласка кроз нови ултрафилтрациони систем складишти у танку и користи се као индустријска вода и за производњу деминерализоване воде.



Слика 39. Рециркулација воде

5.3 Отпадне воде 2

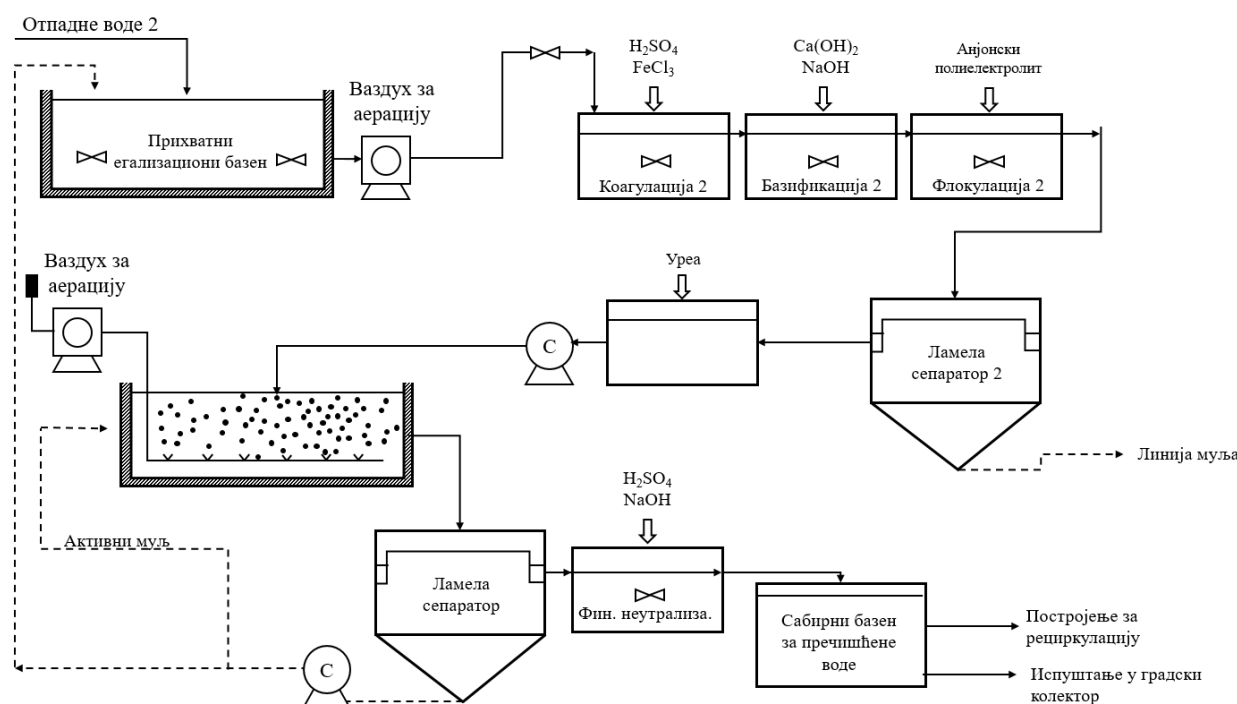
Отпадне воде 2 настају у следећим процесима:

- Припрема каросерија;
- Кабина за бојење каросерија;
- Браници – бојење;
- Катафореза – концентрати;

Отпадне воде 2 су веома загађене и оне представљају концентрате који се једно време користе и рециркулишу у процесу, а по засићењу се испуштају и замењују свежим растворима технолошких хемикалија. Ови засићени и истрошени раствори се шаљу у прихватни базен отпадних вода 2 на егализацију и третман у Постројењу.

5.3.1 Линија за третман технолошких отпадних вода 2

На слици 40 дата је шема линије за третман технолошких отпадних вода 2.



Слика 40. Линија за третман технолошких отпадних вода 2

5.3.1.1 Егализација

Због различитог нивоа загађености отпадне воде које настају у технолошким процесима у Лакирници се одвојено прикупљају. Све технолошке отпадне воде 2 се преко два одвојена цевовода доводе у заједнички прихватни и егализациони базен (слика 41). Запремина прихватног резервоара је дефинисана на основу предвиђене динамике испуштања отпадних вода 2, а треба имати на уму да се оне не испуштају сваког дана у прихватне резервоаре. Егализациони базен отпадних вода 2 је бетонски правоугаони базен. Прихватни резервоар за отпадне воде 2 из погона Лакирнице и погона Фарбања браника прихвата сву количину технолошке отпадне воде 2 која се може јавити у поменутим погонима. Значи, у овај резервоар се допремају отпадне воде 2, односно концентрати, од припреме каросерија, фарбања каросерија, фарбања браника и концентрати из катафорезе, као и повратни токови замуљене воде из сепаратора-таложника, дренажа из базена за припрему муља, прелив из угушћивача муља (супернатант) и дренажне воде са филтер

пресе. У овом резервоару обавља се егализација и ретензија свих технолошких отпадних вода 2, у циљу добијања уједначеног квалитета на излазу.



Слика 41. Прихватни и егализациони базен за технолошке отпадне воде 2

У функцији мешања, односно егализације отпадних вода 2, у резервоару се налази опрема за мешање и егализацију (слика 42). Након прихватања и егализације технолошка отпадна вода 2 се препумпава у Постројење на хемијски третман, који је први у технолошком низу пречишћавања. Пумпа је опремљена редуктором, директно повезаним на пумпу. Редуктор се ручно подешава помоћу ручног кола.



Слика 42. Приказ мешача

5.3.1.2 Хемијски третман

У реакционим базенима се одвија физичко-хемијски третман отпадних вода 2 који је по технолошким поступцима исти као и за технолошке отпадне воде 1. Хемијски третман технолошких отпадних вода 2 се састоји од следећих фаза:

- У првом реакционом суду опремљеном вертикалним мешачем врши се дозирање сумпорне киселине и ферихлорида у циљу регулисања pH вредности и започињања процеса коагулације.
- У другом резервоару са вертикалним мешачем врши се дозирање креча у циљу базификације отпадне воде, односно постизања оптималне вредности pH , неопходне за издвајање присутних тешких метала.
- Трећи суд у низу представља флокулациону комору у којој се налази спори вертикални мешач и где се на уласку дозира анјонски полиелектролит у сврху стварања већих флокула погодних за таложење.

Након хемијског третмана, флокулисана отпадна вода се гравитационо одводи у ламела сепатор, у коме се врши одвајање бистре фазе од флокулисаног хемијског муља. Исталожен муљ се из ламела сепаратора транспортује на кондиционирање и дехидратацију, а избистрена вода преливом одлази у прихватни базен, где се врши и дозирање нутријента (уреа).

5.3.1.3 Биолошки третман

Третирана (избистрена) вода се из тог резервоара препумпава, односно враћа се на нову локацију, у МББР базене, који су у грађевинском погледу саставни део прихватног резервоара технолошких отпадних вода 2 (слика 43). У том смислу може се рећи да избистрена отпадна вода ослобођена хемијског муља, са додатком нутријента доспева у МББР реакторе а и б, у којима се аеробним путем на флуидизирајућем слоју посебне испуне, врши биолошко пречишћавање претходно избистрених технолошких вода. Велику флексибилност у раду и велики капацитет уређаја обезбеђује примена најновије технологије у аеробном пречишћавању отпадних вода МББР (*Moving Bed Biofilm Reactor*).



Слика 43. МББР базени

Покретни слој се састоји од *AMB Media (Assisting Moving Bed)*, односно пластичних прстенова – носачи Б филма, који повећавају активну површину на којој се налази микрофлора која прерађује органске материје у реактору, тако да се постиже велика компактност уз велику ефикасност пречишћавања отпадне воде (слика 44).



Слика 44. Носачи Б филма у МББР базену

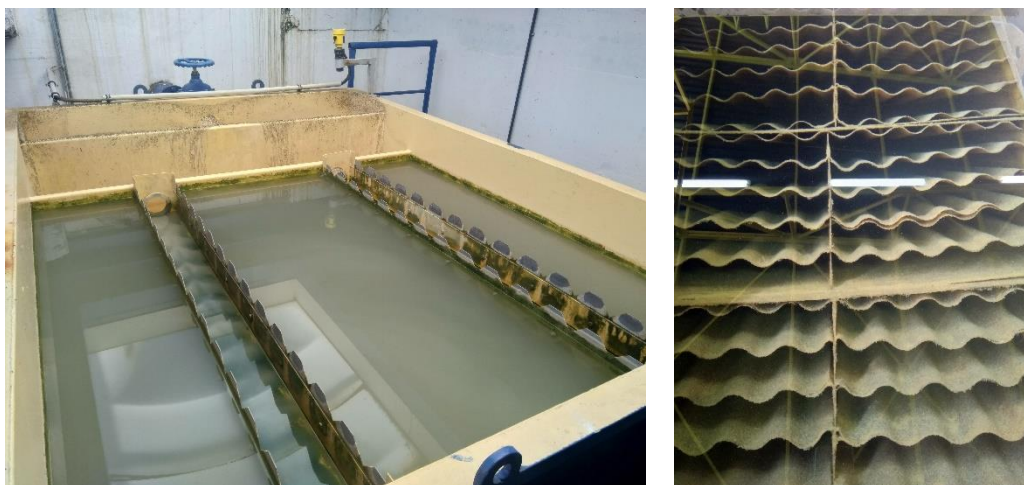
У *MBBR* реакторима се одвија оксидација у присуству велике количине кисеоника (аеробни процес). Кисеоник се интензивно удувава на дну комора реактора, при чему он подстиче интензивно мешање муља и *AMB* медија, тако да је вода константно засићена кисеоником и оксидација се одвија у скоро идеалним условима. Због засићености воде кисеоником, анаеробни услови су сведени на најмању могућу меру, тако да нема појаве непријатних мириса. Један од ефеката велике засићености кисеоником је појава ауторазградње муља који се појављује у реактору, тако да је количина муља који се избацује сведена на најмању могућу меру. Постоје два реактора за *МББР* који су међусобно повезани цевоводом – двостепена биолошка обрада. Поред ових реактора налазе се просторије у којима се налази потребна хидро-машинска и електро опрема.

Опрема за аерацију која се смешта у реакторе обухвата следеће компоненте:

- Дуваљке у компактној изведби у кућишту од ливеног гвожђа – комплетирано са постољем, пригушивачем буке на улазу и излазу ваздуха, филтером за ваздух, вентилом за притисак, неповратним вентилом, манометром, еластичним прикључком, антивибрационим носачима.
- Цевасте дифузор групе за унос ваздуха у коморе *МББР*-а. Дифузор групе су са еластичном мембраном, порозности 60 микрона за fine мехуриће ваздуха. Поре су прилагођене за контракције у зависности од притиска ваздуха. Експанзија са повећањем ваздушног притиска подразумева избацивање честица потенцијално задржаних у порама. Када се доток ваздуха заустави, подразумева се затварање пора и спречавање уласка воде у дуфузоре.
- Маса за испуну – носачи Б филма, којом се пуни биоаерациони базен обогаћен са рециркулисаном биомасом, у циљу стварања покретне увећане контактне површине погодне за лепљење и раст биомасе (*МББР* систем).

Испуну чине елементи цилиндричног облика таласасте површине, која је и са спољне и са унутрашње стране обогаћена преградама и каналима специјално дизајнираних за максималне површине за пријањање биомасе. У случају прекида аерације испуна ће потонути на дно базена.

Након проласка кроз коморе биолошког уређаја, третирана вода прелива у ламела сепаратор, где се врши одвајање биолошког муља, који се препумпава поново у прихватни базен, а бистри део се прикупља у прихватном базену из ког се препумпава уз додатак катјонског полиелектролита у додатне избистриваче (накнадни таложници), где је предвиђено да се обави процес накнадног одвајања муља (слика 45).



Слика 45. Ламела сепаратор – поређење лошег и доброг третмана отпадне воде

Обзиром да се у у избистреној води која након МББР реактора пролази кроз ламелни сепаратор још увек може наћи нека количина биолошког муља, предвиђено је да се третирана вода из прихватног базена препумпава у челичне резервоаре у којима се врши додатна седиментација уз претходни додатак катјонског полиелектролита.

Биолошки муљ, који се одваја у накнадним таложницима, пнеуматским пумпама одводи се на заједничку припрему муља, у базен, одакле се гравитационо води у угушћивач муља. Избистрени ефлуент се из накнадних таложника преливом води, односно усмерава, у резервоар на финалну неутрализацију у коме се врши завршно регулисање pH вредности или директно води у излазни шахт, односно у канализациони систем фабрике, у зависности од постигнутог квалитета ефлуента. У случају дотока ефлуента 2 у овај резервоар обавља се завршна корекција pH вредности заједно са ефлуентом отпадних вода 1, и пречишћена вода се може складиштити у ретензионом резервоару, одакле се препумпава на даљи третман на Постројењу за Рециркулацију.

5.4 Отпадне воде из осталих погона

Ове отпадне воде настају у следећим погонима фабрике:

- Прање аутомобила;
- Монтажа.

Просечни квалитет отпадне воде је добар, с тим да може доћи до повремених одступања концентрација уља и суспендованих материја у односу на МДК вредности. Отпадна вода из осталих погона се пречишћава до нивоа дозвољеног за упуштање у градску канализацију.

Концепт пречишћавања отпадних вода из осталих погона заснован је на физичко-хемијском третману отпадне воде, уз поступак уклањања уља и масноћа.

5.4.1 Технолошки поступак пречишћавања отпадних вода из осталих погона

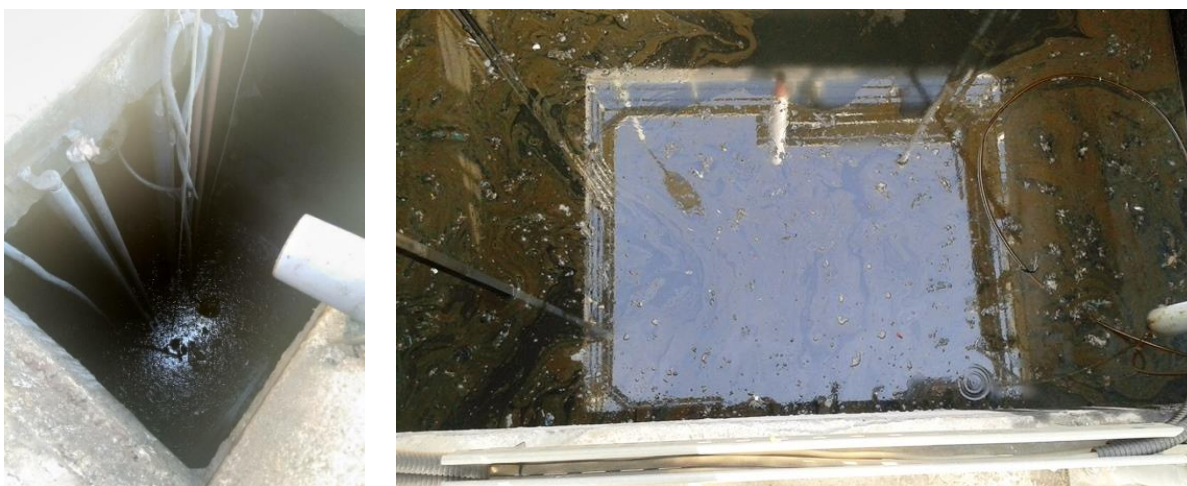
Све отпадне воде из осталих погона се, преко технолошке канализације фабрике, допремају до подземног, прихватног, резервоара, који се налази испред Постројења. У оквиру поменутог прихватног резервоара, се налазе потопљене пумпе, са припадајућом пратећом хидро-машинском опремом.

5.4.1.1 Егализација

За прихват отпадних вода из осталих погона користи се бетонски базен чија је пројектована запремина зависила од времена задржавања. У овом резервоару се обавља сакупљање и егализација свих технолошких отпадних вода из погона фабрике, уз процес уклањања површинског уља из отпадне воде.

Обзиром да отпадне воде из осталих погона, повремено, могу имати повећани садржај уља, у егализациони базен је постављен цеваст одвајач уља који служи за уклањање уља које се издвојило на површини воде. Принцип рада цевастог одвајача уља се заснива на афинитету уља, које плива у резервоару, и задржава се на пластичном цреву одвајача. У току рада уређаја, односно пролажења пластичног црева кроз погонски механизам, долази до скидања уљне фазе, која се преко засебног цеговода, гравитационо транспортује до резервоара за концентрисање уља у коме се врши сепарација уљне и водене фазе (слика 46). Разделник, односно резервоар за концентрисање уља, је једноставан статички уређај у којем се вода одваја од уља због разлика у густини. Водена фаза се враћа у базен за егализацију, а уљна фаза одлази у резервоар за прихват и складиштење отпадног уља. Из овог челичног резервоара се повремено, када се напуни, путем дренажног шахта и пнеуматске пумпе врши претовар овако издвојеног уља у камион-цистерну, који ово уље одвози на предвиђену локацију. Након обављеног процеса егализације и уклањања уља,

отпадна вода се препумпава на хемијски третман, контролисаним протоком, преко потопљених пумпи. За ту сврху је уграђен сет од три потопљене центрифугалне пумпе.



Слика 46. Прихватни базен за отпадне воде из осталих погона и цевасти одвајач уља

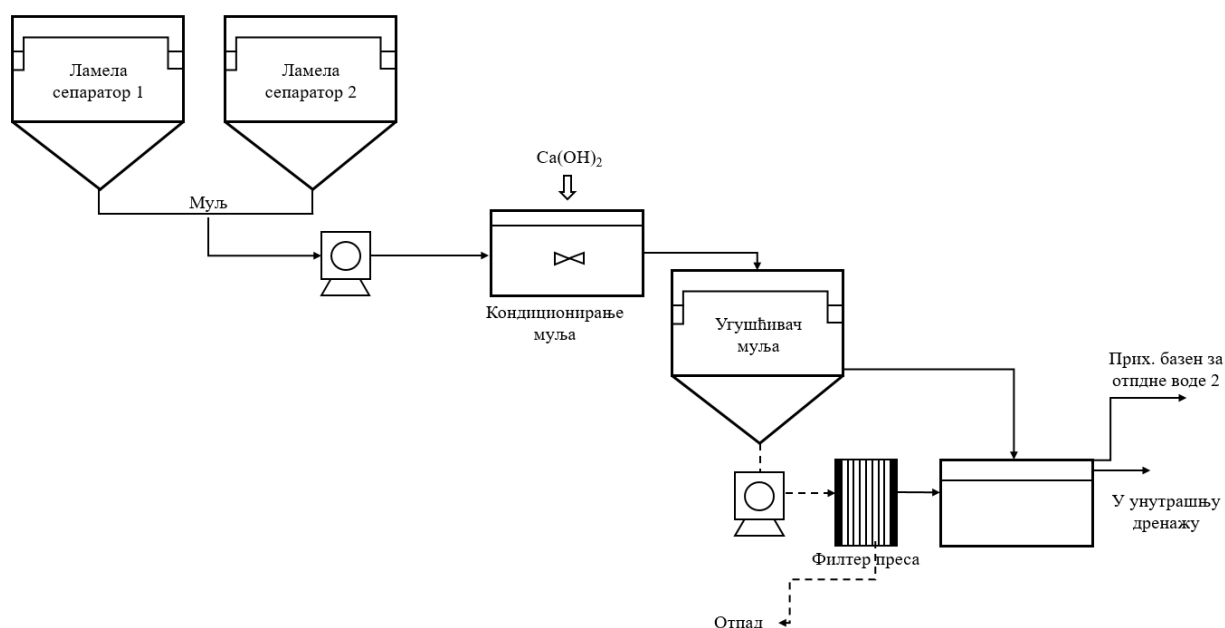
5.4.1.2 Хемијски третман

Као и код претходних процеса третмана, и овде се хемијски третман обавља у посебним челичним резервоарима који су подељени у три секције.

Коагулација - Процес се обавља уз помоћ ферихлорида у киселој средини, коју обезбеђује сумпорна киселина која се дозира. Дозирање ферихлорида је пропорционално улазном протоку, у складу са дозом коју задаје оператор. Дозирање сумпорне киселине се контролише помоћу pH сонде, која је монтирана у реактор. У исти реактор се дозира и бентонит у праху. Ово је специјална врста глине, са добрим површинским апсорпционим особинама према уљима. Бентонит се дозира као водена суспензија, пропорционално улазном протоку, у складу са дозом коју задаје оператор. По окончању ових процеса третирана вода преливом прелази у следећи базен где се врши базификација, односно дозирање раствора кречног млека за одржавање предвиђене базне вредности pH средине потребне за издвајање присутних тешких метала. Дозирање креча је аутоматски према задатој вредности pH . Из базена за базификацију вода прелива у трећи базен (флокулација) који има преткомору са брзим мешачем, где се дозира анјонски полиелектролит за флокулацију, као и комору за флокулацију која је опремљена са два вертикална спора мешача и где се обавља сам процес флокулације. Дозирање полиелектролита је аутоматско, пропорционално протоку отпадне воде. Из коморе за флокулацију третирана вода са формираним флокулама прелива у ламела сепаратор где се обавља финално бистрење и пречишћавање технолошке отпадне воде. Избистрена вода се гравитационо води у прихватни базен одакле се, преко прелива, испушта у канализациони колектор.

5.5 Линија муља

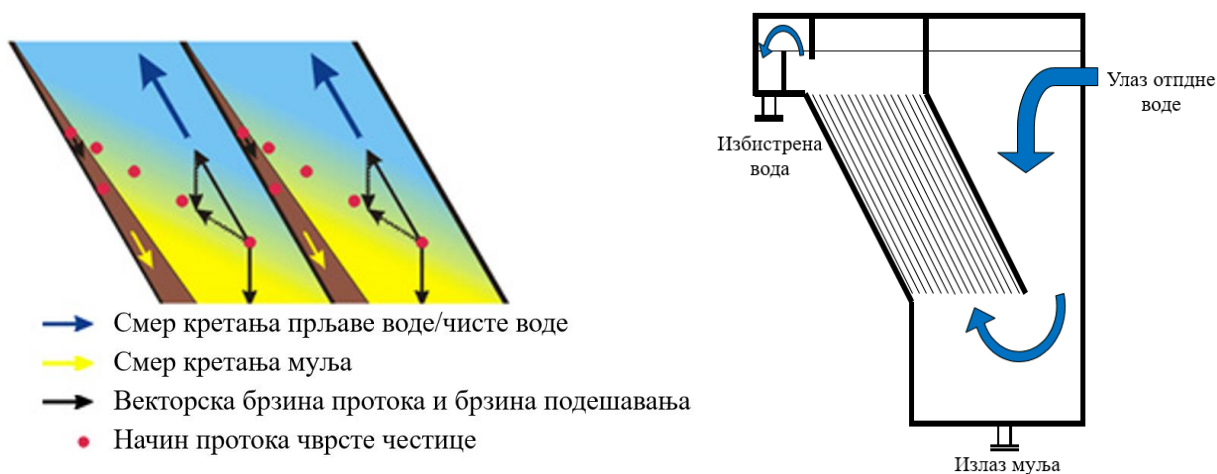
У постројењу постоји обједињени третман муља, који настају у процесима пречишћавања, како отпадних вода 1 тако и отпадних вода 2. На слици 47 дата је шема линије за муљ.



Слика 47. Линија муља (отпадне воде 1 и 2)

Места настајања муља, који се третира на Линији муља, су следећа:

- Отпадне воде 1 – Хемијски муљ, који настаје код ламела сепаратора и препумпава се у резервоар за припрему муља;
- Отпадне воде 2 – Хемијски муљ, који настаје код ламела сепаратора за отпадне воде 2 и препумпава се такође у исти резервоар за припрему муља као и код муља из отпадне воде 1;
- Биолошки муљ, који настаје при декантацији у накнадним таложницима након биолошког третмана и који се такође препумпава у исти резервоар за припрему муља.



Слика 48. Принцип рада сепаратора

Поменути муљеви који настају у технолошким поступцима обраде отпадних вода 1 и 2 (слика 48), доводе се у заједнички отворени резервоар у коме се врши кондиционирање муља уз додатак кречног млека. Егализација муља обавља се уз помоћ два мешача, а

количина додатог кречног млека се регулише аутоматски помоћу индустријског pH метра, који усклађује дозу према задатој вредности pH , која се креће у опсегу од $7 \div 9$. На дну резервоара се налази ручни вентил помоћу кога се врши повремена дренажа овог резервоара. Ова дренажа води у гравитациони прихватни резервоар у који доспева и супернатант (преливна вода) из угушћивача муља, као и филтрат из филтер пресе. Муљна суспензија која остаје на дну гравитационог прихватног резервоар, препумпава се центрифугалним муљним пумпама за суву изведбу у прихватни резервоар отпадних вода 2. Избистрена фаза из овог резервоара, преко прелива, одлази у сабирни канал, а затим у канализацију. По обављеном кондиционирању, егализовани муљ са концентрацијом муља од око 1% се гравитационо одводи у угушћивач муља у коме се врши угушћење муља. Угушћени муљ се волуметријским/клипним пумпама препумпава на коморну филтер пресу. Концентрација муља после угушћавања износи 3%. Са угушћивача, се филтрирана вода сакупља у прихватном резервоару за филтрирану надмуљну воду, која се враћа на линију за отпадну воду 1, у прихватни резервоар. Филтрат из пресе, који се аутоматски издваја у процесу филтрирања муља, се гравитационо одводи у гравитациони прихватни резервоар. Филтер преса (слика 49) за дехидратацију муља је аутоматског типа: затварање, пуњење, сабијање и на крају филтрација. Контрола и регулација процеса се обавља са локалног командног ормана. Отварање пресе захтева налог оператера, а пражњење муља се обавља уз асистенцију оператера.



Слика 49. Филтер преса

Процес филтрирања муља, дакле, обавља се на коморној филтер преси. То је заправо процес дехидратације, односно обезводњавања муља који се одвија помоћу притиска тако да се из муља истискује влага, а унутар саме пресе формира се муљни колач (слика 50).



Слика 50. Филтер преса и њен шематски приказ

Принцип обезводњавања муља код коморних филтер преса се заснива на сепарацији чврсто-течно захваљујући деловању притиска. По запуњавању комора формираним муљним погачама (дехидратисани муљ), оне се отварају и муљне погаче испадају на тракасти транспортер, па у контејнер (слика 51). Из Постројења се муљне погаче директно предају Оператерима који песедују Дозволу за управљање опасним отпадом.



Слика 51. Филтер погача и могућност њеног коришћења

5.6 Линија складиштења, припреме и дозирања хемикалија

За потребе технолошког поступка пречишћавања технолошких отпадних вода користе се следеће хемикалије:

- Раствор кречног млека;
- Коагулант – ферихлорид;
- Сумпорна киселина;
- Натријум-хидроксид;
- Нутријент –уреа;
- Флокулант - анјонски полиелектролит;
- Флокулант – катјонски полиелектролит.

У оквиру Постројења налази се просторија у којој се складиште ове хемикалије и у којој се налази опрема за припрему раствора анјонског и катјонског полиелектролита. Дозир пумпе су постављене на самим резервоарима за дозирање хемикалија, односно на челичним рамовима – скидовима (слика 52).



Слика 52. Складиштење и дозирање хемикалија

У наставку ће бити дат преглед коришћених хемикалија.

5.6.1 *Раствор кречног млека*

За припрему кречног млека користи се хидратисани креч који се складиштити у силосу за креч. Раствор креча - кречно млеко у технолошком поступку има двоструку намену и то прво за кондиционирање примарног муља пре угушћивача муља и друго за регулисање pH -вредности у неутрализацији и везивање фосфата у облику нерастворних соли (базификација).

Кондиционирање примарног муља се врши кречом (кречним млеком) на улазу у угушћивач муља у посебној предкомори опремљеном брзом механичком мешалицом. Потребна количина креча износи 10% од садржаја суспендованог материјала у примарном муљу. Регулисањем pH -вредности на око 7,5 омогућава се уклањање цинка из раствора, као и уклањање фосфата.

5.6.2 *Ферихлорид – коагулант*

Као коагулант у процесима хемијског третмана отпадних вода 1 и 2 се користи раствор ферихлорида $FeCl_3$. За дозирање се користе два пара мембранских дозирних пумпи опремљених сигурносним вентилом. Проток се аутоматски регулише од 0 до 100% помоћу електромотора којим управља аналогни сигнал.

5.6.3 *Сумпорна киселина*

Као средство за регулацију pH вредности у процесима хемијске обраде отпадне воде 1 и 2, као и у процесу финалне неутрализације, односно подешавања излазне вредности pH пре испуштања у канализацију се користи раствор сумпорне киселине H_2SO_4 . У резервоар у коме се дозира ова хемикалија унутрашња површина је заштићена одговарајућим епоксидним премазима. За дозирање се користе три пара мембранских дозирних пумпи које су опремљене сигурносним вентилом. Подешавање протока на дозир пумпи у опсегу од 0 до 100% је ручно.

5.6.4 *Натријум-хидроксид*

Натријум-хидроксид 30% раствор служи у технолошком процесу за подешавање pH вредности и као пуфер у хемијском третману отпадних вода 1, које имају значајније већу концентрацију тешких метала које треба издвојити у процесу. Поред тога служи и за подешавање излазне вредности pH ефлуента пре испуштања у канализацију. Натријум-хидроксид је бела кристална супстанца. Брзо апсорбује влагу из ваздуха. Раствара се у води, при чему се развија велика количина топлоте. Тако растворен реагује са многим елементима (металима и неметалима). То је веома јака и веома корозивна база.

5.6.5 *Нутријент – Уреа*

Као средство за одржавање и побољшање биолошких процеса у МББР реакторима се дозира 20% раствор урее. Уреа се набавља у чврстом стању запакована у џакове од 50 кг и као таква се лагује у просторију, где је предвиђено и лагровање катјонског и ањонског полиелектролита који се пакују у вреће. За припрему раствора се користите два резервоара. Резервоар 1 је опремљен ејектором за квашење и растварање чврстих хемикалија и вертикалним мешачем и он се користи за припрему раствора, који се постојећим пумпама пребацује у резервоар 2 из кога се вршити дозирање у прихватни резервоар, из кога се хемијски обрађена отпадна вода 2 пумпа у МББР реакторе. Уреа је у облику чврстих белих кристала или љуспи без мириса и растворна је у води. Под дејством топлоте она се топи и

разлаже уз продукцију амонијака. Нутритијент-уреа (20% раствор) у предметном пројекту се додаје као средство за одржавање и побољшање биолошких процеса у МББР реакторима.

5.6.6 Полиелектролит

Као полиелектролит се користе ањонски и катјонски полиелектролити.

Ањонски полиелектролит – Флокулант

Као средство за увећање масе насталих флокула у процесима коагулације и базификације користи се 0,1% ањонског полиелектролита – полиакриламида.

Катјонски полиелектролит

Као средство за кондиционирање биолошког муља, који је евентуално заостао у избистреној води, после ламела сепаратора иза МББР реактора, и који доспева у гравитационе постседиментационе базене (накнадни таложници), користи се 0,2% раствор катјонског полиелектролита – полиакриламида.

Нарочиту пажњу треба обратити на заштиту при коришћењу хемијских средстава за обраду воде. Радници који раде на постројењу морају бити упознати са агресивним деловањем тих хемикалија. Поред њих по здравље радника опасне су и саме отпадне воде.

5.7 Мере за унапређење третмана отпадних вода у аутомобилској индустрији

Према прогнозама, до 2050. године светско становништво ће порастати на 9,1 милијарди, а потражња за водом ће се повећати за 55 одсто од садашњег нивоа и очекује се да ће 40 % светске популације имати проблема са несташицом воде.

Проблеми са водом, као што су повећање „стреса воде“ (енг. *water stress*) у вези са растућим становништвом и строжијим прописима као одговор на погоршање квалитета воде у рекама и другим водним изворима, су важна питања из перспективе ризика у корпоративним предузећима. Вода се користи у лакирници и другим производним процесима аутомобила. Због тога је неопходно смањити утицај на водно окружење, колико год је то могуће.

Иако се питања везана за воду и мере разликују у зависности од региона, аутомобилска индустрија треба да успостави своју политику везану за водене животне средине и предузме акције како би постигла циљеве сопствених изазова за водно окружење на глобалном нивоу. Политика оцењује утицај на водна окружења и окренута је ка смањењу тих утицаја са две перспективе:

- улазна страна, где се предузимају темељне мере за смањење потрошње воде и
- излазна стране, где се предузимају свеобухватне мере за пречишћавање воде.

Уједно, неопходно је предузети низ акција из три смера пре свега: потрага за еколошким технологијама, операцијама у заједници и сарадња са друштвом.

Стратегија управљања водама се бави свим нивоима у пирамиди конзервације воде - смањити, поново употребити и рециклирати. Смањити представља темељ стратегије, пружајући највише могућности за побољшање по најнижој цени. То је фундаментални први корак у управљању водама. Средњи ниво, поновна употреба, максимизира вредност коришћене воде. На врху пирамиде је рециклажа, која је најскупља и најтежа за имплементацију.

Постоје значајне разлике у карактеристикама водене околине у зависности од региона, али постоје две главне стратегије: смањити количину воде која се користи и темељно пречистити воду и вратити је у животну средину. Неке аутомобилске фабрике су

имплементирале различите иницијативе као што је сакупљање кишнице како би се смањило коришћење индустријске воде, рециклажу отпадне воде како би се смањила потрошња воде у производним процесима и како би се смањиле количине воде повучене из извора воде. Још један циљ је враћање висококвалитетне воде у локалну средину.

5.7.1 Смањење употребе воде у производним процесима

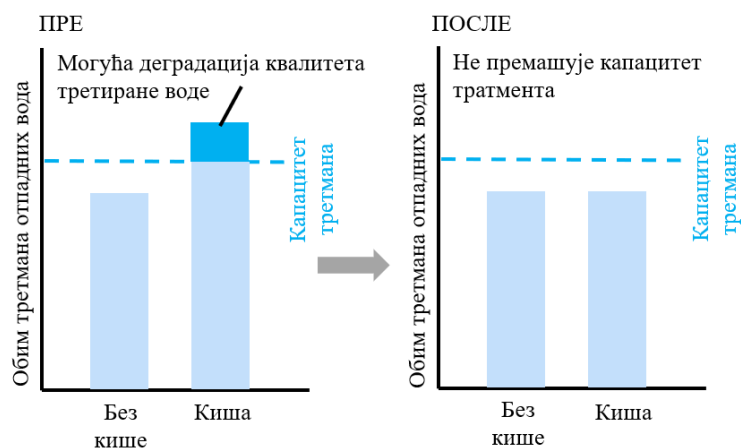
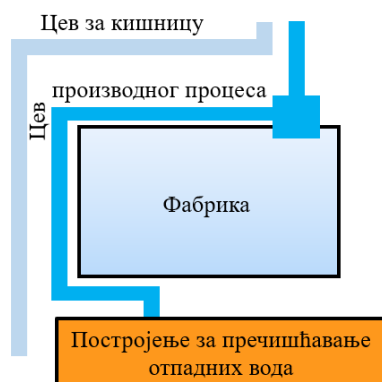
Смањење потрошње воде у производним процесима може се постићи увођењем иновативних технологија уз планиране надоградње на постојећим линијама и свакодневним мерама за смањење коришћења воде. Тако су неке аутомобилске индустрије предузеле мере у процесима предтретмана у Лакирници, која иначе користи велике количине воде. Главна мера која је предузета односила се на примену рециклиране отпадне воде у процесима хемијског премаза и оптимизацији прскалица за прање у поступцима премазивања електроде да би се повећала ефикасност коришћења у процесима.

5.7.1.1 Коришћење кишнице

Коришћење кишнице представља један од начина за смањење количине индустријске воде која се користи у производним процесима. Треба имати на уму да употреба кишнице као индустријска вода захтева филтрирање и друга пречишћавања и третмане, што доводи до проблема у вези са трошковима пречишћавања. Кишница се спира са појединих објеката и меша са загађивачима и зато захтева посебан третман пре употребе. Посебан програм је коришћен за развој уређаја који може одвојити кишницу која садржи велике количине загађивача. Коришћење кишнице у индустријским процесима је проверно и потврђен је квалитет ове воде, одживост и издржљивост уређаја. Због свега наведеног киша која пада на кров постројења се одвојено сакупља, како би се поново употребљавала чиста кишница, чиме се смањује количина воде која се користи у постројењима.

Кишница и отпадне воде се чувају потпуно одвојено због оптималне ефикасности пречишћавања. У претходном систему, капацитет пречишћавања могао је бити прекорачен током јаких киша, што је утицало на квалитет третиране воде (слика 53). Одвајање кишнице из отпадне воде омогућава објекту да одржи квалитет третиране воде на високом нивоу [53].

КАПАЦИТЕТ ТРЕТМАНА



Слика 53. Коришћење кишнице

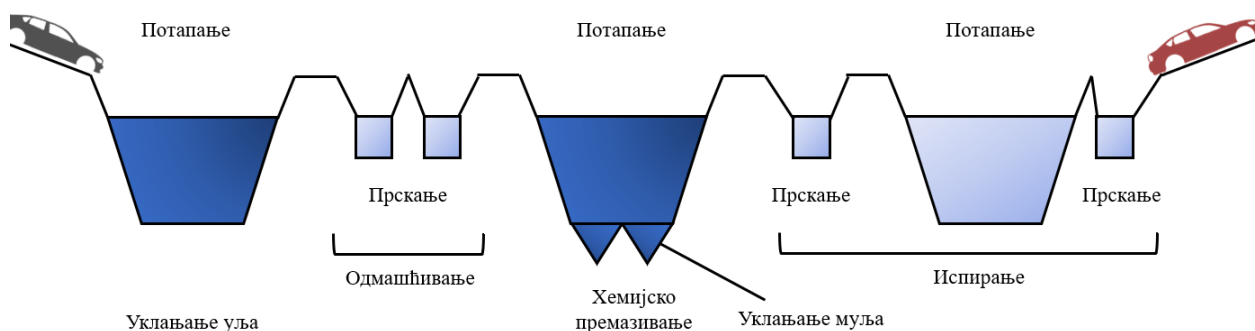
5.7.2 Четири приступа за пречишћавање воде

Могу се идентификовати четири приступа која се примењују како би се се побољшао квалитет отпадне воде из аутомобилске индустрије, која се испушта у реке и у канализационе системе.

5.7.2.1 Смањење супстанци

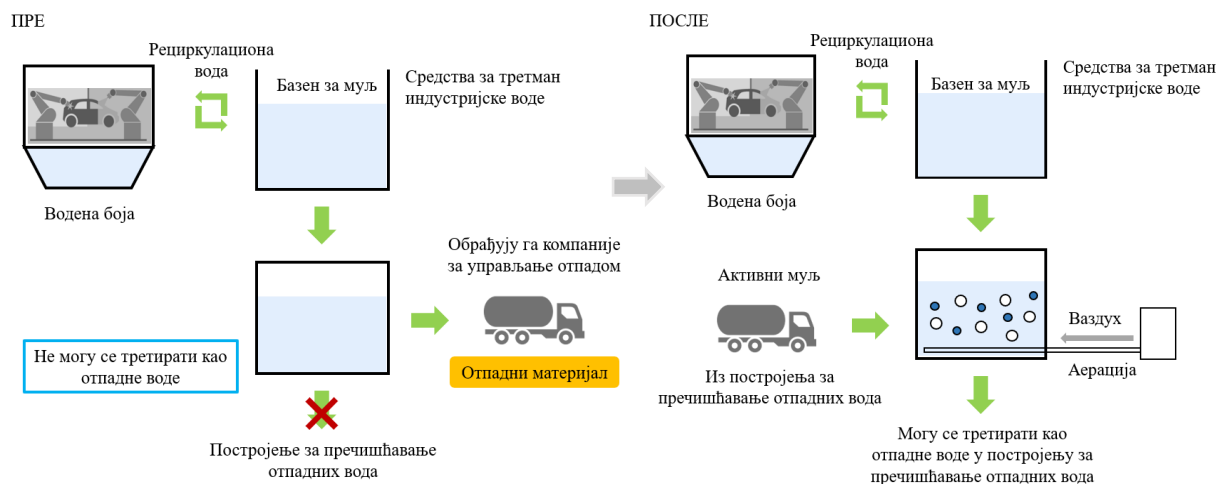
Хемијско премазивање аутомобила изводи се као процес третирања возила у Лакирници. Неке фабрике аутомобила су развиле технологије за коришћење агенаса за хемијско премазивање који су компатабилни са возилима која садрже алуминијум и челик, као и агенсе за третман без никла и фосфора чиме се смањује утицај на животну средину. Пребацивањем на процесе који не укључују материјале који стварају оптерећење на животну средину као што је никл, смањен је негативан утицај на квалитет отпадне воде која се преко дренажног система допрема до постројења за третман отпадне воде (слика 54).

Процес предтретмана возила у јединици Лакирница



Слика 54. Хемијско премазивање аутомобила

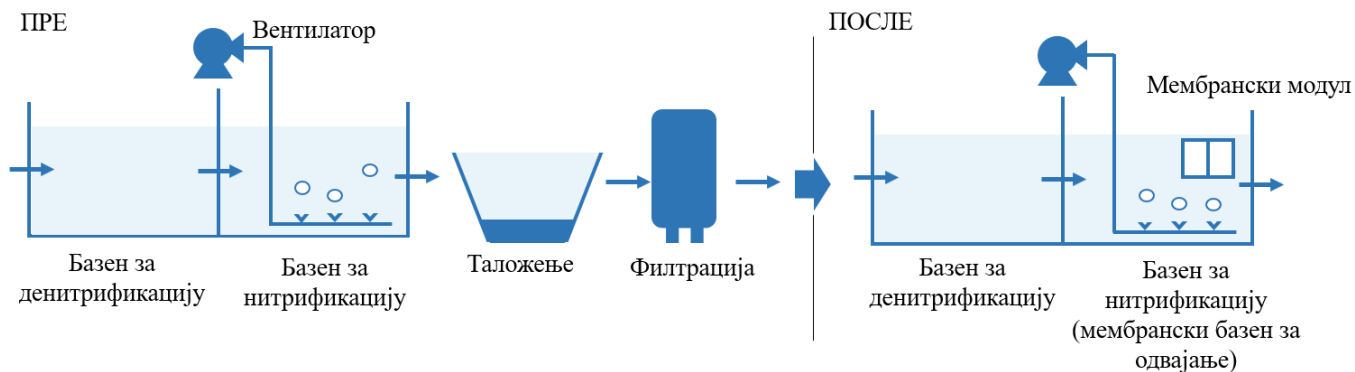
Лакирница користи боје на воденој бази у процесу фарбања горњег слоја како би се смањила емисија испарљивих органских једињења (VOC), а такође се могу извршити додатна унапређења у процесу како би се смањила количина генерисаног отпада. Код додавања овог слоја, део боје која се додаје, не задржава се за тело возила већ се одводи у рецикулациону воду која се одлаже у базен за муљ, који се мора периодично очистити. Отпадна течност (отпадна вода) која је генерисана приликом чишћења базена са муљом је превише концентрисана да би се третирали у постројењу за пречишћавање отпадних вода. Третман ове воде био је препуштен предузећима за управљање отпадом, све док поједине аутомобилске фабрике нису започеле сопствено третирање у овом резервоару са муљем и отпадном водом. Данас се у овом базену налази активни муљ, аеробни микроорганизми, који смањују концентрацију контаминације, уз употребу аератора током дужег периода (слика 55). На овај начин, резултујућа течност може се третирати као отпадна вода у постројењу за пречишћавање отпадних вода, чиме се директно смањује количина отпада [54].



Слика 55. Пример унапређења хемијског премазивања аутомобила

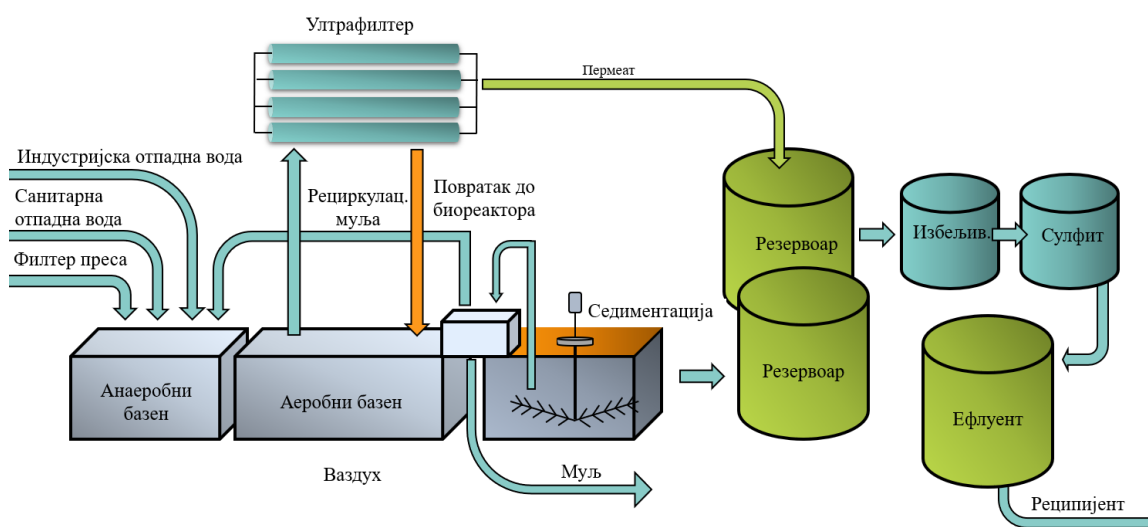
5.7.2.2 Одговарајући третман отпадних вода

Употреба система мембранских реактора, као напредна технологија третмана отпадне воде, уведена је у поједина постројења за пречишћавање отпадне воде. Основни задатак мембрана је да одвоји муљ, смањујући на тај начин ослобађање муља и постизање стабилног квалитета третиране воде (слика 56) [55].



Слика 55. Одабир одговарајућег третмана отпадних вода

Уграђивање ултрафилтера је од посебног значаја јер се биолошки систем постројења на тај начин преводи у мембрански биореактор (слика 57). То омогућава рециклирање од 50 литара у минути отпадних вода, што додатно смањује коришћење воде у постројењу за осам милиона литара годишње у просеку [56].



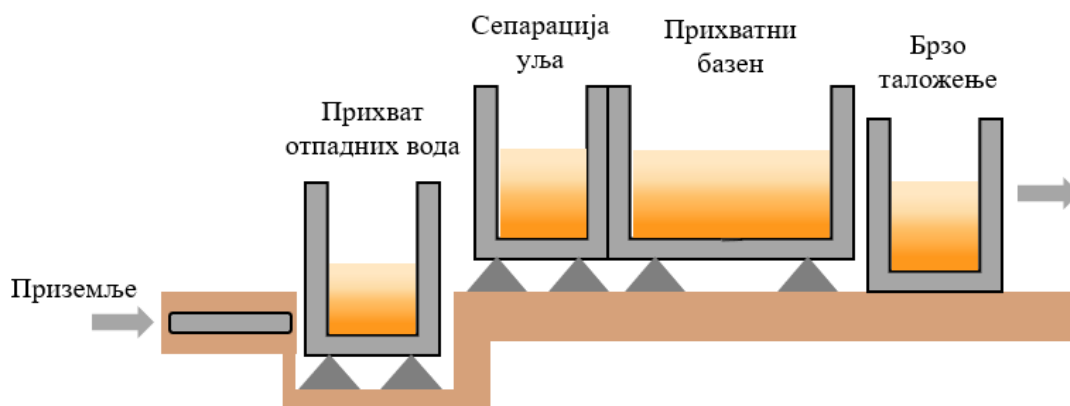
Слика 57. Уграђивање ултрафилтера

5.7.2.3 Контрола квалитета пречишћене воде

У постројењима за пречишћавање отпадних вода, опрема за мониторинг континуирано треба да прати квалитет третиране испуштене воде и да проверава било какву абнормалност опреме, а особље треба да врши дневне инспекције. Радници свакодневно треба да спроводе инспекцију на лицу места, проверавају боју (уљни филмови, замућеност), мирис (контаминација уља), звук (стање рада опреме) итд. Осим тога, треба да се спроводе периодичне анализе како би се утврдило да није дошло до загађења кишнице са загађујућим материјама, која иначе не пролази процес пречишћавања у Постојењу.

5.7.2.4 Спречавање цурења

Поред свега наведеног, треба предузети мере за спречавање цурења контаминираних воде са различитих места у постројењу за третман отпадне воде, као и мере за спречавање цурења чак и у несрећама. Неке од мера су: ископавање ровова (јарка) на улазима блока ради спречавања цурења, постављање цеви изнад земље тако да се лако могу испитати на цурење, и изградња насипа око уљних и хемијских резервоара. Базени за отпадне воде се могу поставити тако да се омогући њихово прегледање са свих шест страна, укључујући и дно, како би се открила цурења и како би се спречило да отпадна воде оде испод земље (слика 58) [57].



Слика 58. Спречавање цурења

6. ЗАКЉУЧАК

Управљање водама тражи интердисциплинаран приступ управо зато јер се ради о еколошко осетљивом ресурсу. За компаније и предузећа, која желе да опстану на тржишту и остваре успех, пословна етика и друштвено-одговорно пословање, више нису ствар избора већ императив.

Највећи загађивачи природних водних тела су отпадне воде које настају у различитим индустријама. Аутомобилска индустрија је убедљиво највећи потрошач воде јер њени производни процеси захтевају коришћење велике количине воде. У производним процесима у којима се користи вода долази до генерисања отпадне воде. Што је већа количина улазне воде, биће већа и количина отпадне воде. Ова отпадна вода у себи садржи различите загађујуће материје, а најчешће пронађени загађивачи су:

- 1) Укупно суспендоване чврсте материје као што су метали, уља, масти, боје, детерџенти, хром и фосфати, остаци боје, флуороводична киселина и амонијум бифлуоридни производи итд.;
- 2) Органски и неоргански загађивачи;
- 3) *ВРК5* (биолошка потрошња кисеоника) и *НРК* (хемијска потрошња кисеоником).

У складу са Законима о заштити животне средине, из отпадних вода морају бити уклоњени одређени загађивачи пре него што се оне испусте у окружење. Због тога већина аутомобилских фабрика у склопу свог комплекса има изграђено постројење за третман отпадних вода. Начин на који ће постројење бити организовано зависи од неколико фактора: количине отпадне воде, типа и врсте отпадне воде и финансијских средстава.

У аутомобилској индустрији најчешће се користе постројења у којима се одвија физичко-хемијски третман отпадних вода. Поред овог третмана, као допунски третман користи се биолошки третман отпадних вода због тога што се у отпадним водама налази висок садржај органског загађења. Након третмана пречишћена вода се испушта назад у окружење. Због ограничених залиха воде, многе аутомобилске компаније пред собом постављају високе циљеве. Наиме, оне унапређују своја постојећа постројења имплементирањем нове технологије која има за циљ да додатно пречисти воду и омогући поновно коришћење те воде у индустријским процесима. На овај начин, оне смањују потрошњу воде, а кружењем воде у индустријским процесима, смањује се и количина отпадних вода. У свету постоји мали број аутомобилских компанија које су поред постројења за третман отпадних вода, изградиле и савремена постројења за додатан третман и рецикулацију воде. Колико далеко су отишле, говори чињеница да се у њиховим прихватним базенима сакупљају и отпадне воде из осталих индустријских сектора који се налазе у близини. Вода која се пречисти, или се поново користи у индустријским процесима, или се потпуно пречишћена враћа у животну средину. Са друге стране треба имати на уму да постоје земље, као што је Република Србија, где је цена воде веома ниска, па је исплативије непрестано коришћење „јефтине“ воде из градске водоводне мреже, од улагања у додатно унапређивање постојећих система.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ford, H. (1992). *My Life and Work*. The country life press, Garden City, New York.
- [2] Николић, С. (1994). *Организација предузећа*. ДГИП „Просвета“, Ниш.
- [3] *How Products Are Made*;
извор: <http://www.madehow.com/Volume-1/Automobile.html>;
датум приступа 15.09.2018. године.
- [4] *Visually*;
извор: <https://visual.ly/community/infographic/transportation/materials-used-make-car-0>;
датум приступа 15.09.2018. године.
- [5] *Establishment of Swedish waste water technologies in Chinese automotive industry*;
Линк документа: http://www.w-program.nu/filer/exjobb/Kristina_K%C3%A4llander.pdf;
датум приступа 15.09.2018. године.
- [6] *BMW Group*;
линк документа: <https://www.bmwgroup-plants.com/en/production/vehicle-production.html>;
датум приступа 15.09.2018. године.
- [7] Пејновић, Д. (2016). *Завршни рад: Катафореа*. Свеучилиште Јосипа Јураја Штроссајера у Осијеку, Стројарски факултет у Славонском Броду, Хрватска.
- [8] *TOYOTA*;
линк документа: <http://blog.toyota.co.uk/factory-to-forecourt>;
датум приступа 16.09.2018. године.
- [9] Недић, Б. (2014). *Технологије спајања и монтаже*. Факултет инжењерских наука, Крагујевац.
- [10] Gruwez, J., Mortelmans, J., & Deboosere, S. (1999). *Waste water minimization and water reuse in the automotive and textile industry*. Forum for Applied Biotechnology.
- [11] Bandela, N., и Puniya, P. (2008). *Treatment of paint content in effluents of automobile industries*. Journal of Environmental Research and Development, 2(3), 426-431.
- [12] Asano, T. (2002). *Water from (Waste) Water - the Dependable Water Resource*. Water Science and Technology, 45(8), 24-33.
- [13] Irbagheri M., и Salehi, M. (2006). *Optimization of motor vehicle industries wastewater treatment methods with the aim of heavy metals removal and water reuse in pilot scale*. Journal of Environmental Health Science and Engineering, 3(4), 289-295.
- [14] El-Gohary, F., Abdel, R., Nasr F., & Ali, I. (1996). *Development industrial wastewater management programme (case study)*. Specialized Conference on Pretreatment of Industrial Wastewaters, 148-155.
- [15] El-Gohary, F., Abou, I., & Ali, I. (1989). *Wastewater management in the automobile industry*. Water Science & Technology, 21, 225-233.
- [16] Van Baardwijk, M., & Pols, B. (1990) *Water pollution prevention in the Netherlands*. In Proc. Intern. Conference on Pollution Prevention: Clean Technologies and Clean Products.
- [17] Sastry, A., Hashim, A., & Agamuthu P. (1995). *Waste Treatment Plants*. Narosa Publishing House, New Delhi.
- [18] Bandela, N., & Puniya P. (2007). *Treatment of paint content in effluents of Automobile industries*. Journal of Environmental Research And Development, 2(3), 426-431.

- [19] Скрипта са предавања из предмета Инжењерство заштите животне средине. Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2018.
линк документа: <http://moodle.mfkg.rs/course/view.php?id=511>;
датум приступа: 15.09.2018.
- [20] Китановић, Р. и Шуштершич, В. (2013). *Третман отпадних вода*. Војно технички гласник, 61(3), 122-140.
- [21] Материјал са предавања - Пречишћавање воде.
линк документа: [file:///D:/users/F50591C/Downloads/pzss-predavanja-II-1%20dop%20\(1\).pdf](file:///D:/users/F50591C/Downloads/pzss-predavanja-II-1%20dop%20(1).pdf);
датум приступа: 17.09.2018.
- [22] *Akruthi Enviro Solutions - Effluent Treatment Plant for Automobile Industry*;
извор: <http://www.neoakruthi.com/blog/effluent-treatment-plant-for-automobile-industry.html>;
датум приступа 16.09.2018. године.
- [23] Davies, P. (2005). *The Biological Basis of Wastewater Treatment*. Strathkelvin Instruments.
- [24] Serdarevic, A. (2014). *Razvoj i primjena MBR tehnologije u procesu prečišćavanja otpadnih*. Vodoprivreda 46, 77-87.
- [25] Templeton, M., & Butler, D (2011). *Introduction to Wastewater Treatment*. UK.
- [26] Metcalf & Eddy (1972). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse – Fourth Edition*. McGraw-Hill.
- [27] Цакић, М., Вељковић, В., Лазић, М., и други (2004). *European Union Oriented Environmental Management Courses*. Универзитет у Нишу, Технолошки факултет у Лесковцу.
- [28] *WWI – Water and Waste Water International - Reverse Osmosis Membranes play Key Role in Wastewater Reclamation*;
извор: <https://www.waterworld.com/articles/wwi/print/volume-21/issue-6/features/reverse-osmosis-membranes-play-key-role-in-wastewater-reclamation.html>;
датум приступа 17.09.2018. године.
- [29] *Water online – Industrial Wastewater Reverse Osmosis*;
извор: <https://www.wateronline.com/doc/industrial-wastewater-reverse-osmosis-0001>;
датум приступа 17.09.2018. године.
- [30] *Reuse Water*;
извор: <http://rochem.vn/index.php/reuse-water-in-automobile-industry/0001>;
датум приступа 17.09.2018. године.
- [31] Eisenmann. *Water Recycling – Solutions for the Automotive Industry*.
- [32] Gruwez, J., Mortelmans, J., & Deboosere, S. (1999). *Waste water minimization and water reuse in the automotive and textile industry*. Forum for Applied Biotechnology.
- [33] *Workshop trattamento acque primarie e reflue* (2016).
- [34] *Wastewater Reuse in Industry*;
извор: <https://sswm.info/index.php/water-nutrient-cycle/water-use/hardwares/optimisation-water-use-industries/wastewater-reuse-in-industry>;
датум приступа 20.09.2018. године.
- [35] Тубић, Б. (2015). *Оквирна директива Европске Уније о водама и њена примена у пракси суда ЕУ*. Зборник радова Правног факултета у Новом Саду, 1263-1279.
- [36] Clark, A. (1998). *An Analysis of the proposed EU Water Framework Directive: Community and International Perspectives*. C.A.R 2/1998, 106.

- [37] Кујунџија, Д. (2017). *Заштита вода од загађивања – отпадне воде*. Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Републичка дирекција за воде.
- [38] Златановић, С. (2009). *Семинарски рад: Легислатива у сектору вода Србије и хармонизација са европским директивама*. Правни Факултет Универзитета у Београду.
- [39] Европски Парламент и Савет (2000). *Директива Европског парламента и Савета 2000/60/ЕС Успостављање оквира за деловање заједнице у области политике вода*. Луксембург.
линк документа: http://www.srbijavode.rs/Data/Files/direktiva_o_vodama.pdf;
датум приступа: 20.09.2018.
- [40] Владисављевић, Ј. (2009). *IPPC директива – управљање индустријским процесима и загађењем*. Центар за екологију и заштиту животне средине, Регионална привредна комора Панчево.
- [41] Европски Парламент и Савет (2008). *ДИРЕКТИВА 2008/1/ЕС Европског парламента и Савета године која се односи на интегрално спречавање и контролу загађивања (кодификована верзија)*. Official Journal L 24.
- [42] Вељковић, Н., Петровић, З., Шотић, А., и Цибулић, В. (2018). *Перспектива примене европске Директиве о пречишћавању комуналних отпадних вода у Србији*. Вода и санитарна техника, 47(1), 5-16.
- [43] Крижан, Т. *Анализа утицаја процеса приступања Србије ЕУ на локалне самоуправе*. Сталне конференције градова и општина, Савеза градова и општина Србије, Програм подршка локалним самоуправама у Србији у процесу европских интеграција.
- [44] Европски Парламент и Савет (2006). *Директива 2006/118/EU Европског парламента и Савета о заштити подземних вода од загађења и погоршања квалитета*.
- [45] Драгојловић, Н., Мишћевић (2010). *Животна средина*. Водич кроз ЕУ политике, Београд.
- [46] *Закон о заштити животне средине*. „Службени Гласник“ Републике Србије 135/2004, 36/2009, 36/2009 - др., Закон, 72/2009 – др. Закон, 43/2011 – одлука УС и 14/2016.
- [47] *Животна средина у Србији - Извештај о стању у 2008*. Агенција за заштиту животне средине, Министарство животне средине и просторног планирања.
- [48] Институт за водопривреду „Јарослав Черни“. *Нацрт стратегија управљања водама на територији Републике Србије*. Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Влада Републике Србије.
- [49] *Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање*. „Службени Гласник“ Републике Србије 67/11, 48/12 и 1/16.
- [50] *Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање*. „Службени Гласник“ Републике Србије 50/12.
- [51] *Извештавање о отпадним водама према Агенцији за заштиту животне средине*. Агенција за заштиту животне средине, Министарство пољопривреде и заштите животне средине.
- [52] *Правилник о Националној листи индикатора заштите животне средине*. „Службени Гласник“ Републике Србије бр. 37/2011.
- [53] Toyota;
извор: <https://www.toyota.com/usa/environmentreport2017/water.html>;
датум приступа 07.10.2018. године.

[54] *Environmental Management*;

извор: https://www.toyota-global.com/sustainability/report/archive/er14/pdf/er14_02_en.pdf;
датум приступа 07.10.2018. године.

[55] *Challenge of Minimizing and Optimizing Water Usage*;

линк документа: https://www.toyota-global.com/sustainability/report/archive/sr18/pdf/sdb18_103-106_en.pdf;
датум приступа 08.10.2018. године.

[56] *Toyota*;

извор: <https://www.toyota.com/usa/environmentreport2013/operations.html>;
датум приступа 08.10.2018. године.

[57] *Minimizing and Optimizing Water Usage*;

извор: https://www.toyota-global.com/sustainability/environment/challenge2050/6challenges/pdf/presentation_4e.pdf;
датум приступа 09.10.2018. године.

[58] *Challenge of Minimizing and optimizing Water Usage*;

извор: https://www.toyota-global.com/sustainability/report/archive/er18/pdf/er18_34-37_en.pdf;
датум приступа 09.10.2018. године.

8. ПОПИС ИЛУСТРАЦИЈА

1) Слика 1- *Henry Ford's Assembly Line Turns 100*;

извор: <http://www.globallighting.com/henry-fords-assembly-line-turns-100/>;
датум приступа: 07.09.2018.

2) Слика 2 - *Ford Motor Company History – Fast Facts*;

извор: <http://modelt.ca/history/>;
датум приступа: 07.09.2018.