

ЕФИКАСНОСТ ПРЕРАДЕ ОТПАДНИХ ВОДА НА ПОСТРОЈЕЊУ „БИЛЕЋА”

НЕЂО МИЛОШЕВИЋ¹
ВОЈИСЛАВ ЂЕКОВИЋ¹
АЛЕКСАНДАР АНЂЕЛКОВИЋ¹
ВЕЛИБОР СПАЛЕВИЋ²

Извод: У овом раду је приказан поступак прераде отпадних вода на постројењу града Билеће у Босни и Херцеговини. Проблем који се анализира у овом раду је пречишћавање отпадних вода: атмосферских, индустријских отпадних вода и употребљених вода из урбаних делова града. Тема овог рада везана је за постројење за пречишћавање употребљених вода града Билеће. Систем пречишћавања вода који је приказан у раду је систем који се примењује у земљама ЕУ. Пречишћена отпадна вода после обраде је на нивоу квалитета воде у рецепијенту и слободно се може мешати са језерским водама. Суви муљ који се издваја у процесу пречишћавања, помешан је са полиелектролитима, и пресован, балиран и може да се користи као ђубриво. Анализе квалитета потврђене су лиценцама које издаје референтна лабораторија тако да муљ који се добијаја у оваквој преради, суви муљ, може да се користити за производњу цвећа и пољопривредној производњи.

Кључне речи: Билећа, отпадне воде, пречишћавање, квалитет воде, суви отпад.

EFFICIENCY OF WASTEWATER TREATMENT AT "BILECA" WASTEWATER TREATMENT PLANT IN THE REPUBLIC SRPSKA – BOSNIA AND HERZEGOVINA

Abstract: This paper describes the process of wastewater treatment at the wastewater treatment plant in the town of Bileca in Bosnia and Herzegovina. The study problem is the purification of wastewater: atmospheric, industrial, and wastewater from the urban areas of the city. The subject of the study is the plant for the treatment of wastewater from the city of Bileca. The system described in the paper is the water purification system applied in the EU. Purified wastewater is after the treatment of the same quality as the water in the recipient and it can be safely mixed with the lake water. The dry sludge isolated in the process of purification is mixed with polyelectrolytes, pressed, and baled so that it can be used as a fertilizer. The quality is tested by a certified laboratory so that the sludge obtained in the process, or dry sludge, can be used in floriculture and agriculture.

Key words: Bileca, wastewater, wastewater treatment, water quality, dry waste.

1. УВОД

Град Билећа лоциран је у источној Херцеговини. Средња надморска висина градског подручја је 476 метара. На подручју града Билеће се укр-

- 1 Неђо Милошевић, дипл. инж., студент магистарских студија; др Војислав Ђековић, ред. проф.; Александар Анђелковић, дипл. инж., студент докторских студија; Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд
- 2 др Велибор Спалевић; Универзитет у Подгорици – Биотехнички факултет, Подгорица, Црна Гора

штају средоземна, континентална и планинска клима. Просечна годишња температура ваздуха је 13.4 °C, док је најхладнији месец јануар са средњом температуром 4.5 °C, најтоплији месец је јул са средњом температуром 22.5 °C. Средња годишња количина падавина за Билећу је 1.549 mm. Рељеф региона је брдовит а између брда налазе се крашка поља: Дабарско, Фатничко, Планско и Билећко поље. Јужно од града Билеће налази се извор реке Требишњице. Брана и хидроелектрана године су изграђене 1966. и у то време изградњом бране и акумулације створена је једна од највећих вештачких акумулација у свету до тада. Билећко језеро се налази на 400 m надморске висине. Највећа дубина језера је 104 m, а највећа ширина око 4 km, док је највећа дужина 18 km, димензије језера утичу и на степен ретардације поплавног таласа у време поводња, па су поплаве низводно од Билећког језера редуковане (Ђековић, В. *et al.*, 2013).

До изградње постројења за пречишћавање отпадних вода 2010. године, отпадне воде су се скупљале на месту данашњег постројења и директно упуштале (без прераде) у Билећко језеро. Пре изградње постројења постојала су само два базена, први базен је био већих димензија служио је као пријемник отпадних вода. Из пријемног базена вода се преливала кроз решетку у други базен а из овог базена директно упуштала у језеро.

Постројење за третман и прераду отпадних вода лоцирано је на изласку из града Билеће, према Требињу изнад магистралног пута Билећа – Требиње, а испод магистралног пута је Билећко језеро (слика 1). Воде Билећког језера користе се и за водоснабдевање пијаћом водом више држава: Босне и Херцеговине (градови: Билећа, Требиње и приградска насеља), Хрватска (Дубровник и мања приградска места у околини), Црна Гора (Херцег Нови и више места у Бококоторском заливу). Очување квалитета воде у Билећком језеру је од виталног интереса па се мора водити рачуна и о заштити језера од утица абразионих ерозионих процеса на обалама језера.



Слика 1. Позиција општине Билећа у Европи и место на коме је изграђен погон за прераду отпадних вода (извор: оригинал)

Figure 1. Position of Bileća in Europe and the site where the wastewater treatment plant was built (source: original)

Воде Билећког језера се користе за потребе водоснабдевања становништва водом за пиће, па је неопходан стални мониторинг површинских вода и контрола појаве фито- планктона.

Акумулирање воде и стварање вештачких језера у приградским и град-

ским регионима захтевају решавање, између осталог, и два основна проблема:

1. проблем квалитета воде и
2. проблем одржавања површина при осцилацији нивоа воде у акумулацији (Бранковић, Д. *et al.*, 2001; Далмација, Б. *et al.*, 2004.)

Промена квалитета воде настаје упуштањем отпадних вода и атмосферских вода са урбанизованих и пољопривредних површина у акумулације (Ђековић, В., 2007). Отпадне воде, нарочито оне из градских насеља и индустрије са застарелом технологијом, као што су индустрија меса, прерада воћа, дрвна индустрија и др., неупоредиво су опасније за загађење изворишта од првих кишних вода које се сливају из насеља у акумулације (Дулић, С. *et al.*, 1999).

У оваквим условима решење треба тражити у пречишћавању отпадних вода, или на неки други начин спречити да отпадне воде долазе у акумулације. Тешкоће су обично у томе што су некада кланице и индустрија за прераду дрвета и воћа, грађене на периферији урбаних средина, поред водотока. Временом са развојем градова те средине су постале градска подручја. Поред тога, део те индустрије послује на граници рентабилитета, па нема довољно средстава за измену застареле технологије и опреме, као ни за изградњу уређаја за пречишћавање отпадних вода (Ђековић, В. *et al.*, 2013).

У принципу најбоље решење је, да се све отпадне воде из индустрије пречишћавају, а нарочито отпадне воде из нових индустријских постројења. Ако се из било каквих разлога не може обезбедити пречишћавање употребљене воде онда не треба издавати дозволе за градњу таквих објеката у регионима у којима постоје услови за изградњу вештачких акумулација (Оквирна директива ЕУ 2000; Николић В. *et al.*, 2011).

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Актуелни проблеми водоснабдевања региона: јужне и централне Херцеговине, приморског дела Дубровника са околином у Хрватској и северног дела приморја Црне Горе, као и заштита изворишта „Билећког језера“ од загађења наметнула је потребу за изградњу постројења за прераду комуналним отпадним водама града Билеће и отпадним водама из локалних индустријских погона. Постројење за прераду отпадних вода пројектовано је у првој фази за прихват и прераду 800 m³/dan, или за 5.000 ES (еквивалентних становника). У другој и трећој фази треба да се дограде још два биореактора тј. базена, у том случају систем би могао да прими 2.400 m³/dan, отпадних вода на прераду, јер су остали капацитети прилагођени и у могућности да приме тако предвиђену количину отпадне воде.

Доградњом капацитета на погону за пречишћавање отпадних вода могао би се покрити капацитет од 15.000 ES. У граду Билећа велики број станбених четврти за потребе одлагања отпадних вода користе септичке јаме. Тако да су значајни делови приградских насеља нехигијенска и са неууређеном комуналном инфраструктуром. Све то доводи до загађе изданских подземних вода.

Простор на коме ће се градити два нова биореактора за прераду канализаних отпадних вода већ је припремљен, изведени су земљани радови и до локације доведени канализациони системи са потребним прикључцима.

Примењена методологија за истраживање ефикасности постројења може се свести на следеће методе:

- теренске методе, регистровања појединих технолошких процеса прераде отпадних вода;
- метода узорковања прерађене отпадне воде пре упуштања у реципијент у циљу одређивања параметара квалитета излазне воде, ради оцене ефикасности система;
- снимање технолошког процеса прераде и констатовања уских грла у технолошком процесу обраде сирове (отпадне) воде;
- контрола количине утрошка појединих хемикалија у процесу прераде отпарних вода.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

3.1 Оцена ефикасности постројења

Пројектована ефикасност примене система за пречишћавање отпадних вода приказана је у табели 1. Може се констатовати да пројектована ефикасност одудара о стварних резултата. Међутим приказани резултати у табели 1 на основу мерених резултата извршених 29.09.2011. показују да је систем постигао 50% ефикасности. Од улазне сирове отпадне воде (Судар, Н. *et al.*, 2012)

Tabela 1. Упоредни подаци о квалитету пречишћених вода на постројењу Билећа

Узорковано 29.09.2011 при хидрауличком оптерећењу система од 728m³/дневно (извор: Судар, Н. *et al.*, 2012)

Table 1. Comparative data on the quality of the water treated at the plant 'Bileca' Sampling was done on September 29th, 2011, the system had an estimated hydraulic loading of 728m³/day (source: Sudar, N. *et al.*, 2012)

Рб.	Испитивани параметари	Једи. Мере	Узорак 1 (Сирове вода)	Узорак 2 (после секундарног третмана)	Захтевано Пројектом	Узорак 3 (после терцијалног третмана)	Захтевано Пројектом
1	Укупни алкалитет	g/m ³	418	230		204	
	Укупне суспенд, мат,	g/m ³	186	7	≤10-15 mg/l	4	≤ 5 mg/l
3	Таложив. након 30min,	ml/l	10	<0,50	<0,5		
4	ВРК ₅	g/m ³	291	6,8	≤10-15mgO ₂ /l	5	≤ 5 mgO ₂ /l
5	НРК (О: билироматни)	g/m ³	491	32,1	≤ 50mg O ₂ /l	18	≤ 50 mgO ₂ /l
6	NO ₂ -N	g/m ³	0,002	0,048		0,034	
7	NO ₃ -N	g/m ³	0,07	3,25		2,54	
S	NH ₄ -N	g/m ³	33,93	1,44	≤ 1,0 mgN/l	0,54	≤ 1 mgN/l

9	Укупни Н по Kjeldalu	g/m ³	80,7	1,47		1,07	
10	Укупни азот	g/m ³	80,77	4,77	≤ 6,0 mgN/l	5,64	≤ 6 mgN/l
11	Укупни фосфор	g/m ³	8,83	0,232	≤ 1,0 mg/l	0,151	< 0,1-0,5 mg/l
12	Укупно, чврсте материје	g/m ³	1164	515		430	
13	Губитак жарењем	g/m ³	546	119		62	
14	Пепео	g/m ³	618	396		368	
15	Електропроводљивост	μS/cm	1027	715		596	
16	pH	-	7,42	7,50		7,74	
17	DOC	g/m ³	42,14	5,89		4,53	

Особине загађујућих компоненти у канализационим отпадним водама, посебно у урбаним, градским и индустријским зонама града Билеће се међусобно разликују, највише услед различитости постојећих индустријских постројења повезаних на канализациони систем града. Ове разлике се огледају како по квалитету, тако и по квантитету, па је немогуће стандардизовати потребне степене пречишћавања појединих састојака у пречишћеној отпадној води.

Услед тога се код изградње постројења за пречишћавање отпадних вода нормирају и стандардизују садржај и потребан обим пречишћавања само општих загађујућих материја, као што су органске, неорганске и суспендоване материје у излазном ефлуенту из постројења за пречишћавање отпадних вода.

Табела 2. Параметри излива из постројења за пречишћавање отпадних вода (извор: оригинал)

Table 2. Discharge parameters at the wastewater treatment plant 'Bileca' (source: original)

Параметар	Јединица	MDK	% смањења
ВРК, без нитрификације	mg O ₂ /l	25	70-90
НРК	mg O ₂ /l	125	75
Укупан суспендовани материјал			
Више од 10000 ЕС	mg/l	35	90
Од 2000-10000ЕС	mg/l	60	70

За изливе прерађене отпадне воде у реципијенте који подлежу еутрофикацији, као што су језера и вештачке акумулације постављају се дозвољени садржаји органских материја као и минимални обим пречишћавања и за оне садржаје загађујућих материја, које неповољно делују на реципијент и изазивају еутрофикацију природних реципијената.

У том смислу нормирају се и стандардизују садржи азота и фосфора у излазном ефлуенту из постројења за пречишћавање отпадних вода. За достизање нормираних параметара у постројењима за пречишћавање могу се користити различити поступци. Код постројења за пречишћавање комуналних отпадних вода учинак појединих поступака, у односу на нормиране квалитете дат је у табели 2. и у табели 3. Степен пречишћавања зависи пре

свега од технолошког поступка у систему.

Табела 3. Степен пречишћавања у односу на примењени поступак пречишћавања

Table 3. The degree of purification in regard to the applied process of purification

Поступак пречишћавања	Остварени степен смањења (%)					
	Сус. мат	ВРК ₅	НРК	N	P	Кол.к
Примарно таложење	40-70	15-40	15-35	-	≤20	-
Таложење са хемиском флокулацијом	60-90	35-65	30-55	-	≤80	-
Бактериолошки слој вел.оптерећ.са прим. тал.	85-95	60-85	50-80	=30	≤30	-
Активни муљ великог оптереће.са прим. тало.	85-95	60-90	60-85	=10	≤30	-
Активнимуљ муљ са малим оптерећењем	85-95	75-95	60-85	≤90	≤30	-
Активни муљ са малим оптереће. хлорисање	85-95	75-95	65-90	≤90 ²	≤30	>99,9
Ак.муљ, са малим оп.+пешчани филтер +хло	≤99	≤97	≤92	≤90 ²	≤30	>99,99
Акт.муљ са мал.оп. + пешчани филт + угаљ.фи. + хлорисање	≤99,5	≤99,5	≤97	≤90 ¹	≤30	>99,999

Где су:

- Сус. мат- остварени степен смањења, суспендованих материја;
- ВРК₅ – петодневна биохемијска потрошња кисеоника;
- НРК – хемијска потрошња кисеоника;
- N – остварени степен смањења азота;
- P – остварени степен смањења фосфора;
- Кол.к. – степен смањења количине колоидних честица у узорку воде након прераде.

Да би се постројења за пречишћавање отпадних вода могло ефикасно користити потребно је у фази пројектовања и изградње нормирати основне параметре квалитета излазне прерађене воде. Поред тога морају се нормирати максимални хидраулички удари дневног оптерећења, а такође и биолошког, који се на постројењима могу очекивати у каналисаним отпадним водама система.

3.2 Технолошки поступци прераде отпадних вода на постројењу Билећа

3.2.1 Примарна прерада

Прва фаза - отпадне воде града Билеће делом се каналишу и доводе на постројење за третман и прераду отпадних вода. Општи канализациони систем је затвореног компактнoг типатипа и завршава се у самом постројењу у шахти у којој су смештене решетке за грубу сепарацију пливајућег отпада, (крпе, пластика, папир и разни други отпад) слика 2. (Игњатовић, Л., 1995.)

Решетке се повремено механички чисте од заустављеног отпада, грабуљама а садржај се одлаже у контејнер за отпад и муљ, комуналним возилима се тај отпад одвози на депоније, слика 3. Размак између шипки у решетки се математички прорачунава:

$$\Delta h_r = \beta \cdot \left(\frac{S}{e}\right)^{\frac{4}{3}} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot K \cdot \sin\theta$$

Где су:

- β – коефицијент обличка шипке креће се у границама (2,42 правоугаоне, до 0,76 елиптичне и 1,70 округле);
- S – максимална дебљина штапа решетке нормална на смер тока у (m);
- e – најмања ширина отвора између шипки управно на ток воде у (m);
- h_p, h_v – хидродинамички притисак воде испред решетке у (m);
- θ – угао решетке са хоризонталом ($^\circ$);
- v – брзина отпадне воде испред решетке (m/s);
- K – коефицијент увећања отпора решетке услед загушења.



Слика 2. Изглед решетке за заустављање кабастог и пливајућег отпада (фото: Н. Милошевић, 2013)

Figure 2. Grid for separation of the coarse and floating portion of the waste (photo: N. Milosevic, 2013)



Слика 3. Кабаста отпад скинут ручно грабуљама са крупне решетке. (фото: Н. Милошевић, 2013)

Figure 3. Solid waste removed from the grid using a rake (photo: N. Milosevic, 2013)

Друга фаза обухвата подизање отпадне воде пужним пумпама на већу геодетску коту у циљу обезбеђења гравитационог кретања воде кроз постројење. Након подизања, отпадне воде пролазе кроз фина ротирајућа сита, на којима се зауставља ситнији материјал који је прошао кроз крупну решетку. Отпадни муљ се са сита аутоматски скида и уклања у канале са пужним вretenом, слика 4. Пужним вretenом муљ се потискује из канала у контејнер, слика 5, када се контејнер напуни, муљ се одвози камионом до депоније, за временско умирење и стабилизацију муља. Изнад пужног система су постављене прскалице које се аутоматски укључују на сваких 30 минута и спирају задржани ситни муљни материјал. Прскалице раде 10 минута и аутоматски се искључују.



Слика 4. Почетни део пужног система у базену са финим ситима. (фото: Н. Милошевић, 2013)

Figure 4. First part of the treatment train in the pool with fine mesh (photo: N. Milosevic, 2013)



Слика 5. Завршни део пужног система са контејнером у којем се одлаже нагомилани муљ. (фото: Н. Милошевић, 2013)

Figure 5. Final part of the treatment train with the container for the disposal of suspended sludge (photo: N. Milosevic, 2013)

Трећа фаза примарне прераде је комбиновани систем који се одвија у Песколову. У песколов улази отпадна вода која је прошла кроз решетке и фина сита. (Летић, Љ. *et al.*, 2009.)

Базен песколова је дужине 4 m, у предњем најдубљем делу има шахту дубине 5 m у коју је урођен пужни преносник. Пужни преносник, песак сакупљен у шахту диже у контејнер – силос, где се песак цеди кроз сита на дну силоса. Исцеђена вода одлази у шахту која се налази испод контејнера а из шахте назад у песколов. Када се силос напуни, садржај се празни, помоћу преса се цеде, пресује и убацује у контејнере и камионом одвози на депонију. Лева страна песколова, слика 6 је оивичена бетонским зидом на којем се на сваких 50 cm налазе дизне за аерацију и убацивање ваздуха.



Слика 6. Песколов (фото: Н. Милошевић, 2013)

Figure 6. Sand remover (Photo: N. Milosevic, 2013)

Ваздух се убацује са два компресора која раде наизменично по 6 часова, наизменично се ручно пале и гасе. Ваздух из дизни аерише отпадну воду и све масноће које се налазе у води пребацује на десну страну песколова. Десна страна песколова је изграђена тако да од површине базена па 1 метар у дубину је зид ширине 15 cm а испод зида је метална решетка до дна песколова. Све масноће покренуте ваздухом прођу кроз решетку и дижу се на површину иза напред описаног зида. Изнад Песколова се налазе шине којима се крећу колица. Колица пређу пут од 4 m у једном правцу за 3,5 сата и за исто толико време траје повратни циклус, тако да један пуни циклус траје 7 сати. На колица су постављене лопатице, у ширем делу песколова а спуштене су до дна, лопатице служе да песак који није ушао у шахту већ се креће даље, песколовом врати назад и убаци у шахту код пужног преносника. Лопате у ужем делу сакупљају и набијају масноће које се цистерном извлаче из базена и пребацују у простор за пресовање. Употребљене воде се за време чишћења песколова скупљају у ретенционом биоаерационом базену запремине 800 m³. Ретенциони базен се налази под земљом, затворен је и на површини има 6 аератора за циркулисање ваздуха (Ђековић, В., 2007).

3.2.2 Секундарна прерада употребљених вода

Секундарна фаза прераде употребљених вода почиње са разделним шахтом (слика 7). Отпадна вода из песколова иде са три цеви у разделно окно. У разделном окну се налази и бризгалица преко које се у воду убацује коагулант FeCl₃, ферохлорид. Због боје ферохлорида зидови базена временом поцрне. Ферохлорид као коагулант молекуларним силама веже за молекуле ферохлорида прљаве материје из отпадне воде, скупљена прљавштина из отпадних вода и са површине, образује флокуле које су теже од воде и таложе се на дно базена, при укључивању муљних пумпи и аератора поспешује се дејство коагуланта и везивање честица коагуланта са честицама муља, што ствара услове за таложе на дно базена. Из разделног окна искоришћена вода се дели у два биоаерациона басена.



Слика 7. Разделни шахт (фото: Н. Милошевић, 2013)
Figure 7. Separating shaft (photo: N. Milosevic, 2013)

Базени се наизменично пуне и празне истовремено се одвија процес таложења. Дубина базена је 2,90 m. Пројектом је предвиђено да, док се нпр. леви биореактор пуни 120 минута у десном биореактору врши се таложење 60 минута и пражњење 60 минута. Пражњење се врши декантерима који су конструисани тако да када се потопе у воду извлаче воду из биореактора не правећи вртлоге и не захватају воду са површине биоаерационог базена. Декантери раде у аутоматском режиму, престају са радом када оборе ниво у био реакторима на 2,90 m или када истекне време од 40 минута предвиђено за рад декантера, слика 8. На декантерима се налазе сензори тако да они регулишу дубину потапања декантера и ниво црпљења из биореактора.



Слика 8. Декантер ван биоаерационог базена (фото: Н. Милошевић, 2013)
Figure 8. Decanter outside the bioaeration pool (photo: N. Milosevic, 2013)

Биоаерациони базени се називају биореакторима јер се у њима налази биолошки-активни муљ са микроорганизмима (слика 10). Микроорганизми се хране органском материјом из отпадне воде прерађују органску материју у минералну компоненту а воду филтрирају кроз свој организам и враћају је поново у линију воде, на тај начин се врши делимично пречишћавање отпадних вода. Да би се муљ нагомилавао и почео да расте то јест да се одвија процес минерализације. На самом почетку процеса прераде у базене се убацује изреговани активни муљ, са стране, јер би реакција секундарног (присутног) муља из отпадне воде била врло спора. У биореакторима заједно са муљним пумпама укључују се и аератори који убацују ваздух. Ваздух са кисеоником је снажан оксидоредукциони елемент који убија микроорганизме у отпадној води. Ваздух убацују два компресора која су подешена на аутоматски режим и смењују се циклично. Количина муља у базенима биореактора (слика 9) одређује се и мери са мензурама од један литар (Летић, Љ. *et al.*, 2012).

Када се достигне количина од 500 грама по литру, муљ се муљним пумпама препумпава и пребацује у силос за оцеђивање или угушчивач муља. Предвиђено је да у случају хаварије која може бити изазвана нпр. Непажњом, па у том случају муљ може да пређе дозвољене количине, и да се прелије у базене за филтрирање, у том случају пумпама се муљ исцрпљује и препумпава из базена и даље транспортује на поља за сушење, муљ се може

остранити и багерима а вода се преко прелива одводи директно у језеро. Таква мера би се користила када би се штитио читав објекат. Угушчивач муља је округли бетонски базен у који се муљним пумпама пребацује муљ из биоаерационих базена. У њиму се острањује сувишна вода а муљ таложи згушњава и процеђује. Основна функција угушчивача муља је да што мање воде остане у муљу. Вода из угушчивача муља иде у базен који се налази на најнижој тачки надморске висине. Овај базен се назива „базен за дисконтинуирано настале отпадне воде“ (ДНВ), сви базени из примарне прераде и из секундарне прераде су преливима повезани са базеном за дисконтинуирано настале отпадне воде. А сам базен је пумпама повезан са песколовом, јер је предвиђено да се све воде које стигну у њега рециркулацијом врате у песколов на додатну прераду. Базен је цевима и природним падом повезан са језером, да ако би се у неким ванредним ситуацијама, (ДНВ) морала испусти у реципијент (језеро). Базен за дисконтинуирано настале воде има запремину 150 m³. Даља прерада тече тако што се декантером пребацује вода из биореактора у базен сирове воде. Третман и прерада отпадних вода у постројењу Билећа усаглашен је са прописима европског законодавства у области заштите водних ресурса и третмана и прераде отпадних вода. (Оквирна директива ЕУ 2000; Урошевић, М., 2004.)



Слика 9. Мензуре за контролу количине муља (фото: Н. Милошевић, 2013)
Figure 9. Cylinders to control the amount of sludge (photo: N. Milosevic, 2013)

Базен сирове воде, служи за акумулацију воде пре уласка у филтерско постројење јер декантери пребацују много више воде него што пумпе за филтерске базене могу да прихвате и убаце у базене за филтрирање. Вода се у базену сирове воде задржава извесно време, ако је дошло до неког квара на филтерском постројењу. Постојење за филтрирање се састоји из два базена у којима се налази кварцни песак дебљина кварцног песка у фитеру је 1,6 m .

На постројењу Билећа постоје два филтера. Један филтер ради 24 часа док се други пере и припрема за следећи циклус фитрирања. Филтерање се одвија кроз један базен, јер се базени користе на смену а одједном се може филтрирати 6 m³ воде. Прање филтера се врши тако што се ниво воде спушта на 25 cm изнад песка. Тада се укључује компресор који кроз дизне испод песка убацује ваздух и тако меша воду и песак и избацује прљавштину која је остала у песку на површину воде. Прва фаза траје пет минута. Следећа фаза се одвија уз помоћ пумпи за воду, убацује се чиста вода за испирање прљавштине из филтера, компресор наизменично ради са пумпама. Наизменично се укључује пумпа за воду којом се убацује чиста вода у филтер са песком, а компресор се искључује и тако следећих 5 минута врши се прање филтера ваздухом и водом наизменично. Трећа фаза почиње тако што се укључује друга пумпа, а искључује компресор за ваздух, две пумпе за воду перу филтер следећих 5 минута. Прање филтера траје тачно 15 минута. За десет минута (пет минута пумпа 1 плус пет минута пумпа 1 и 2) за једну серију прања филтера потроши се 30 m³ воде. Вода за прање филтера се узима из преливног базена са чистом водом, а искоришћена дисконтинуирано настала вода (ДНВ) се одводи у базен одакле се рециркулацијом, пумпама враћа у песколлов на поновну прераду (Судар., Н. *et al.*, 2012).

Кроз песак се филтрира вода која даље слободним падом одлази у преливни базен као чиста и одатле се цевоводом пребацује и одводи у Билећко језеро. Цеви су потопљене на дно језерска и теговима оптерећене да неби дошло до подизања и испливавања на поршину у периоду када су празне дужина цевовода је 2,5 km цевовод се завршава на средини језера, слика 10. Све те мере испуштања отпадних вода на дну језера стварају услове да се одржи квалитет воде у језеру (Ђековић, В. *et al.*, 2010/a).



Слика 10. Цевовод за испуштање пречишћених вода по дну језера, оптерећен теговима у циљу спречавања испливавања на површину
(извор: ронилачки клуб Билећа)

Figure 10. The pipeline for the discharge of treated water at the bottom of the lake, loaded with weights to prevent its surfacing (source: diving club Bileca)

Посао полагања цеви су обавили рониоци када је ниво воде у језеру био најнижи, тада је дубина воде изнад цеви била 70 m. У периоду пуне

акумулације дубина воде изнад цевовода је око 100 m (Ђековић, В. *et al.*, 2010/8).

3.2.3 Паковање чврстог отпада и оцеђеног муља

Муљ из угушчивача муља, муљним пумпама се пребацује у мањи базен, тј. хомогенизатор муља. У хомогенизатору се муљ максимално исушује а дисконтинуирано настала вода (ДНВ) из хомогенизатора одводи рециркулацијом на додатну прераду. Исушени муљ се из хомогенизатора муља одводи у простор за паковање. У првој просторији за паковање налази се машина за мљење и мешање муља са полиелектролита (слика 11). Машину покрећу два електро мотора и они спремљену смешу електролита и муља убацују у казан са сувим отпадом. Суви отпад се меша са електролитом и сједињује. Тако сједињен се компресором са пресом, пресује у коцке или бале. Балиране коцке се пужним преносником избацују напоље у контејнер или камион. Добијањем лиценце те коцке се даље продају за ђубриво у пољопривреди или цвећарству. У комплексу постројења за третман и прераду отпадних вода „Билећа“ постоји командна зграда у којој се налази: контролна лабораторија за аутоматско дозирање ферохлорида и контролоу исправности целокупног система. У просторији се налази и десет пластичних буради запремине 1 m³ у којима је складиштен ферохлорид, контролна лабораторија је компјутеризована са системом за праћење свих дешавања и тренутних функција на постројењу.



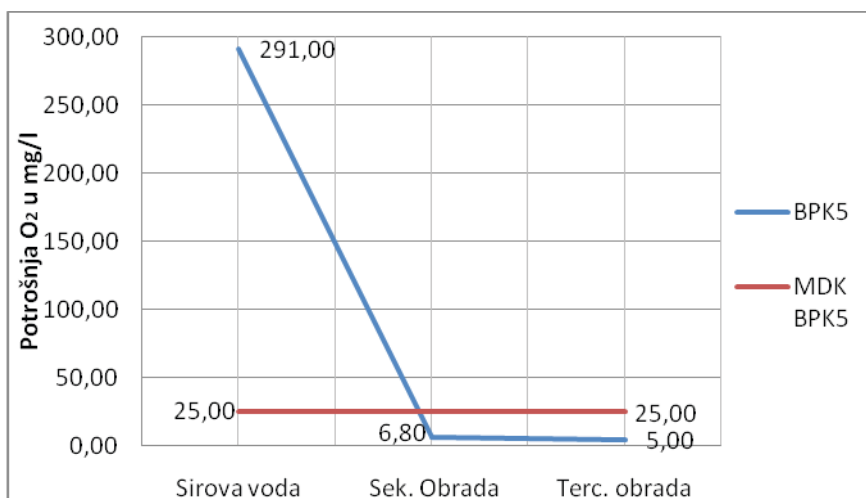
Слика 11. Машина за мљење и мешање муља са полиелектролитом и када за пресовање (фото: Н. Милошевић, 2013)

Figure 11. Machine for grinding and mixing the sludge with polyelectrolyte and the pressing pool (photo: N. Milosevic, 2013)

Алармни систем повезан са компјутером пријављује сваку грешку звучним сигналом. У командној згради постоји и лабораторија за испитивање квалитета пречишћене воде, сервисна просторија, и остале помоћне просторије и канцеларије.

Ефикасност постројења за прераду отпадних вода ППОВ Билећа може се установити на основу петодневне био-хемиске потрошње кисеоника (БПК₅). Приказане вредности на дијаграму 1 су узете из табеле 1, а МДК

вредности су узете из табеле 2. На дијаграму 1 су приказане вредности за БПК₅ из узорак сирове воде, после секундарне обраде и после терцијалне обраде. Јасно се види да је количина потрошње кисеоника у тенденцији опадања и налази се далеко испод максималних дозвољених вредности већ после првог третмана, после другог је та разлика још већа. С обзиром на то да су приказани резултати добијени одмах након пуштања система у пуни погон, могло се очекивати да сви параметри анализе буду задовољавајући и укажу на ефикасност рада постројења. Смањење био-хемијске потрошње кисеоника указује да је систем ефикасан и да се у систему ефикасно уклањају органске материје из прерађене воде. Уколико би се овај процес пореметио створили би се услови за еутрофикацију језерске воде.



Дијаграм 1. Петодневна биохемијска потрошња кисеоника (извор: оригинал)
 Chart 1. The five-day biochemical oxygen demand (source: original)

4. ЗАКЉУЧЦИ

Систем за пречишћавање отпадних вода кроз свој рад, показао је све добре особине прераде отпадних вода али и неке које се морају кориговати да би све функције биле правилно извршаване. Поменуте недостатке је потребно описати по редоследу како и тече технолошки поступак прераде сирових отпадних вода:

1. На основу карактеристика улазне и излазне воде из постројења извршена је оцена ефикасности система за прераду отпадних вода. Ова оцена је од виталног значаја с обзиром да се прерађена вода упушта у језеро, из којег се захватају воде за регионално водоснабдевање становништва и индустрије. Сигурно да овако решење није добро и увек постои могућност да се отпадне воде излију непрерађене у акумулацију, тиме се значајно поскупљује технолошки процес прераде сирових вода пре дистрибуције до потрошача, и увек постоји латентна опасност од избијања епидемија хидричних болести.

2. Да би решетка могла да прихвати и задржи одређену количину и крупноћу чврстог пливајућег и коадног отпадног материјала, размак између шипки у решетки као и њихов облик мора се математички прорачунати. Као недостатак се може навести то што решетка није покривена звучним алармом, па уколико се физички не контролишу, може доћи до загушења и изливања отпадних вода из шахте. У периоду ремонта и чишћења, неопходно је уградити две решетки, тако док се једна чисти друга преузима функцију уклањања крупног пливајућег отпада.
3. Песколов се чисти свака два месеца, догађа се да муљ зачепи пумпу која служи за препумпавање муља у силос за оцеђивање. Онда су трошкови много већи за ремонт пумпи, и процес прераде се у потпуности мора зауставити а песколов се потпуно празни и пере. При заустављању рада песколова вода се задржава у ретенционом базену. Ретенциони базен је пројектован да у случају хаварија (струјних, филтерских и других) омогући пријем отпадних вода капацитета $30 \text{ l}\cdot\text{sec}^{-1}$ за период од 12 сати. За то време мора се отклонити узрок застоја. Искусствено посматрајући за три године рада у максимуму доток отпадних вода био је 13 до $15 \text{ l}\cdot\text{sec}^{-1}$, док преко ноћи када нема падавина количина отпадних вода пада и на $3 \text{ l}\cdot\text{sec}^{-1}$. Тако да ретенциони базен омогућава застој и до 30 сати. (Решење је, да се поставе веће пумпе са већим пречником цеви, како неби долазило до запушавања јер је тренутни пречник $\phi 100 \text{ mm}$. Други проблем са пумпама догађа се у току оштрих зима и када је мали доток отпадних вода тада долази до смрзавања цеви у песколову па пумпа за извлачење не може да функционише. За подручје са климом као што је град Билећа то се ретко дешава али за подручја изразито континенталне климе то би могао бити стални проблем.
4. Потрошња фери хлорида за 25 дана је 1000 l , што додатно поскупљује процес прераде отпадних вода. Познато је да се за 24 часа преради 800 m^3 употребљених вода, значи да на 20.000 m^3 прерађене воде троши се 1.000 l фери хлорида. Бризгаљка убацује фери –хлорид на сваких 9 секунди, што даље значи да бризгаљка на сваких 9 секунди убаца $0,0042 \text{ l}$ фери хлорида, било би неопходно да се поставе огледи који би установили ефикасност циклуса додавања хлора и нормирања процеса коагулације;
5. Искусствено се дошло до расподеле времена на таложење 80 минута и пражњење 40 минута. Основни разлог за овакву одлуку је недовољан капацитет базена, да би се овај процес дугорочно решио потребно је планирати будући рад постројења са планирањем прираштаја корисника вода кналисања употребљених водак и прераду искоришћених вода;
6. Посебна пажња се мора посветити контроли квалитета прерађених вода пре упуштања у реципијент „Билећко језеро“, с обзиром да се воде Билећког језера користе за водоснабдевање значајних регионалних и међудржавних урбаних и индустријских центара.

Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Нови биолошки материјали за заштити земљишта и вода“ (ТР37002) који финансира Министарство просвете, науке и технолошкој развоја.

ЛИТЕРАТУРА

- Бранковић, Д., Будаков, Љ. (2001): Фитопланктон као показатељ загађења реке Тисе. Зборник радова, 30. конференција о актуелним проблемима заштите вода, Аранђеловац, 12-15. јун, стр. 151-156.
- Далмација, Б., Бечелић, М., Иванчев, И., Тумбас (2004): Пројектовање мониторинга површинских вода на основу оквирне директиве Европске Уније у области вода. Зборник радова, 33. конференција Југословенског друштва за заштиту вода, Борско језеро, 8-11. јун.
- Дулић, С., Мркић, Б., (1999): Одређивање квалитета воде језера Лудаш на основу планктонске заједнице. Зборник радова, 28. конференција Југословенског друштва за заштиту вода, Соко Бања, 12-15. октобар, стр. 165-170.
- Ђековић, В. (2007): Заштита вода. Универзитетски уџбеник. Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд.
- Ђековић, V., Anđelković, A., Milošević, N., Gajić, G., Janjić, M. (2013): Effect of Reservoir on Floodwave Transformation (Article) Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, vol. 8 No 2. pp. 107-112
- Ђековић, V., Gajić G., Anđelković A., Milošević N., Kernalis J. (2010/a): The water quality in the basin of Vrla river and its impact on environmental quality. First Serbian Forestry Congress-future with forests Belgrade, 11-13 november.
- Ђековић, V., Letić LJ., Savić R., Nikolić V., Milošević N. (2010/b): Freshwater fish farming possibilities in the hilly-mountain area of serbia, First Serbian Forestry Congress-future with forests Belgrade 11-13 november.
- Игњатовић, Л. (1995): Компактно постројење за механичку и биолошку прераду *отпадних вода мањих агломерација становништва*. Докторска дисертација, Грађевински факултет, Ниш.
- Letić, Lj., Đeković, V., Nikolić, V., Anđelković, A., Milošević, N. (2012): Water runoff regime in conditions of beech-fir habitat on the mountain goč, International Conference On „Land Conservation“ – LANDCOM 1209, Danube Region/Republic Of Serbia.
- Летић, Љ., Савић, Р., Николић, В. (2009): Угроженост западне Бачке процесом еолске ерозије, часопис Шумарство, 1-2. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије, Београд.
- Николић В., Летић Љ. (2011): Заштитни засади као вид борбе против абразије на рибањацима војводине, Шумарство, 3-4. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије, Београд.
- Судар, Н., Перић, М., Ђокић-Васић, Д. (2012): Постројење за пречишћавање отпадних вода билећа по 'sbr' технологији – реализација и ефекти пречишћавања, часопис Водoprивреда, 1-3, вол.44. Југословенско друштво за одводњавање и наводњавање. стр. 127-138
- Урошевић, М. (2004): Европско и наше водно законодавство. Зборник радова, 33. Конференција Југословенско друштво за заштиту вода, Борско језеро 8-11. јуна.
- (2000): Оквирна Директива Европске уније о водама, WFD – 200/60/ЕС, СЕСРА

EFFICIENCY OF WASTEWATER TREATMENT AT 'BILECA' WASTEWATER TREATMENT
PLANT IN THE REPUBLIC SRPSKA – BOSNIA AND HERZEGOVINA

Neđo Milošević
Vojislav Đeković
Aleksandar Anđelković
Velibor Spalević

Summary

This paper describes the process of wastewater treatment at the plant 'Bileca'. We studied the efficiency of the plant operating in all technological stages of treatment. It can be concluded that both design and construction of the plant meet all modern standards set by the EU. However, there are certain operational shortcomings that need to be eliminated in order to improve the efficiency of the plant. Since the treated and purified water is discharged from the plant into Bileca Lake, and the lake water is used for drinking water supply of the whole region, there is a genuine risk of the lake water being contaminated in the low flow (dry) period of the year. In such circumstances, the applied technological methods of raw lake water treatment to obtain drinking water of the first category increase the cost of the treatment. Although the quality of the lake water and the obtained drinking water is regularly controlled, there is a constant risk, related to the human factor, that the treated water might be bacteriologically or chemically contaminated. All these things may endanger public health. During the summer months, the discharge of the river Trebisnjica, a tributary of Bileca Lake, significantly decreases, while the consumption of the accumulated water increases with the increasing number of users in the summer months, especially in coastal cities. Besides, the accumulated water is used for power generation. Consequently, the amount of the accumulated water and its level in the reservoir significantly decreases, which means that in the case of a breakdown at the water treatment plant, the lake water would be in danger of being contaminated. Therefore, the whole plant should be equipped with an alarm system 24 hours a day, especially at night.