

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**



**Природни ресурси и технологии
Natural resources and technology**

**декември 2017
December 2017**

**ГОДИНА 11
БРОЈ 11**

**VOLUME XI
NO 11**

**UNIVERSITY “GOCE DELCEV” – STIP
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ
NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGY

За издавачот

Проф. д-р Зоран Десподов

Издавачки совет

Проф. д-р Блажо Боев
Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Зоран Десподов
Доц. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Кимет Фетаху
Проф. д-р Ѓорѓи Радулов

Editorial board

Prof. Blazo Boev, Ph.D
Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Ass. Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D
Prof. Gorgi Radulov, Ph.D

Редакциски одбор

Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Зоран Десподов
Доц. д-р Дејан Мираковски

Editorial staff

Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Ass. Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D

Главен и одговорен уредник

Проф. д-р Мирјана Голомеова

Managing & Editor in chief

Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D

Јазично уредување

Даница Гавриловска-Атанасовска
(македонски јазик)

Language editor

Danica Gavrilovska-Atanasovska
(macedonian language)

Техничко уредување

Славе Димитров
Благој Михов

Technical editor

Slave Dimitrov
Blagoj Mihov

Редакција и администрација

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип
Факултет за природни и технички науки
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип
Р. Македонија

Address of the editorial office

Goce Delcev University - Stip
Faculty of Natural and Technical Sciences
Goce Delcev 89, Stip
R. Macedonia

С о д р ж и н а

Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Ванчо Аџиски, Николинка Донева НАЧИНИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ГЕОДЕТСКИ ПОДЛОГИ ЗА ПОТРЕБИ ВО РУДАРСТВОТО И ГЕОЛОГИЈАТА	5
Николинка Донева, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова, Дејан Ивановски УТВРДУВАЊЕ НА ЕФЕКТИТЕ ОД ИЗРАБОТКА НА ХОДНИК ВО РУДА И ЦИПОЛИН СО ПРИМЕНА НА РАЗЛИЧНИ СИСТЕМИ ЗА ИНИЦИРАЊЕ	17
Ванчо Аџиски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Стојанче Мијалковски МЕТОДОЛОГИЈА ЗА СИМУЛАЦИЈА НА КАМИОНСКИОТ ТРАНСПОРТ ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА	25
Иван Боев, Блажо Боев СИЛИЦИСКИ ВУЛКАНИЗАМ НА КОЖУФ ПЛАНИНА ДОКАЖАН СО ПРИСУСТВОТО НА ТРИДИМИТ И ПЕРЛИТ ВО ВИСОКО-SiO ₂ СЕДИМЕНТНИТЕ КАРПИ ВО КАЛДЕРАТА АЛШАР	33
Тена Шијакова-Иванова, Филип Јовановски, Виолета Стојанова, Виолета Стефанова, Крсто Блажев МИНЕРАЛОШКО-ПЕТРОГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ГРАНОДИОРИТИТЕ ВО БЛИЗИНА НА С.БОНЧЕ, ПРИЛЕП	43
Виолета Стојанова, Гоше Петров, Тена Шијакова-Иванова МИКРОФОСИЛИ И НИВНА ПРИМЕНА ВО ИСТРАЖУВАЊЕТО НА НАФТА И ГАС	51
Војо Мирчовски, Горги Димов, Дарко Герасимов EXPLOITATION AND HYDROGEOLOGICAL PARAMETERS OF HYDROGEO THERMAL SYSTEM SPA KEZHOVICA - STIP	57
Благица Донева, Марјан Делипетрев, Горги Димов, Крсто Блажев ГРАВИТАЦИСКО ПОЛЕ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА	67
Крсто Наумовски, Борис Крстев, Горан Басовски, Тијана Тодева, Александар Крстев СОСТОЈБИ И ВЛИЈАНИЕ ОД ИНДУСТРИСКИ ПРОЦЕСИ И АТМОСФЕРСКИ ПРИЛИКИ НА АЕРОЗАГАДУВАЊЕТО ВО СКОПСКИОТ И ПОЛОШКИОТ РЕГИОН	75
V.Krstev, K. Naumovski, A. Krstev, B. Golomeov, M. Golomeova, A. Zendelska, T. Todeva AIR POLLUTION IN SURROUNDING ENVIRONMENT OF DOMESTI MINES – AMBIENT AIR AND PLANT DUST	83
Славица Михова, Марија Хаџи-Николова, Дејан Мираковски, Николинка Донева ПЕРСОНАЛНА ИЗЛОЖЕНОСТ НА БУЧАВА НА РАБОТНИЦИТЕ ВО МЕТАЛНАТА ИНДУСТРИЈА	89

Иван Боев, Блажо Боев ХЛОРАРГИРИТ И АКАНТИТ ВО ПМ-10 ЧЕСТИЧКИТЕ ВО ОБЛАСТА ТИКВЕШ	95
Сања Симевска, Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска КОНТРОЛА НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОДАТА ВО ПСОВ - БЕРОВО	101
Зоран Стоилов, Борис Крстев, Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска ИСПИТУВАЊЕ НА КВАЛИТЕТОТ НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ ВО ДЕЛ ОД ИСТОЧНА МАКЕДОНИЈА.....	113
Ацо Јаневски, Крсто Блажев, Киро Мојсов, Дарко Андроников ДОБИВАЊЕ НА СИЛИЦИУМ ДИОКСИДОТ ОД ОРИЗОВА ЛУШПИ	121
Марија Миленкоска, Зоран Десподов ЛОГИСТИЧКАТА ПОДГОТВЕНОСТ НА КЛУЧНИТЕ ИНСТИТУЦИИ ВО ОПШТИНА ШТИП ЗА УПРАВУВАЊЕ СО КРИЗНИ СОСТОЈБИ	127
Петар Намичев, Екатерина Намичева КОНСТРУКТИВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТРАДИЦИОНАЛНАТА ГРАДСКА КУЌА ОД 19-ОТ ВЕК ВО ШТИП	139

КОНТРОЛ НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОДАТА ВО ПСОВ - БЕРОВО

Сања Симевска¹, Мирјана Голомеова¹, Афродита Зенделска¹

Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Македонија
sanja.petkovic0910@gmail.com

Стручен труд УДК: 628.31

Апстракт

Во овој труд се презентирани резултатите од работењето на Пречистителната станица за отпадни води – Берово во 2016 година, во однос на протокот, температурата на воздухот и водата, рН вредноста, присуството на суспендиран цврсти честички, биохемиската и хемиската потрошувачка на кислород, како и присуството на NH₄-N. Од добиените резултати може да се констатира дека Пречистителната станица за отпадни води – Берово дава задоволителни резултати за квалитетот на пречистената отпадна вода, односно, следените параметри се под лимитираните вредности.

Клучни зборови: *Берово, пречистителна станица, третман на отпадни води, БПК₅, ХПК*

WATER QUALITY CONTROL IN WWTP - BEROVO

Sanja Simevska¹, Mirjana Golomeova¹, Afrodita Zendelska¹

Faculty of Natural and Technical Sciences, Goce Delcev University, Stip, Macedonia
sanja.petkovic0910@gmail.com

Abstract

This paper presents the results of the operation of the wastewater treatment plant - Berovo in 2016 in terms of flow, air and water temperature, pH value, presence of suspended solids, biochemical oxygen demand and chemical oxygen demand, as well as the presence on NH₄-N. From the obtained results it can be concluded that the wastewater treatment plant - Berovo gives satisfactory results for the quality of purified wastewater, that is, the parameters monitored are below the limit values.

Keywords: *Berovo, wastewater plant, wastewater treatment, BOD₅, COD*

1. Вовед

Пречистителната станица за отпадни води (ПСОВ) во Берово е дел од проектот Урбан водоснабдителен и санитарен систем – Берово, кој има за цел рехабилитација и проширување на регионалната инфраструктура за водоснабдување во Берово и заштита на реката Брегалница од загадување од домашна и индустриска отпадна вода.

Според Деталниот урбанистички план на Македонија, ПСОВ е во близина на Селото Мачево, а колекторот за отпадни води кој е со должина од околу 6.1 km ги поврзува Берово и околните села кон ПСОВ. ПСОВ ги преработува домашната и индустриската отпадна вода од Берово и околните села Русиново, Владимирово, Смојмирово и Мачево. Во блиска иднина ПСОВ ќе се прошири со цел дополнително да се опфати третман и на отпадната вода од Пехчево и неговите села Чифлик, Умлена и Робово.

Проектот Урбан водоснабдителен и санитарен систем - Берово започнал во почетокот на 2007 и завршил во 2009 година, а ПСОВ започна со работа во 2010 година и овозможува значително подобрување на животната средина во Берово. Поточно, со пречистителната станица се штити текот на реката Брегалница од домашните и индустриски отпадни води и воедно се подобрува вкупната хигиенска состојба и квалитетот на водата во корист на жителите и животната средина во Берово и околината по текот на реката Брегалница.

Вкупната потребна површина за ПСОВ е 16 000 m² од кои околу 4 000 m² за процесот на преработка на отпадната вода, а 12 000 m² за три полиња за тиња. На локацијата на ПСОВ најмалку 4 000 m² дополнително се слободни за идното проширување на ПСОВ, т.е. за конструкција на паралелна линија за преработка на отпадната вода.

Пречистителната станица за отпадни води – Берово е проектирана согласно со МЖСПП, врз база на стандарди, кои одговараат на Упатствата 91/171ЕЕС од Европската Унија.

Според Законот за води, член 88, посебните министерства, Министерството за земјоделие, шумарство и водостопанство (МЗШВС) заедно со МЖСПП ги дефинираат стандардите за отпадните води, притоа земајќи ги предвид чувствителноста на отпадните води. Според Нацрт-законот за води, член 10, отпадната вода треба да се преработува со помош на висока технологија и според член 110, за ПСОВ е потребна дозвола од одговорното министерство за испуштање на преработената отпадна вода. Во табела 1 се прикажани стандардите за отпадни материи на ЕУ употребени за ПСОВ - Берово.

Табела 1. Стандарди за отпадни материи на ЕУ употребени за ПСОВ Берово
Table 1. EU standards for waste materials used by WWTP Berovo

	Минимално опаѓање (%)	Концентрација на отпадни материи (mg/l)
Биолошка потрошувачка на кислород БПК	70-90	25
Хемиска потрошувачка на кислород ХПК	75	125
Вкупно отстранет отпад	90	35

Што се однесува на отстранување на нитратите, стандардите на ЕУ за отпадната вода зависат од осетливоста на отпадната вода и областа по текот на реката низводно од ПСОВ. За ПСОВ проектирани за помалку од 100 000 ЕЖ, за „осетливите области“ треба да се задоволат следните стандарди за азот и фосфор (табела 2).

Табела 2. Стандарди за отпадни материи на ЕУ за осетливи области
Table 2. EU standards for waste materials for sensitive areas

	Минимално опаѓање (%)	Концентрација на отпадни материи (mg/l)
Вкупно азот N_{tot}	70-80	15
Вкупно фосфор P_{tot}	80	2

2. Опис на процесот во Пречистителната станица за отпадни води - Берово

Со цел избирање на оптимални процеси за преработка на отпадна вода во Пречистителната станица за отпадни води – Берово, извршена е проценка на неколку алтернативни процеси коишто се користат при третман на отпадни води, како што се: SBR технологија (Секвенциски биолошки реактори), јама за оксидација и активна тиња. Според техничката проценка, SBR технологијата е проценета како најповолна од останатите, и тоа поради следните главни причини:

- Флексибилниот и стабилен процес дозволува моделарен дизајн и лесно проширување на ПСОВ во иднина;
- Мал број на процесни единици: нема потреба од примарно и секундарно избистрување;
- Мали трошоци за ефикасна аерација во релативно длабоките SBR реактори. SBR процесот може да се контролира со цел да се избегне нитрификација за време на топлите временски периоди, што не е случај со технологијата со јами за оксидација каде што постојано би имало нитрификација и зголемени оперативни трошоци.

За да се транспортира отпадната вода по гравитационен пат до ПСОВ, станицата е лоцирана до реката Брегалница. Со цел да се намали ризикот од поплавување и да се избегнат соодветните проблеми и инциденти, ПСОВ е изградена над очекуваното максимално ниво на водата во реката, поради што е потребно доводна пумпна станица.

За да се овозможи стабилен и непрекинат процес, SBR реакторите работат паралелно. Нема премногу опрема, т.е. има 3 SBR реактори, доводни пумпи, средишни пумпи со *stand-by* (резервна) пумпа. Во ПСОВ Берово, како што беше предвидено да се почне со работа, моментално работи само една линија за преработка за различните процесни единици (т.е. филтрирање, механичка преработка, SBR процес, стабилизација на тињата). ПСОВ е конструирана така што ќе овозможи лесна реализација на паралелна линија за преработка во рамките на идното проширување на станицата. SBR технологијата,

комбинирана со полињата за преработка на тињата, може да биде сумирана во процесен синцир прикажан во табела 3.

Табела 3. Процес на преработка на отпадната вода во регионалната ПСОВ- Берово
Table 3. Wastewater treatment process in WWTP Berovo

Процес	Опис
Филтер од чакал	Влезна шахта од колекторот (30 m ³) со преливник во реката Брегалница
Отстранување на груб материјал	Една рачно наклонета решеткаста мрежа (околу 80 mm)
Доводна пумпна станица	Две Архимедов тип на елисни пумпи (2*35 l/s)
Пред третман	Отстранувањето на фина фракција материјал и отстранувањето на песокот и маснотиите е целосно автоматизиран процес, при што се комбинираат следните единични процеси: <ul style="list-style-type: none"> - Автоматска фина филтрација (растојание меѓу решетките 6 mm) - Перење на собраниот отпад - Набивање на отпадот и затворен систем на пакување - Аериран филтер за песок и маснотии со посебен затворен систем за пакување на песокот и маснотиите
Централна пумпна станица	Подводни пумпи (3+1*35 l/s, со адаптер на фреквенција)
SBR реактори	Три паралелни реактори за отстранување на јаглерод и идно отстранување на нитратите. <ul style="list-style-type: none"> - Отпадната вода влегува во делумно наполнет реактор кој содржи активна тиња. Аерацијата се одвива во текот на полнењето и продолжува и откако реакторот ќе се наполни. - Откако заврши биолошката реакција и органските материи се отстранети од водата, аерацијата завршува и тињата се таложи. - Прочистената вода се одведува со помош на системот на одводнување до резервоарот за изедначување со цел да се контролира протокот на водата и да се избегне испуштање на водата во големи количини во реката Брегалница.
Аерација	Аерацијата во реакторите се врши со аерационен систем со фини меурчиња. Има 4 ротациони клипни компресори, секој со капацитет од 550 Nm ³ /h и инсталирана моќност од 20 kw.
Базен за изедначување	Еден реактор со околу 200 m ³ за изедначување на отпадната вода.
Преработка на тиња	Аеробната стабилизација на тињата со процесот на таложење и сушење на тиња во полињата за тиња се врши поради: <ul style="list-style-type: none"> - Мали трошоци за одржување, мала потреби од работна сила, енергија и мала потреба на материјали за дехидрација на тињата и претворање во ѓубриво во полињата за тиња. - Стабилноста на тињата со помош на технологијата на полиња за тиња е најголема. - Преработената тиња од полињата претставува драгоцен, евтино и сигурно ѓубриво за локалното земјоделие. - Полињата со тиња се целосно аерирани со ризоми од трската и од воздухот кој циркулира во дренажниот систем. Според тоа нема да има проблеми со отсуство на воздух на полињата и проблеми со мирисот.
Гравитациско згуснување	Се користи згуснувач на тиња (околу 200 m ³) за зголемување на концентрацијата на тиња од околу 0.6 % TS до 1 % TS.
Аеробна стабилизација на тињата	Резервоар за стабилизација на тињата од околу 1 400 m ³ опремен со аерација со фина мембрана
Сушење/минерализација на тињата	Полиња за тиња со вкупна површина од околу 9 000 m ² (3*3 000 m ²)

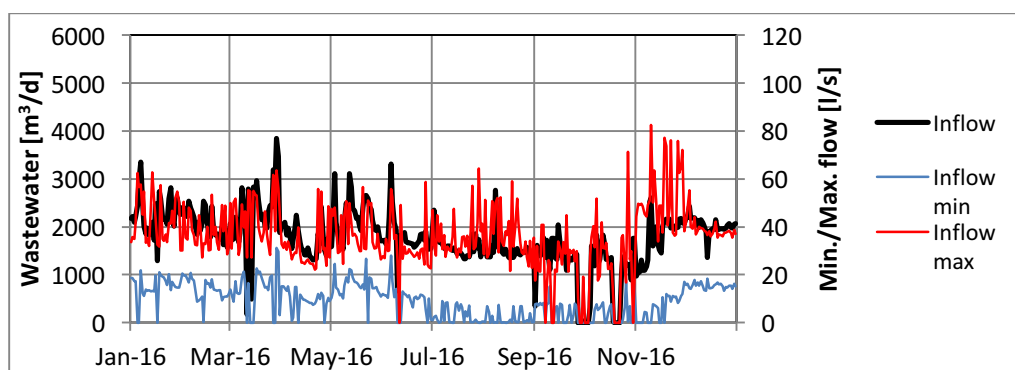
3. Резултатите од работењето на Пречистителната станица за отпадни води – Берово

Во овој труд се прикажани резултатите од работењето на Пречистителната станица за отпадни води – Берово за 2016 година, во однос на протокот, температурата на воздухот и водата, рН вредноста, присуството на суспендиран цврсти честички, биохемиската и хемиската потрошувачка на кислород, како и присуството на $\text{NH}_4\text{-N}$.

3.1. Мерење на проток

Отпадната вода има променлив проток и состав, што може да ја наруши работата на одделни делови од постројката. Во услови на големи дневни осцилации на протокот и оптоварување со отпадна вода може да се предвидат уреди за изедначување на протокот, со цел да се подигне ефикасноста на постројката.

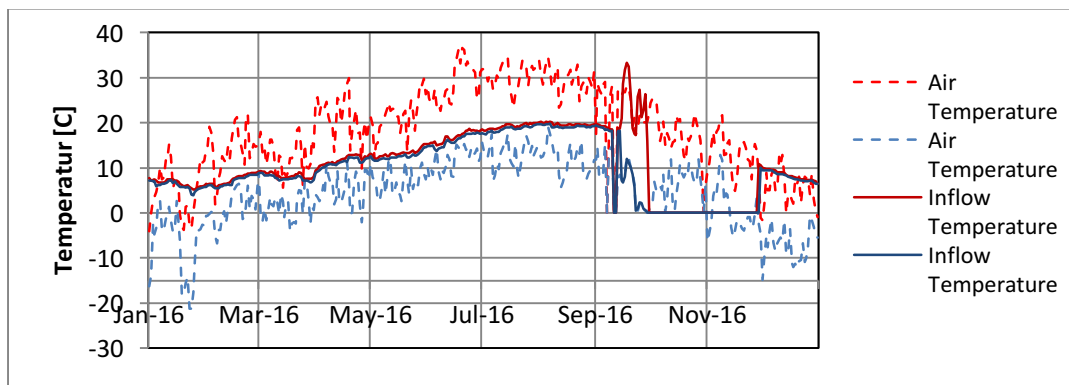
Во Пречистителната станица за отпадни води – Берово секојдневно се вршени мерења на повеќе параметри, меѓу кои како еден од битните параметри е мерењето на протокот. Варијациите на протокот во текот на опфатениот период графички се прикажани на слика 1, при што може да се забележат големи осцилации кои се движат во границите од 168 – 3 853 $\text{m}^3/\text{ден}$ со средна вредност од 1 876 $\text{m}^3/\text{ден}$.



Слика 1. Протокот на отпадна вода
Figure 1. Wastewater inflow

3.2. Мерење на температура

Активноста на бактериите (пред сè нитрификантите) во значителна мера зависи од температурата. Освен тоа, таа е често определувачка за видот на процесот во станицата. Колку е пониска температурата, толку е побавна во принцип активноста на сите групи бактерии. На слика 2 графички се прикажани измерените температури на воздухот и водата.

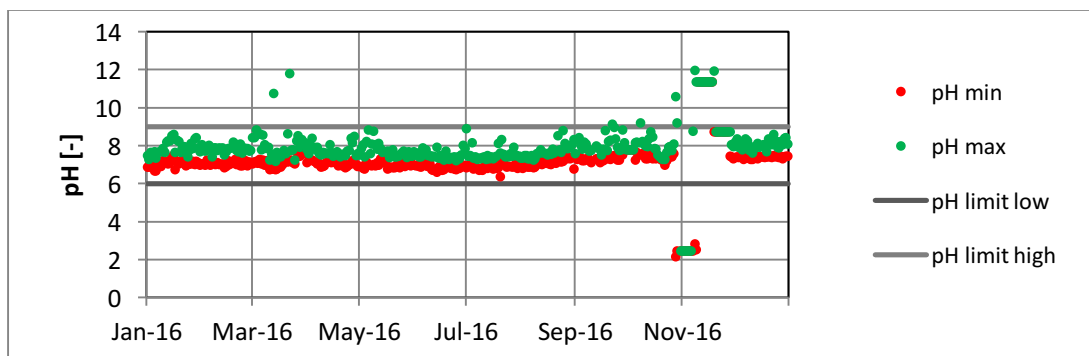


Слика 2. Графички приказ на температурата на воздухот и отпадната вода
Figure 2. Graphic of air and inflow temperature

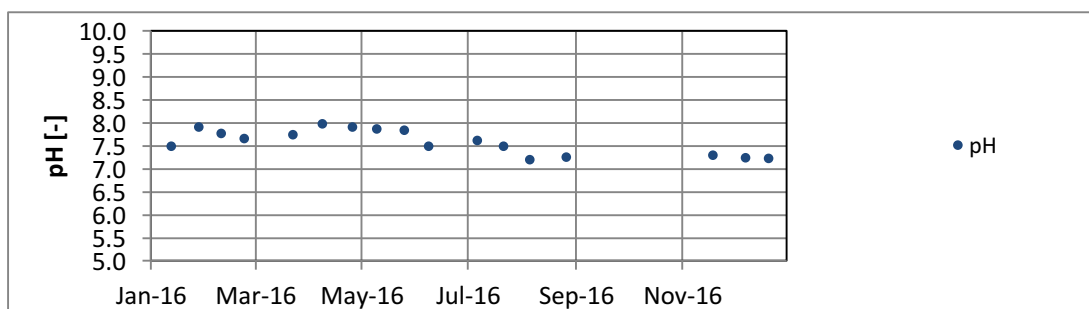
Од графичките прикази може да се види дека промените на температурата на водата ги следи трендот на промената на температурата на воздухот, во летните периоди е повисока во однос на зимските, што веројатно ќе се одрази на ефикасноста на пречистителните операции.

3.3. Мерење на рН вредност

рН вредноста покажува дали водата е кисела, неутрална или алкална. Биолошкото пречистување се одвива најдобро при рН помеѓу 6,8 и 8,0. Во Пречистителната станица за отпадни води – Берово секојдневно беше следена и рН вредноста на водата пред и по третман, а резултатите графички се прикажани на сликите 3 и 4.



Слика 3. рН вредност на отпадната вода пред третман
Figure 3. рН value of wastewater before treatment



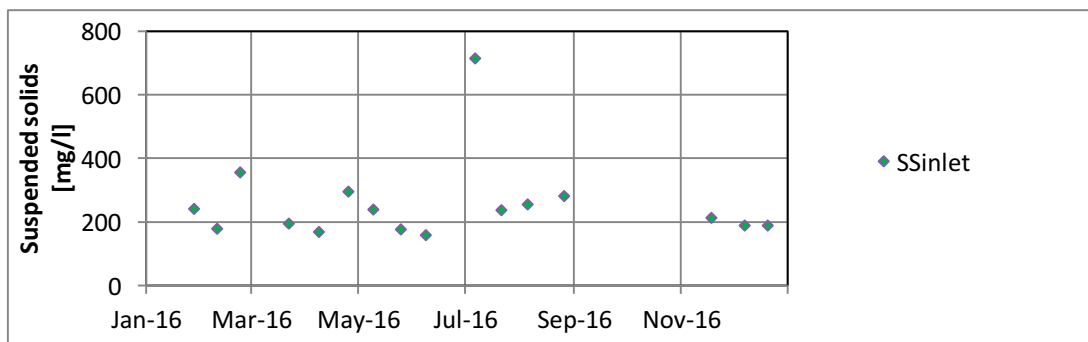
Слика 4. рН вредност на отпадната вода по пречистувањето
Figure 4. рН value of wastewater after treatment

Од графиконите може да се констатира дека рН вредноста на влезната отпадна вода се движи помеѓу 6 и 9, што укажува на поволни услови за биолошко прочистување, а рН вредноста на пречистената вода се движи во границите од 7 до 8. Ова покажува дека водата по третманот е неутрална и погодна за испуштање во природните водотеци.

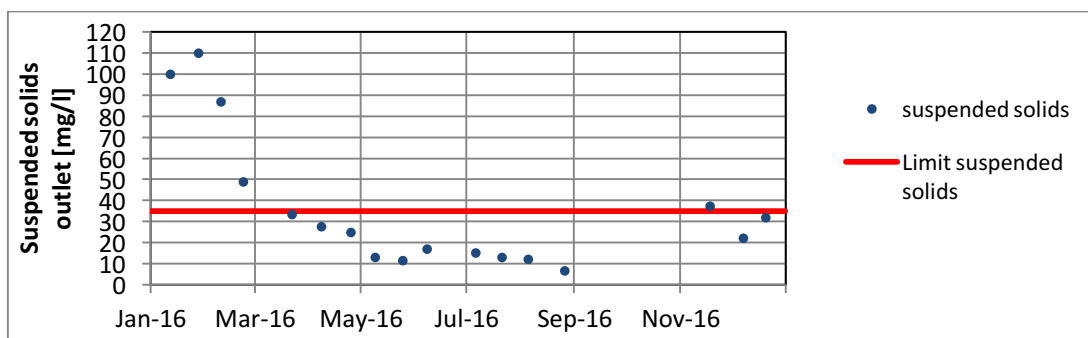
3.4. Определување на суспендирани цврсти материи

Содржината на таложливи суспендирани материи во суровата вода се мерка за содржината на цврстите материи во отпадните води и вклучуваат таложливи, суспендирани загадувачки материи. Степенот на ефикасноста на отстранување на суспендирани честички се определува според содржината на истите пред и по третманот.

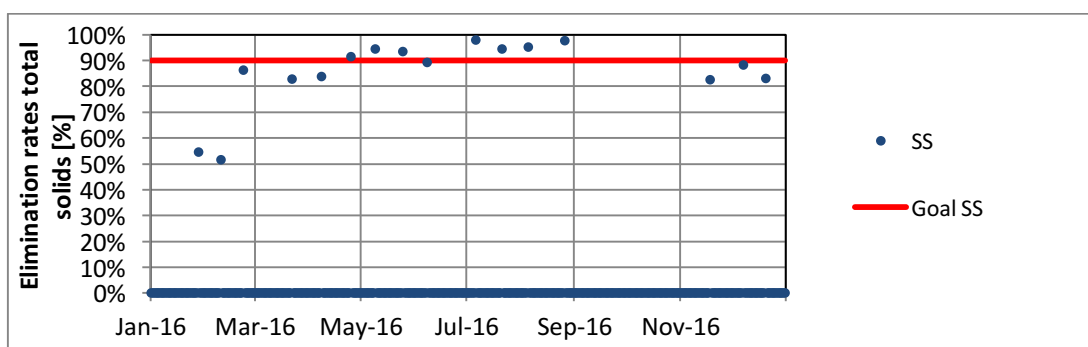
Резултатите за содржината на суспендирани честички пред и по третманот, како и резултатите за ефикасноста на нивното отстранување се прикажани на сликите 5, 6 и 7.



Слика 5. Суспендирани цврсти материи пред третман
Figure 5. Suspended solids before treatment



Слика 6. Гранична вредност и суспендирани цврсти материи по третман
Figure 6. Limit value and suspended solids after treatment



Слика 7. Ефикасност на отстранување на цврсти материи
Figure 7. Elimination rates of total solids

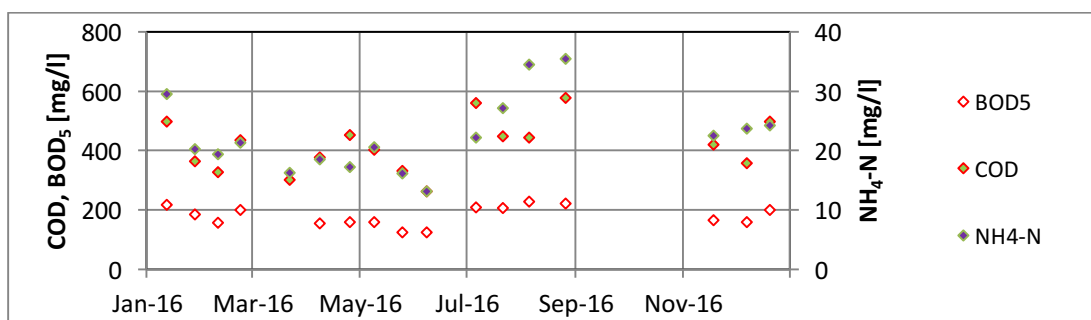
Количината на суспендираните цврсти материи во отпадната вода пред третманот се движи од околу 150 – 400 mg/l. Ефикасноста на отстранување на суспендираните цврсти материи во јануари и февруари кога заостанале околу 50-110 mg/l суспендирани материи изнесува од 50 до 60 %, а во останатите месеци постигнати се подобри резултати, т.е. ефикасноста е во границите од 80 до 100 %, а содржината на суспендирани материи е од околу 5 – 40 mg/l.

3.5. Определување на биохемиска потрошувачка на кислород (БПК₅) и хемиска потрошувачка на кислород (ХПК)

Биохемиска потрошувачка на кислород претставува количина на кислородот која микроорганизмите ја трошат за разградувањето на органските материи кои се наоѓаат во водата за одредено време. Обично, како мерка се користи петдневна потрошувачка на кислород БПК₅ која означува количина на кислород која се троши во процесите на разградување на органските материи од страна на аеробните микроорганизми во текот на 5 дена на температура од 20°C.

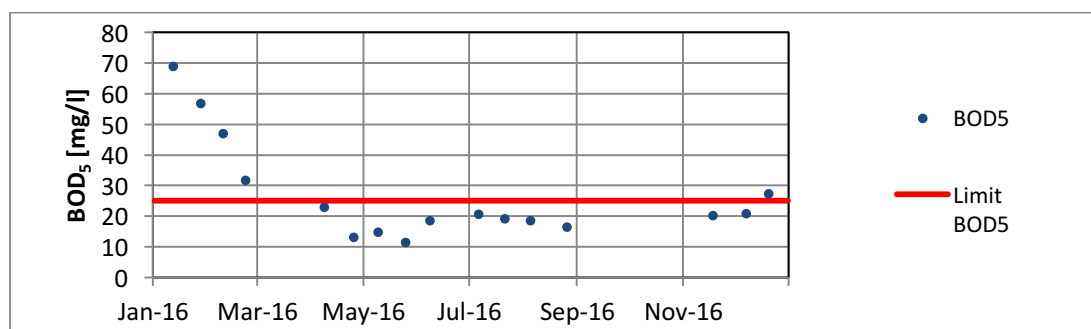
Хемиската потрошувачка на кислород служи како хемиски параметар во проценувањето на квалитетот на водата кој се одредува преку потрошувачката од KMnO_4 . ХПК е мерка на количината на оксидабилна материја присутна во водата. Присуството на индустриска отпадна вода може значително да ја зголеми ХПК.

Резултатите од мерењата на БПК₅ и ХПК на отпадната вода пред третман во текот на 2016 година се даден на слика 8.

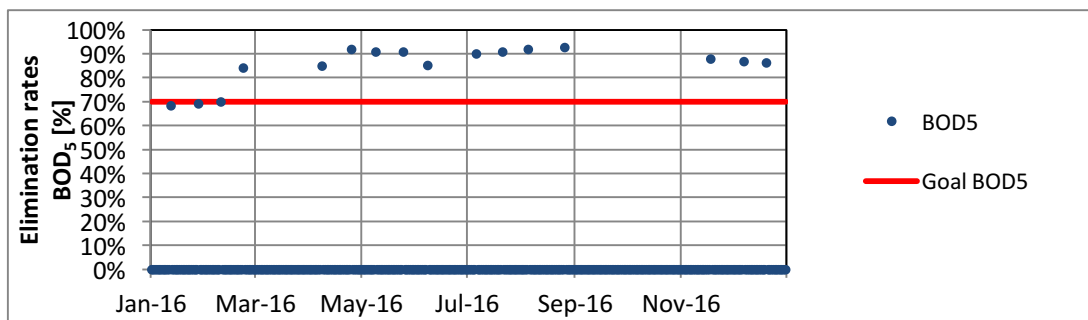


Слика 8. БПК₅, ХПК и NH₄-N пред третман
Figure 8. BOD₅, COD and NH₄-N before treatment

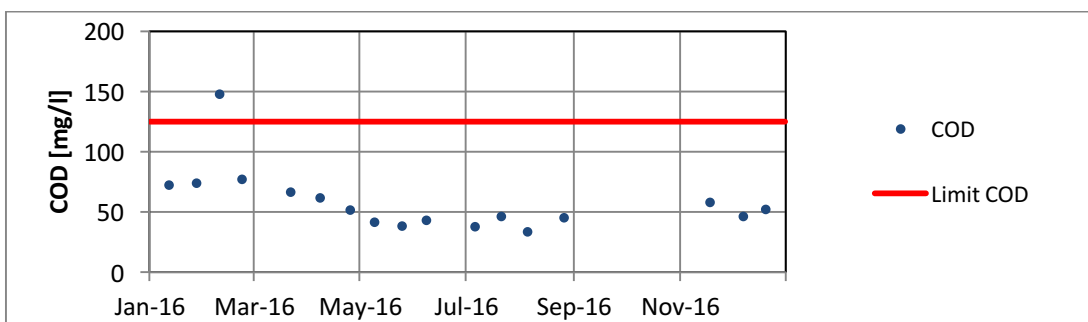
Резултатите од мерењата на БПК₅ и ХПК на веќе третираната вода, ефикасноста на прочистување на БПК₅ и ефикасноста на прочистување на ХПК, како и односот ХПК:БПК₅ се дадени на сликите 9 – 13.



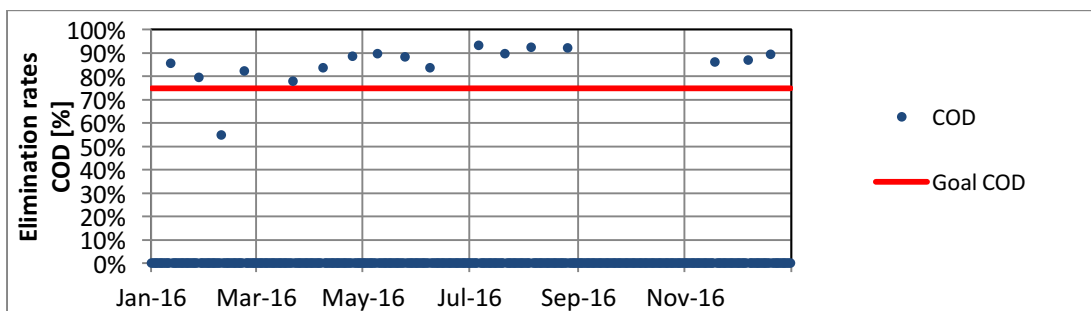
Слика 9. Гранична вредност и БПК₅ по третманот
Figure 9. Limit value and BOD₅ after treatment



Слика 10. Ефикасност на пречистување на БПК₅
Figure 10. Elimination rates of BOD₅



Слика 11. Гранична вредност и ХПК по третманот
Figure 11. Limit value and COD after treatment



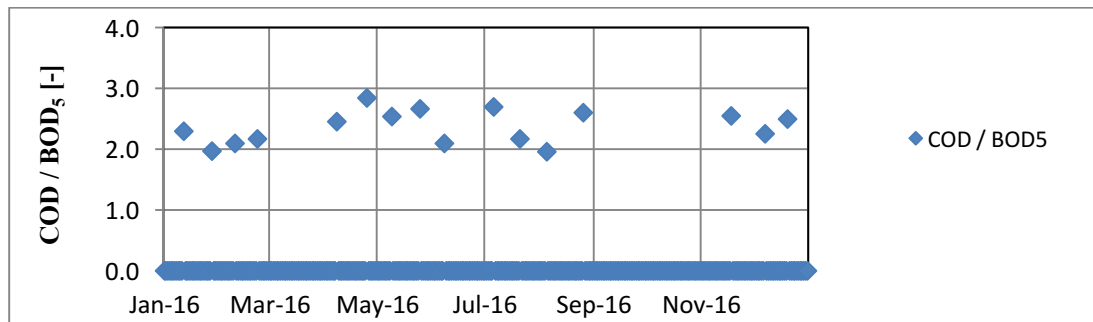
Слика 12. Ефикасност на пречистување на ХПК
Figure 12. Elimination rates of COD

Количината на БПК₅ во отпадните води пред третманот се движи од околу 100 – 250 mg/l, а количината на ХПК е 250 – 600 mg/l. По извршениот третман на отпадните води во ПСОВ – Берово, квалитетот на водите во однос на БПК₅ е подобрен за 70 % во јануари и февруари и се движи од 30 до 70 mg/l, додека во останатите месеци е подобрен за 85 – 95 % и се движи во границите од 10 –25 mg/l. Овој резултат е задоволителен, бидејќи максимално дозволената концентрација на БПК₅ е 25 mg/l.

Во однос на максималната дозволена концентрација на ХПК во водите која е 125 mg/l имаме задоволувачки резултати низ целата година и истите изнесуваат околу 50 mg/l, а ефикасноста на отстранувањето е 80-95 %.

Во влезот на една комунална пречистителна станица соодносот на БПК₅ со ХПК изнесува околу 1:2. Тоа зависи од видот на отпадните води и може да се оцени за секоја пречистителна станица со неколку мерења на ХПК и БПК₅. На излезот концентрацијата на БПК₅ зависи претежно од ефектот на пречистување на станицата, додека концентрацијата на ХПК се определува од тешко разградливите делови на отпадната вода. Поради тоа зависноста на БПК₅/ХПК на излезот не може да биде дадена. На излезот на станицата со средно оптеретување, концентрацијата на БПК₅ е помеѓу 15 и 25 mg/l.

При значително поголем сооднос (на пр. ХПК/БПК₅=4) може да се донесе заклучок за постоење на еден голем дел на тешко разградливи соединенија или постоење на отровни соединенија во отпадната вода. На излезот на пречистителната станица, биолошки разградливите органски соединенија (БПК₅) практично отсутнуваат, а биолошки неразградливите остануваат. Поради тоа соодносот ХПК/БПК₅ е поголем од 2.



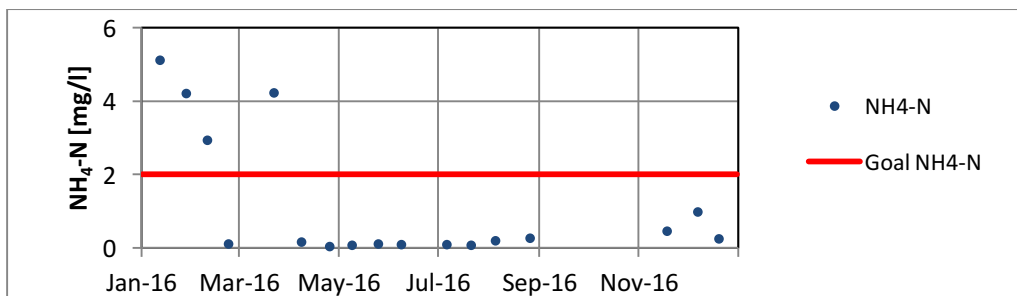
Слика 13. Односот на ХПК/БПК₅
Figure 13. COD vs. BOD₅

Како и што се очекуваше, односот на ХПК/БПК₅ се движи во границите од 2 до 3, што укажува дека на излезот од пречистителната станица, биолошки разградливите органски соединенија (БПК₅) отсутнуваат, а биолошки неразградливите остануваат.

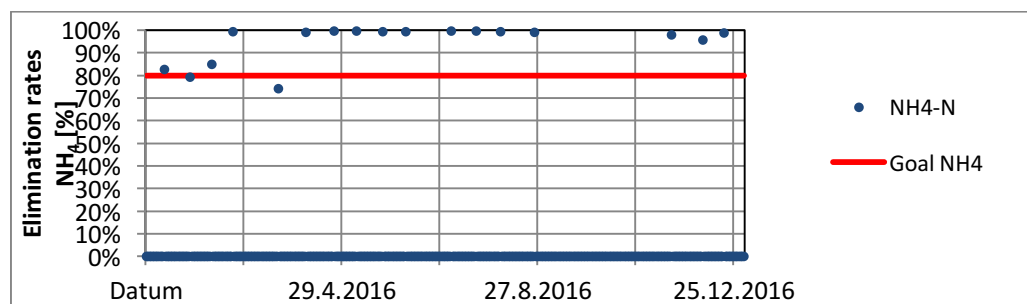
3.6. Отстранување на азотот

Во отпадните води азотот може да се јави во облик на амонијак, азот врзан во органски соединенија (органски азот), нитрит (NO₂⁻) и нитрат (NO₃⁻). Во свежа комунална отпадна вода која доаѓа во постројка за пречистување практично целокупниот азот се наоѓа во облик на амонијак и органски азот.

Во Пречистителната станица за отпадни води - Берово е следен и квалитетот на отпадната вода пред и по третманот во однос на отстранувањето на азот. Резултатите од мерењата пред третманот се дадени на слика 8, а резултатите по третманот, како и ефикасноста на сликите 14 и 15.



Слика 14. Гранична вредност и концентрација на NH₄-N по третманот
Figure 14. Limit value and concentration of NH₄-N after treatment



Слика 15. Ефикасност на прочистување на $\text{NH}_4\text{-N}$
Figure 15. Elimination rates of $\text{NH}_4\text{-N}$

Количината на $\text{NH}_4\text{-N}$ во отпадните води пред третманот се движи од околу 200 – 650 mg/l. По извршениот третман на отпадните води во ПСОВ – Берово, квалитетот на водите во однос на $\text{NH}_4\text{-N}$ е подобрен за 80 % во јануари и февруари и се движи од 3 до 5 mg/l, додека во останатите месеци е подобрен за околу 100% и се движи во границите од 0 до 1 mg/l. Овој резултат е задоволителен во март-декември, бидејќи максималната дозволена концентрација на $\text{NH}_4\text{-N}$ е 2 mg/l.

4. Заклучок

Презентирани се резултатите за работењето на Пречистителната станица за отпадни води – Берово во 2016 година, во однос на протокот, температурата на воздухот и водата, рН вредноста, присуството на суспендирани цврсти честички, биохемиската и хемиската потрошувачка на кислород, како и присуството на $\text{NH}_4\text{-N}$ покажуваат задоволителни резултати за квалитетот на прочистената отпадна вода, односно следените параметри се под лимитираните вредности.

рН вредноста на влезната отпадна вода се движи помеѓу 6 и 9, што укажува на поволни услови за биолошко прочистување, а рН вредноста на пречистената вода се движи во границите од 7 до 8. Ова покажува дека водата по третманот е неутрална и погодна за испуштање во природните водотеци.

Ефикасноста на отстранување на суспендираните цврсти материи се движи од 50 до 60 % во јануари и февруари, до 80-100 % во останатите месеци од годината.

По извршениот третман на отпадните води во ПСОВ – Берово, квалитетот на водите во однос на БПК₅ е подобрен за 70 % во јануари и февруари, а во останатите месеци за 85 – 95 %.

Во однос на максималната дозволена концентрација на ХПК во водите која е 125 mg/l имаме задоволувачки резултати низ целата година и истите изнесуваат околу 50 mg/l, а ефикасноста на отстранувањето е 80-95 %.

Како и што се очекуваше, односот на ХПК/БПК₅ се движи во границите од 2 до 3, што укажува дека на излезот од пречистителната станица, биолошки разградливите органски соединенија (БПК₅) отсутнуваат, а биолошки неразградливите остануваат.

Резултатите за квалитетот во однос на $\text{NH}_4\text{-N}$ на третираната вода во најголем дел се движи во рамките на дозволена концентрација на $\text{NH}_4\text{-N}$ која изнесува 2 mg/l.

Користена литература

1. Б. Далмација, (2010), Основи управљања отпадним водама, Универзитет у Новом Саду - природно математички факултет - Департман за хемију, биохемију и заштиту животне средине, Нови Сад
2. Б. Далмација, (2014), Контрола пречишћавања отпадниш вода, Универзитет у Новом Саду - природно математички факултет - Департман за хемију, биохемију и заштиту животне средине, Нови Сад
3. В. Tusar, Ispustanje i prociscavanje otpadne vode, Croatiaknjiga, Zagreb, 2004
4. D. Ljubisavljevic, A Dukic, B. Babic, Prociscavanje otpadnih voda, Gradevinski fakultet, Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2004
5. Државен секретаријат за економски работи, Швајцарија, ЈПКР услуга, Берово (декември 2007), Урбан водоснабдителен и санитарен систем-Берово, Оцена на влијанието на животната средина за ПСОВ Берово

6. F.R. Spellman, Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations, CRC Press, 2004
7. F.R. Spellman, J.E. Drinan, The Drinking Water Handbook, Second Edition, CRC Press, 2012
8. F.R. Spellman, Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations, Second Edition, CRC Press, 2008
9. G. Tchobanoglous, F.L. Burton, H.D. Stensel, Wastewater Engineering, Treatment and Reuse, Fourth Edition, International Edition, Metcalf & Eddy, Inc., 2004
10. J.P. Guyer, An Introduction to Primary Wastewater Treatment, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013
11. L.K. Wang, N.C. Pereira, Y-T. Hung, Biological Treatment Processes, Springer Science & Business Media, 2009
12. L.K. Wang, Y-T. Hung, N.K. Shammass, Physicochemical Treatment Processes, Springer Science & Business Media, 2007
13. M. Stanojevic, S. Simic, D. Radic, A. Jovovic, Aeracija otpadnih voda, ETA, Beograd, 2006
14. M. Милошевски, Пречистување на отпадни води, скрипта, Технолошко-металуршки факултет, УКИМ, Скопје, 2007
15. M. Голомеова, A. Зенделска, Третман на отпадни води, рецензирана скрипта, Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, 2017
16. M.R. Templeton, D. Butler, Introduction to Wastewater Treatment, bookboon.com, 2011
17. M.L. Davis, Water and Wastewater Engineering, McGraw Hill Professional, 2010
18. N.P. Cheremisinoff, Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies, Butterwofih-Heinemann, 2002
19. R. Crites, G. Tchobanoglous, Small and Decentralized Wastewater Management Systems, The McGraw-Hill Companies, Inc., 1998
20. R.Y. Surampalli, K.D. Tyagi, Advances in Water and Wastewater Treatment, American Society of Civil Engineers, 2004