

Квалитет отпадних вода млекарске индустрије са подручја општине Краљево

ДРАГАН Д. МАРИНОВИЋ, Завод за јавно здравље, Краљево

ЗОРАН М. МИЛИЋЕВИЋ, Универзитет у Приштини,

Економски факултет, Косовска Митровица

ЗОРКА Р. ЈУГОВИЋ, Висока струковна железничка школа, Београд

МАРИНА Т. СТОЈАНОВИЋ, Универзитет у Нишу,

Факултет заштите на раду, Ниш

ДУШАНКА Д. МАРИНОВИЋ, Војно-медицинске академија, Београд

Оригинални научни рад

UDC: 628.3.034.2:637:1(497.11)

DOI: 10.5937/tehnika1801147M

Отпадне воде постају све већи проблем савременог друштва. У борби за што већи профит, велики број индустријских предузећа не обазире се на последице које њихове отпадне воде стварају на квалитет животне средине. На листи загађивача отпадних вода значајно место заузима и млекарска индустрија. Из тог разлога, за предмет нашег истраживања одабрана је отпадна вода из млекарске индустрије. Основни циљ рада је да се анализира квалитет отпадних вода која потиче из млекарских погона са територије општине Краљево. Анализирано је 15 узорака отпадних вода узетих са четири локације прозводних погона млекарске индустрије. Ова истраживања су показала да поједини млекарски погони, упркос законским прописима, испуштају отпадну воду у реципијент или јавну канализацију, без адекватног пречишћавања.

Кључне речи: отпадна вода, млекарска индустрија, квалитет, животна средина

1. УВОД

Под загађењем воде подразумева се контаминација водених система, кад се загађивачи директно или индиректно испуштају у воду без адекватног третмана за уклањање штетних једињења. На тај начин долази до промена физичких, хемијских и биолошких особина воде. Загађење воде утиче на биљке и организме који живе у тим воденим системима. У скоро свим случајевима ефекат је штетан не само за индивидуалне врсте и популације, него за целокупну биолошку заједницу.

Загађење воде и утврђивање степена њене загађености многобројним физичким агенсима и разним хемијским супстанцама постаје све већи здравствени и општи друштвени проблем [1]. Лош укус, непријатан мирис, нагло повећање водених алги, изумирање риба, појава уља по вршини воде су јасни показатељи да је дошло до загађења воде

Зависно од порекла загађења и начина на које проузрокују загађење, загађујуће материје воде се могу сврстати у више група: отпадни материјали који троше кисеоник, узрочници болести, средства која подстичу развитак биљног света у води, неорганска једињења, седименти, синтетичка органска једињења, нафта и њени деривати, радиоактивне супстанце и топлота [2].

Већина градова у Републици Србији суочава се са проблемом отпадних вода. Само 20 градова у нашој земљи има систем за пречишћавање ових вода. Тако нпр. на територији општине Краљево, дуж целог тока реке Ибар не постоји ниједан пречишћивач који је у функцији, ни за индустријске ни за комуналне воде.

Квалитет отпадних вода на територији општине Краљево зависи од активности бројних загађивача као што су: индустријски погони, млекаре, месаре, фарме, занатске радионице итд. Нажалост, они отпадну воду директно испуштају у реципијент или јавну канализацију.

Према расположивим подацима, стручни тим за локални еколошки акциони план (ЛЕАП) за воде у Краљеву, израдио је Нацрт визије за отпадне воде којим је предвиђено да се догради фекална и

Адреса аутора: Драган Мариновић, Завод за јавно здравље, Краљево, Југ Богданова бб

e-mail: maregagi@gmail.com

Рад примљен: 02.11.2017.

Рад прихваћен: 15.12.2017.

атмосферска канализација Краљева, да се изгради фекална и атмосферска канализација свих села и насеља у краљевачкој општини, да се догради пречишћивач отпадних вода са лабораторијом као и да се инсталира мало постројење за пречишћавање отпадних вода у селима и насељима у општини, такође са лабораторијом.

Узимајући у обзир бројне загађиваче на територији општине Краљево, као и непостојање система за пречишћавање отпадних вода из градске канализације, јасно је да су такве воде ниског квалитета што се негативно одражава на животну средину. У последњих неколико деценија квалитет отпадних вода са територије општине Краљево био је предмет бројних истраживања [3-8]. Међутим, претходна истраживања мало су се бавила отпадним водама из млекарске индустрије. Због тога смо сматрали да је од интереса анализирати отпадне воде из млекарских погона са територије ове општине.

Обзиром да већина производних погона који се баве прерадом млека немају систем за пречишћавање својих отпадних вода, па своје отпадне воде сакупљају у цистерну а затим их дистрибуирају на градски систем за пречишћавање отпадних вода, који у граду Краљеву не ради. Циљ овог истраживања је да се утврди квалитет таквих отпадних вода и њихов утицај на животну средину јер се оне без пречишћавања испуштају у реку Ибар.

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

У овом раду анализиран је квалитет отпадних вода из четири производна погона млекарских предузећа са подручја општине Краљево. Истраживања су рађена квартално у 2016. години, а обухватила су четири локације:

- Производни погон у Врдилу, из кога се отпадна вода улива у реципијент (Врдилска река);
- Производни погон у Тавнику, из кога се отпадна вода из цистерне дистрибуира на градски систем за пречишћавање отпадних вода града Краљева;
- Производни погон у Метикошу, из кога се отпадна вода улива у реципијент (повшинске воде);
- Производни погон у Метикошу, из кога се отпадна вода из цистерне дистрибуира на градски систем за пречишћавање отпадних вода града Краљева.

За припрему узорак отпадних вода коришћене су стандардне методе. Испитивање квалитета отпадних вода из млекарске индустрије вршиле су се електрохемијским (вредност рН) и спектрофотометријским методама (амонијак, укупни неоргански

азот, укупни фосфор, БПК, ХПК). Инструменти који су се користили за поменута испитивања су: рН-метар (Hanna) и спектрофотометри: Lambda 2 (Perkin Elmer) и Pastel UV.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

За испитивање квалитета отпадних вода из производних погона млекарске индустрије са територије општине Краљево коришћене су стандардне методе [9] којима је обухваћено девет параметара, чији су резултати приказани у табелама 1 и 2.

Квалитет отпадних вода млекарске индустрије регулисан је одговарајућим уредбама и правилницима [10-13] и разликује се у зависности од тога да ли се отпадна вода улива у реципијент или јавну канализацију. Његовим праћењем утврђује се утицај ових вода на степен загађења реципијента или јавне канализације. рН вредност отпадних вода је рађена стандардном методом SRPS HZ1.111/1987, а граничне рН вредности су регулисане одговарајућим уредбама и правилницима и износе од 6.5 до 9.0.

Према овом параметру, само су узорци отпадних вода из млекарског погона у Врдилу кисели (рН=4.3-4.7). Базни карактер показали су узорци из Тавника (рН=6.7-7.6), Метикоша, који се уливају у реципијент (рН=7.7-8.4) и Метикоша, који се из цистерни уливају у јавну канализацију (рН=7.0-7.8) што указује на присуство органских отпадних материја.

Према одговарајућим уредбама и правилницима горња гранична вредност за концентрацију амонијум-јона у отпадним водама које се уливају у реципијент износи 10 mg/l, а у отпадним водама из цистерни које се уливају у јавну канализацију износи 5.0 mg/l. Анализом отпадних вода, утврђено је да су концентрације амонијум-јона у свим узорцима из Врдила (23.4-27.9 mg/l) биле 2-3 пута веће од горње граничне вредности.

Само један узорак отпадне воде из Метикоша (која се улива из цистени у градску канализацију) имао је готово 12 пута већу концентрацију амонијум-јона (58.9 mg/l) у односу на горњу граничну вредност овог јона. У свим осталим анализираним узорцима отпадних вода концентрације ових јона биле су знатно ниже од горње граничне вредности.

Горња гранична вредност за концентрацију укупног азота у отпадним водама које се уливају у реципијент износи 18 mg/l. Од ове вредности знатно одступају анализирани узорци отпадне воде из Врдила који су имали знатно већу концентрацију укупног азота (38.5-44.4 mg/l).

Међутим, узорци отпадне воде из Метикоша, која се улива у реципијент, имале су знатно мање

концентрације укупног азота (2.59-3.99 mg/l) у односу на горњу граничну вредност. С друге стране, горња гранична вредност за концентрацију укупног азота у отпадним водама из цистерни које се уливају у јавну канализацију износи 30 mg/l. Концентрације укупног азота у узорцима из отпадних вода млекарског погона у Тавнику знатно су ниже од горње граничне вредности и

крећу се у опсегу од 4.99 до 7.05 mg/l. Међутим, отпадна вода из Метикоша која се улива из цистерне у јавну канализацију у првом кварталу 2016. године је имала знатно већу концентрацију укупног азота (74.41 mg/l) у односу на горњу граничну вредност, а у другом, трећем и четвртном кварталу исте године имале су знатно ниже концентрације укупног азота (3.08-3.38 mg/l).

Табела 1. Резултати испитивања квалитета отпадних вода из млекарских погона у Врдили и Тавнику

Ред бр.	Параметар	Јед. мере	Отпадна вода из млекарске у Врдилима				Отпадна вода из млекарске у Тавнику која се из цистерне улива у јавну канализацију			
			Датум узорковања у 2016. години				Датум узорковања у 2016. год.			
			03.03	22.06	-	21.12	02.03	07.06	27.07	13.12
1	Температура воде	°C	18,2	23,8	-	9,3	14,5	13,8	17,8	15,6
2	рН	-	4,3	4,5	-	4,7	7,6	7,4	6,7	7,3
3	Амонијум јон	mg/l	27,9	26,1	-	23,4	1,12	1,51	4,39	0,26
4	Укупан азот	mg/l	44,4	40,7	-	38,5	4,99	6,56	7,05	5,09
5	ХПК	mg/l	890	1140	-	972	126	10	158	<5
6	БПК	mg/l	216	276	-	300	29	5	65	<1,9
7	Укупан фосфор	mg/l	19,0	44,8	-	19,2	0,19	0,07	1,94	0,13
8	Суспендоване материје	mg/l	710	930	-	634	103	5	100	<4
9	Масти и уља	mg/l	9,2	15,9	-	6,6	11,6	5,2	12,7	1,3

Табела 2. Резултати испитивања квалитета отпадних вода из млекарских погона у Метикошу

Ред бр.	Параметар	Јед. мере	Отпадна вода која се улива у реципијент				Отпадна вода која се из цистерне улива у јавну канализацију			
			Датум узорковања у 2016. години				Датум узорковања у 2016. год.			
			03.03	01.06	21.09	13.12	03.03	01.06	21.09	13.12
1	Температура воде	°C	16,1	14,1	17,5	16,2	28,1	15,8	18,5	15,3
2	рН	-	8,4	7,7	7,9	7,8	7,0	7,7	7,6	7,8
3	Амонијум јон	mg/l	0,49	0,53	0,27	0,09	58,9	0,62	0,73	0,28
4	Укупан азот	mg/l	3,99	3,95	2,99	2,59	74,4	3,08	3,38	3,11
5	ХПК	mg/l	10	10	<10	<5	1500	10	45	11
6	БПК	mg/l	5	5	<5	<1,9	470	5	11	5
7	Укупан фосфор	mg/l	0,06	0,03	0,02	0,02	0,83	0,09	0,10	0,04
8	Суспендоване материје	mg/l	8	10	<10	<4	850	10	35	<4
9	Масти и уља	mg/l	1,1	1,4	2,2	1,0	4,7	4,0	2,0	0,8

Горња гранична вредност за хемијску потрошњу кисеоника у отпадним водама које се уливају у реципијент износи 110 mg/l, а у отпадним водама из цистерни које се уливају у јавну канализацију износи 500 mg/l. Ова истраживања су показала да је хемијска потрошња кисеоника из отпадних вода, које се уливају у реципијент, знатно већа у узорцима из Врдила (890-1140

mg/l), а неупоредиво мања у узорцима из Метикоша (5-10 mg/l). С друге стране, хемијска потрошња кисеоника из отпадних вода, које се из цистерни уливају у јавну канализацију, знатно су нижа од горњих граничних вредности у узорцима из Тавника (5-126 mg/l), као и у узорцима из Метикоша (10-45 mg/l) измерених у другом, трећем и четвртном кварталу 2016. године. Међутим, само један узорак из

Метикоша, који је анализиран у првом кварталу исте године, имао је три пута већу хемијску потрошњу кисеоника (1500 mg/l) у односу на горњу граничну вредност.

Горња гранична вредност за биохемијску потрошњу кисеоника у отпадним водама које се уливају у реципијент износи 25 mg/l, а у отпадним водама из цистерни које се уливају у јавну канализацију износи 300 mg/l. На основу добијених резултата може се запазити да је биохемијска потрошња кисеоника из отпадних вода, које се уливају у реципијент, знатно већа у узорцима из Врдила (216-300 mg/l), а неупоредиво мања у узорцима из Метикоша (1.9-5 mg/l).

Поред тога, биохемијска потрошња кисеоника из отпадних вода, које се из цистерни уливају у јавну канализацију, знатно су нижа од горњих граничних вредности у узорцима из Тавника (1.9-29 mg/l), као и у узорцима из Метикоша (5-11 mg/l) измерених у другом, трећем и четвртом кварталу 2016. године. Међутим, само један узорак из Метикоша, који је анализиран у првом кварталу исте године, имао је већу биохемијску потрошњу кисеоника (470 mg/l) у односу на горњу граничну вредност.

Горња гранична вредност за концентрацију укупног фосфора у отпадним водама које се уливају у реципијент износи 2 mg/l. Од ове вредности знатно одступају анализирани узорци отпадне воде из Врдила који су имали знатно већу концентрацију укупног фосфора (19.0-44.8 mg/l). Међутим, узорци отпадне воде из Метикоша, која се улива у реципијент, имали су знатно мање концентрације укупног фосфора (0.02-0.06 mg/l) у односу на горњу граничну вредност. С друге стране, горња гранична вредност за концентрацију укупног фосфора у отпадним водама из цистерни које се уливају у јавну канализацију износи 5 mg/l.

Ова испитивања су показала да сви анализирани узорци имају ниже концентрације укупног фосфора, у односу на горње граничне вредности, како у узорцима из отпадних вода млекарског погона у Тавнику (0.07 - 1.94 mg/l) тако у узорцима из млекарског погона у Метикошу (0.04-0.83 mg/l).

Горња гранична вредност за суспендоване материје у отпадним водама које се уливају у реципијент износи 35 mg/l, а у отпадним водама из цистерни које се уливају у јавну канализацију износи 400 mg/l. Наша истраживања су показала да је количина суспендованих материја из отпадних вода, које се уливају у реципијент, знатно већа у узорцима из Врдила (634-930 mg/l), а неупоредиво мања у узорцима из Метикоша (4-10 mg/l). С друге стране, концентрација суспендованих материја из

отпадних вода, које се из цистерни уливају у јавну канализацију, знатно су нижа о горњих граничних вредности у узорцима из Тавника (4-103 mg/l), као и у узорцима из Метикоша (4-35 mg/l) измерених у другом, трећем и четвртом кварталу 2016. године. Међутим, само један узорак из Метикоша, који је анализиран у првом кварталу исте године, имао је два пута већу концентрацију суспендованих материја (850 mg/l) у односу на горњу граничну вредност.

Горња гранична вредност за концентрацију масти и уља у отпадним водама које се уливају у реципијент износи 20 mg/l. Анализирани узорци отпадних вода које се уливају у реципијент, имали су знатно ниже концентрације масти и уља од прописаних горњих граничних вредности тј. њихове вредности у отпадним водама из Врдила кретале су се у опсегу од 6.6-15.9 mg/l, а у отпадним водама из Метикоша од 1.0-2.2 mg/l. С друге стране, горња гранична вредност за концентрацију масти и уља у отпадним водама из цистерни које се уливају у јавну канализацију износи 40 mg/l. Ова испитивања су показала да сви анализирани узорци имају ниже концентрације масти и уља, у односу на горње граничне вредности, како у узорцима из отпадних вода млекарског погона у Тавнику (1.3-12.7 mg/l) тако у узорцима из млекарског погона у Метикошу (0.8-4.7 mg/l).

Нарушен квалитет анализираних отпадних вода млекарске индустрије јасно указује да се у будућности о степену загађења ових вода мора водити више рачуна тј. предузети све неопходне мере за пречишћавање таквих отпадних вода пре него што се испуте у реку или канализацију, а све у циљу заштите здравља људи, биљака, животиња и заштите животне средине уопште.

Реалност је да је стање животне средине у Србији и даље неповољно, што је резултат нагомиланих проблема из прошлости, али и изостанка конкретних мера у свим кључним секторима који пресудно утичу на животну средину. На основу резултата извештаја Environmental Performance Index (ЕПИ) од стране светског економског форума и Јел Универзитета може се видети да се Србија у 2014. години налазила на 31. месту, а у 2016. години пала на 47. месту [16]. Наравно, овако лошим резултатима у нашој земљи допринела је, једним делом, и млекарска индустрија. Да би се побољшао рејтинг Србије, а тиме и повећао степен заштите животне средине, неопходно је континуирано и заједничко дејство државних сектора задужених за заштиту животне средине, с једне стране, и произвођача млечних производа, с друге стране. Ефикаснијом применом

стандарда СРПС ИСО 14001, као и повећањем свести и одговорности млекарских предузећа, може доћи до побољшања стања животне средине, а тиме и испуњења услова за чланство Србије у ЕУ [17, 18].

4. ЗАКЉУЧЦИ

Анализом квалитета отпадних вода из погона млекарске индустрије са територије општине Краљево дошло се до следећих закључака:

- Током 2016. године анализиран је квалитет 15 узорака отпадних вода, узоркованих из четири млекарска погона са територије општине Краљево, а добијени резултати упоређивани су са прописаним граничним вредностима;
- Резултати испитивања показују да поједине отпадне воде млекарске индустрије показују извесна одступања у погледу рН вредности, садржаја амонијум јона, укупног неорганичког азота, ВРК, НРК, укупног фосфора и суспендованих материја у односу на одговарајуће прописе;
- Највећа прекорачења граничних вредности показали су анализирани узорци из отпадне воде која потиче из млекарског погона у Врдилу, а која се улива у реципијент (Врдилска река);
- Отпадне воде из млекарског погона у Метикошу која се улива у реципијент, и млекарског погона у Тавнику која се из цистерни улива у јавну канализацију, показале су знатно бољи квалитет тј. њихови параметри се налазе у границама дозвољених вредности;
- Отпадне воде из млекарског погона у Метикошу, која се из цистерни улива у јавну канализацију, највећа прекорачења граничних вредности имали су узорци из првог квартала 2016. године, за разлику од другог, трећег и четвртог квартала исте године код којих се вредности испитиваних параметара налазе у опсегу граничних вредности;
- Отпадне воде млекарске индустрије морају се пречистити, пре испуштања у реципијент или градску канализацију и на тај начин спречити угрожавање квалитета животне средине.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кристофоровић-Илић, Радовановић М, Вајагић Л, Јефтић З, Фолић Р, Крњетин С, Обркнежев Р, *Комунална хигијена*, Прометеј, Нови Сад, 1998.

- [2] Рекалић В, *Аналза загађивача ваздуха и воде*, Технолошко-металуршки факултет, Београд, 1998.
- [3] Мариновић Д, Димитријевић З, Стојановић М, Николић С, „Пречишћавање отпадних вода града Краљева“, *Зборник радова Водовод и канализација '16*, Врдник, 267-275, 2016.
- [4] Мариновић Д, Стојановић М, Поповић Д, Purification of waters and elimination of organochloric insecticides by means of active coal. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 75(4), 586-575, 2010.
- [5] Мариновић Д, „Пречишћавање отпадних вода фабрике за производњу алкохолних пића преко активног угља“, *Зборник радова Водовод и канализација '07*, Тара, 173-184, 2007.
- [6] Мариновић Д, Стојановић М, Поповић Д, „Пречишћавање отпадне воде и уклањање хексахлорциклохексана активним угљем“, *Зборник радова, Еколошка истина*, Кладово, Технички факултет у Бору, 104-107, 2009.
- [7] Мариновић Д, Стојановић М, Поповић Д, „Пречишћавање отпадних вода месне индустрије“, *Зборник радова, Водовод и канализација '09*, Дрвенград, 215-220, 2009.
- [8] Мариновић Д, Димитријевић З, Стојановић М, Николић С, „Пречишћавање отпадних вода града Краљева“, *Техника*, (6), 926-933, 2016.
- [9] Почек Б, *Вода за пиће, стандардне методе за испитивање хигијенске исправности*, Издавач: НИР, Привредни преглед, Београд, 1990.
- [10] *Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање*, Сл. Гласник РС, бр. 67/11).
- [11] *Уредба о изменама и допунама Уредбе о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање*, Сл. Гласник РС, бр. 1/16).
- [12] *Правилник о начину и условима за мерење количине испитивање квалитета отпадних вода и садржини извештаја о извршеним мерењима*, Сл. Гласник РС, бр. 33/16).
- [13] *Правилник о санитарно-техничким условима за упуштање отпадних вода у јавну канализацију града Краљева*, бр. 25/12, члан 12.
- [14] Гаћеша С, Клашња М, *Технологија воде и отпадних вода*, Југословенско удружење пивара, Дуга, Београд, 1994.
- [15] Далмација Б, *Основи управљања отпадним водама*, Штампариија „Стојков“, Нови Сад, 2010.
- [16] Милићевић З, Арсић Љ, Милићевић В, Денић Н, Мариновић Д, *Environmental performance index analysis in the function of measurement of sustainable development environmental dimension*, *Ecologica*, Vol. 24, No. 87, pp. 513-520, 2017.

- [17]Марковић С, Упоредна анализа комуналних отпадних вода на подручју Зубиног Потока, Косовске Митровице и Звечана, *Ecologica*, (83), 511, 2016.
- [18]Јанушевић-Стрижак М, *Одрживо управљање отпадним продуктима из постројења за производњу воде за пиће*, Техника, (3), 477-486, 2016.

SUMMARY

QUALITY OF WASTE WATER FROM THE DAIRY INDUSTRY FROM THE MUNICIPALITY OF KRALJEVO

Waste waters are becoming an increasing problem of modern society. In the battle for a bigger profit, a large number of industrial enterprises do not pay attention to the consequences that their wastewater to generate environmental quality. On the list of pollutants wastewater significant is the dairy industry. For this reason, the subject of our research was selected wastewater from the dairy industry. The main objective of this paper is to analyze the quality of waste water originating from dairy drive from the municipality of Kraljevo. We analyzed 15 samples of waste water taken from four locations of the manufacturing sites of the dairy industry. This research has shown that some dairy plants, despite legislation, discharging wastewater into the recipient or the public sewerage system, without adequate treatment.

Key words: *Waste water, dairy industry, quality, environment*