

УКЛАЊАЊЕ НУТРИЈЕНАТА ИЗ ГРАДСКИХ ОТПАДНИХ ВОДА У ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОКОАГУЛАЦИЈЕ

Студијски програм: Грађевинарство
Модул: Хидротехника и водно-еколошко инжењерство
Ужа научна област: Комунална хидротехника
Ментор: Доц.др Бранислава Лекић, дипл. инж. грађ.
Коментор: В.проф.др Др Владана Рајаковић-Огњановић дипл. инж. технол.

Бранислав Пророчић

Основне академске студије уписане 2011. год.
Основне академске студије завршене 2018. год.
Просечна оцена: 7,36 (седам и 36/100)

Мастер академске студије уписане 2018. год.
Мастер академске студије завршене 2019. год.
Просечна оцена: 9,00 (девет)

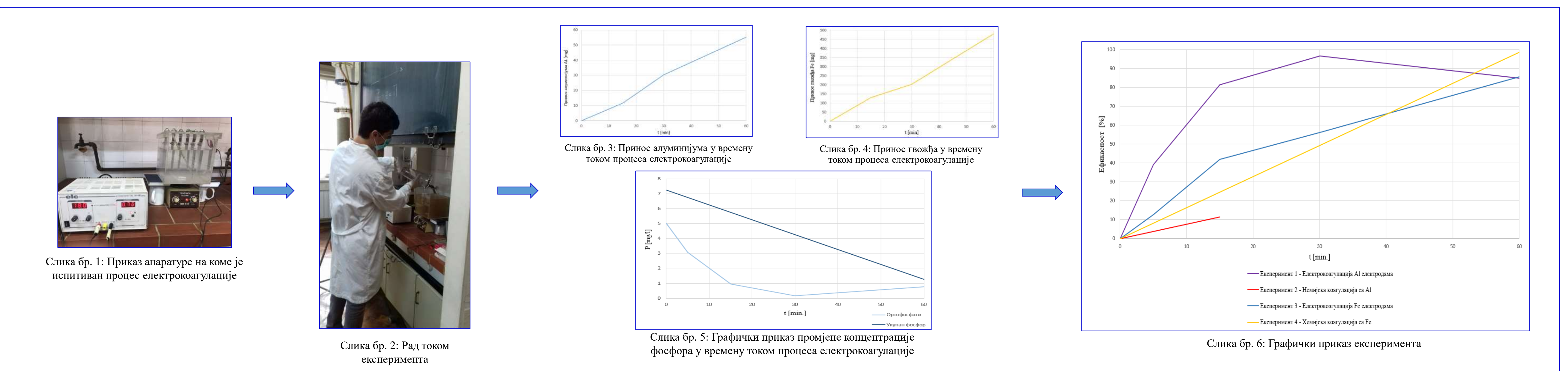
ЗАДАТАК МАСТЕР РАДА

У раду је обрађен технолошки прорачун постројења за пречишћавање отпадних вода у шарженог реактора (SBR технологије биолошког третмана отпадних вода) у односу на параметре прописане одговарајућом законском регулативом и стандардом. Прорачуном су приказана варијантна решења где су разматрани процеси са и без примене електрокоагулације. Електрокоагулација (ЕК) је савремена електро-хемијска метода којом се могу уклањати нутријенти, азот и фосфор, који су један од главних параметара који показују квалитет пречишћене воде. Коначни резултати прорачуна приказују значај и могућности примене процеса електрокоагулације на процес пречишћавања комуналних отпадних вода.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

Експеримент процеса електрокоагулације је рађен у Лабораторији за комуналну хидротехнику и квалитет вода Грађевинског факултета. Апаратуру за испитивање овог процеса чине: реакциона посуда облика призме од пластике, поклопац са шест уграђених места за постављање електрода, електроде, исправљач струје и магнетна мешалица. Циљ експеримента јесте испитивање уклањања фосфора из комуналних отпадних вода применом ЕК. Процес ЕК у области пречишћавања отпадних вода је још увек недовољно истражен. Због недостатка података везано за примену процеса ЕК за уклањање фосфора из комуналних отпадних вода, испитивања су рађена на различитим узорцима воде, коришћењем различитих електрода: водоводске воде уз алуминијумске електроде, комуналне отпадне воде уз алуминијумске електроде, водоводске воде уз електроде од гвожђа и комуналне отпадне воде уз електроде од гвожђа.

У процесу ЕК долази до ослобађања алуминијума и гвожђа из електрода, услед чега се електроде троше. Количина ових метала која се ослобађа из електрода испитује се у узорку водоводске воде, чиме се утврђује време трајања електрода током вршења процеса ЕК. Верификација ефикасности експеримента врши се упоредном анализом процеса ЕК и процеса хемијске коагулације, како би се упоредили параметри и ефикасност ова два процеса на узорцима отпадне воде. Хемијска коагулација представља додавање коагуланта како би се неутралисале колоидне честице, затим њиховом флокулацијом (укрупњавањем) долази до таложења и уклањања. Испитује се помоћу "цар тест" апаратуре са коагулантима који садрже алуминијум и гвожђе. Процес ЕК показао је високу ефикасност за уклањање фосфора из комуналне отпадне воде. Врста електроде утиче на ефикасност процеса, као и на цену коштања. Применом алуминијумских електрода постиже се знатно већа ефикасност за краће време трајања процеса у односу на примену електрода од гвожђа. Алуминијумске електроде јесу скупље, али је експеримент показао да се применом обе врсте електрода троши приближно иста количина енергије. Током процеса долази до стварања муља, што представља битан пројектни параметар.

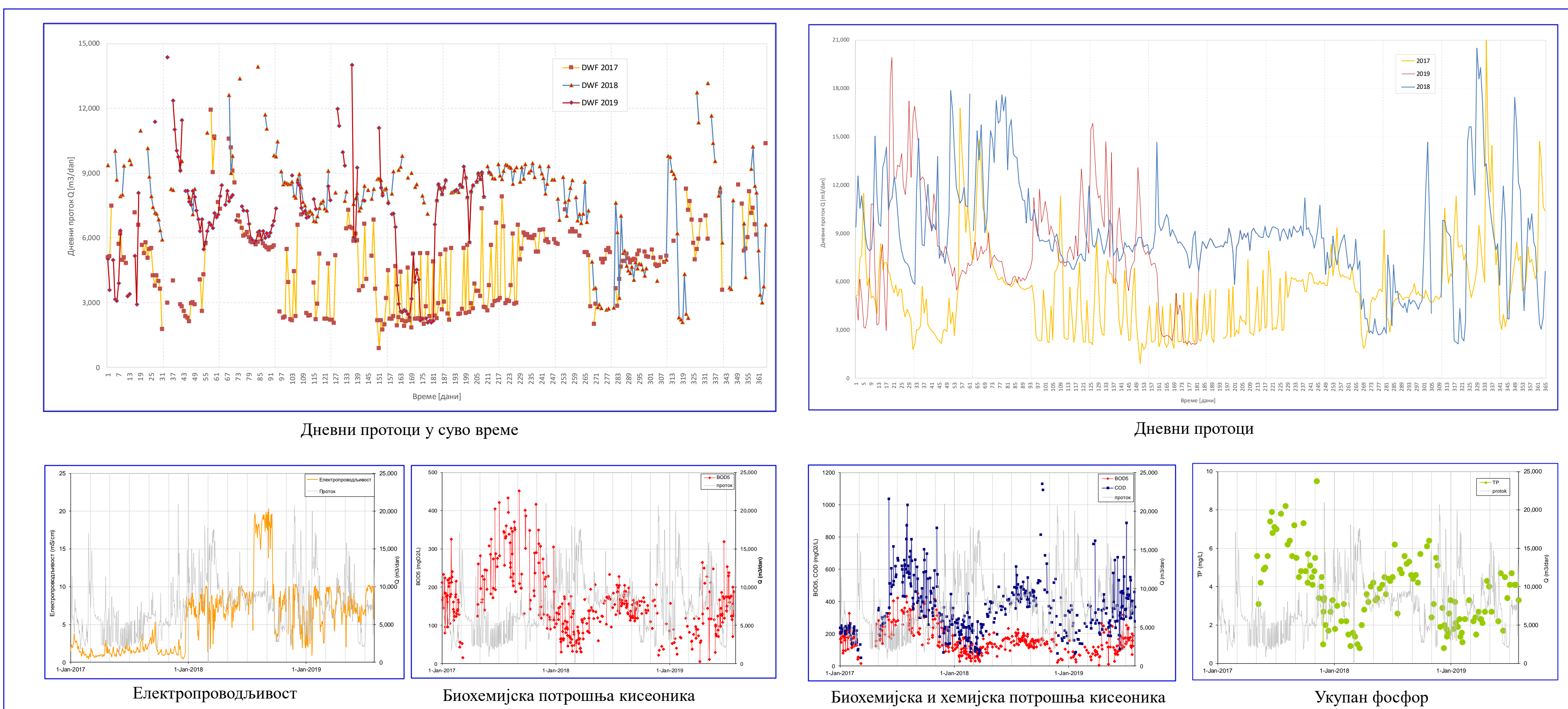


ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ ОБЈЕКТА И СИСТЕМА ППОВ ПРИМЕНОМ SBR ТЕХНОЛОГИЈЕ

Димензионисање постројења за пречишћавање отпадне воде на принципу SBR процеса извршено је на основу правила Немачког удружења за воду, отпадну воду и отпад (DWA). Технолошки прорачун је урађен на основу стандарда A131E, док је технологија SBR процеса урађена према стандарду M210.

Основу прорачуна представљају улазни параметри на основу којих се врши технолошки прорачун и димензионисање објекта. Уводно разматрање, пре вршења прорачуна, чини број становника које насељава разматрано подручје изражено у јединицима еквивалентног становника (ЕС). Потребне анализе и прорачун је неопходно разматрати током зиме и током лета, јер се тада јављају минималне и максималне вредности температуре, као и број становника који се мења (туристичко подручје, празници, одмори...). Температура је кључни фактор за ефикасност биохемијских процеса.

Параметри неопходни за димензионисање су: меродавна хидрауличка оптерећења, специфична оптерећења загађујућим материјама, меродавна масена оптерећења, концентрације загађујућих материја, захтеви за квалитет ефлуента.



SBR ТЕХНОЛОГИЈА

SBR биореактори (*eng. Sequencing Batch Reactor*) су реактори у којима се одвија биолошко пречишћавање отпадних вода уз присуство активног муља (микроорганизама). Биолошки процеси пречишћавања и одвајања активног муља од пречишћених отпадних вода одвијају се у истом базену. Ниво воде у реактору се повећава довољном отпадних вода које треба да се пречисте, и након третмана пречишћена вода се у шаржама изводи из реактора. Постојења SBR типа, могу имати један или више биореактора.

Циклус SBR-а представља временски интервал који је потребан за пуњење, биолошке процесе и одвајање активног муља од пречишћене воде, као и за одвођење пречишћене воде и вишка муља. Циклус може да се подели на радну фазу (састоји се од: реакционе фазе, фазе пуњења, фазе мешања, фазе биолошке разградње фосфата, фазе аерације, фазе седиментације, фазе одвођења пречишћене воде) и фазу мировања.

ЗАКЉУЧАК

Циљ пречишћавања отпадних вода јесте уклањање свих растворених и суспендованих материја, а затим, у складу са законском регулативом, испуштање тако пречишћене воде у реципијент тј. водопријемник. Након лабораторијског испитивања ЕК одређена је количина муља која настаје током процеса. Добијене вредности су јако велике и имају знатан утицај у технолошком прорачуну и димензијама габарита објекта реактора. Процес ЕК се уводи у терцијарни третман који се одвија такође у оквиру реактора који је предвиђен и за биолошки третман. Због продукције муља у биореакторима се повећава концентрација муља, која ће на крају бити једнака збиру муља за биолошки третман и уклањање фосфора применом ЕК. У првој варијанти, усвајањем минималне концентрације муља, неопходно је обезбедити дупло већу запремину базена. Ово захтева изградњу 3 додатна базена као што су биореактори, или повећати дупло висину већ постојећег објекта, што представља неприхватљив услов. Како је минимална концентрација муља радни параметар, у другој варијанти је предвиђено веће повећање што је реално изводљиво. Након повећања концентрације муља 1,5 пута постигнуто је прихватљиво решење где је потребно изградити само један додатни базен где би биле смештене електроде. Мана друге фазе је повећана количина продукovanог муља.

Као резултат укупног истраживања постигнут је висок проценат успешности примене методе процеса електрокоагулације у уклањању фосфора из комуналних отпадних вода. На основу прорачуна препоручује се да се електрокоагулација примењује као виши ниво пречишћавања, односно унапређен третман, где је након претходних третмана потребно да квалитет ефлуента буде у складу са законском регулативом. Кроз анализу добијених резултата дат је значајан допринос у истраживањима за заштиту животне средине и третмана отпадних вода, где процес електрокоагулације може да има примену.

ЗАХВАЛНИЦА

Посебно се захваљујем свом ментору Доц.др Бранислави Лекић на беспрекорној сарадњи, саветима и пренесеном знању. Такође, захвалио бих се Др Владани Рајаковић-Огњановић дипл.инж.технол. и Нади Цвијетић дипл.инж.прех.тех. на изузетној сарадњи и тимском раду током експеримента у лабораторији.