

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ - ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**

**UNIVERSITY GOCE DELCEV - STIP
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

UDC: 622:55:574:658

ISSN: 185-6966

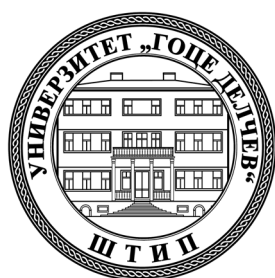
Природни ресурси и технологии Natural resources and technology

**Број 14
No 14**

**Година 14
Volume XIV**

**Декември 2020
December 2020**

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



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

**декември 2020
December 2020**

**ГОДИНА 14
БРОЈ 14**

**VOLUME XIV
NO 14**

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

ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ
NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGIES

За издавачот

Проф. д-р Зоран Десподов

Издавачки совет

Проф. д-р Блажо Боев
Проф. д-р Зоран Десподов
Проф. д-р Лилјана Колева - Гудева
Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Тодор Серафимовски
Проф. д-р Војо Мирчовски
Проф. д-р Тена Шијакова - Иванова
Проф. д-р Соња Лепиткова
Проф. д-р Гоше Петров
Проф. д-р Кимет Фетаху,
(Политехнички универзитет во Тирана, Р.Албанија)
Проф. д-р Ивајло Копрев,
(МГУ Софија, Р. Бугарија)
Проф. д-р Никола Лилиќ,
(Универзитет во Белград, Р. Србија)
Проф. д-р Јоже Кортник
Универзитет во Љубљана, Р. Словенија
Проф. д-р Даниела Марасова,
(Технички универзитет во Кошице, Р. Словачка)

Editorial board

Prof. Blazo Boev, Ph.D
Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Prof. Liljana Koleva - Gudeva, Ph.D
Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D
Prof. Todor Serafimovski, Ph.D
Prof. Vojo Mircovski, Ph.D
Prof. Tena Sijakova - Ivanova, Ph.D
Prof. Sonja Lepitkova, Ph.D
Prof. Gose Petrov, Ph.D
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D
R. Albania
Prof. Ivajlo Koprev, Ph.D
R. Bulgaria
Prof. Nikola Lilik, Ph.D
R. Srbija
Prof. Joze Kortnik, Ph.D
R. Slovenia
Prof. Daniela Marasova, Ph.D
R. Slovacka

Редакциски одбор

Проф. д-р Зоран Десподов
Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Николинка Донева
Проф. д-р Марија Хаци - Николова

Editorial staff

Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D
Prof. Nikolinka Doneva, Ph.D
Prof. Marija Hadzi - Nikolova, Ph.D

Главен и одговорен уредник
Проф. д-р Афродита Зенделска

Managing & Editor in chief
Prof. Afrodita Zendelska, Ph.D

Јазично уредување
Весна Ристова
(македонски јазик)

Language editor
Vesna Ristova
(macedonian language)

Техничко уредување
Славе Димитров

Technical editor
Slave Dimitrov

Редакција и администрација
Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип
Факултет за природни и технички науки
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип
Република Северна Македонија

Address of the editorial office
Goce Delcev University - Stip
Faculty of Natural and Technical Sciences
Goce Delcev 89, Stip
Republic of North Macedonia

С о д р ж и н а / C o n t e n t s

Благој Голомеов, Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска КОНТРОЛА НА ФИЛТРАЦИОНИТЕ ПРОЦЕСИ НИЗ ТЕЛОТО НА БРАНАТА НА ЈАЛОВИШТЕ 3-2 НА РУДНИК „САСА“ Vlagoj Golomeov, Mirjana Golomeova, Afrodita Zendelska CONTROLLING OF FILTRATION PROCESSES THROUGH THE BODY DAM OF TFS 3-2 AT MINE SASA	5
Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Поповски КОМЕРЦИЈАЛИЗАЦИЈА НА ПОДЗЕМНАТА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕН ВО ЗЕМЈИТЕ ОД ЕВРОПСКАТА УНИЈА Radmila Karanakova Stefanovska, Zoran Panov, Risto Popovski THE MAINSTREAMING OF UNDERGROUND COAL GASIFICATION IN EUROPEAN UNION COUNTRIES	13
Ванчо Аџиски, Зоран Панов, Ристо Поповски, Радмила Каранакова Стефановска МЕТОД НА ДИСКРЕТНИ ЕЛЕМЕНТИ (ДЕМ) ЗА АНАЛИЗА НА СЕГРЕГАЦИЈАТА НА ГРАНУЛАРНИ МАТЕРИЈАЛИ: АНАЛИЗА НА ОДЛАГАЛИШТЕ ФОРМИРАНО ОД ЛЕНТЕСТ ТРАНСПОРТЕР Vancho Adjiski, Zoran Panov, Risto Popovski, Radmila Karanakova Stefanovska DISCRETE ELEMENT METHOD (DEM) FOR SEGREGATION ANALYSIS OF GRANULAR MATERIALS: ANALYSIS OF STOCKPILE FORMED BY CONVEYOR BELT	19
Зоран Панов, Ванчо Аџиски, Афродита Зенделска, Ристо Поповски, Радмила Каранакова Стефановска ОСВРТ КОН ПРИМЕНА НА МАТЕМАТИЧКО – МОДЕЛИСКИ ПРИСТАПИ ПРИ ГЕОМЕХАНИЧКИ ЛАБОРАТОРИСКИ ИСПИТУВАЊА Zoran Panov, Vancho Adjiski, Afrodita Zendelska, Risto Popovski, Radmila Karanakova Stefanovska APPROUCH OF APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELLING IN GEOMECHANICAL LABARATORY TESTS	27
Дејанчо Тонев, Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова МОДЕЛИРАЊЕ НА ДИСПЕРЗИЈА НА ПРАШИНА НА ПЛАНИРАНИОТ ПОВРШИНСКИ КОП ЗА БАКАР И ЗЛАТО „ПЛАВИЦА“ Dejancho Tonev, Dejan Mirakovski, Marija Hadzi-Nikolova DUST DISPERSION MODELING WITHIN PLANNED COPPER AND GOLD “PLAVICA” SURFACE MINE	39
Иван Боев ПЕТРОЛОГИЈА НА ВУЛКАНСКИТЕ КАРПИ ОД ОБЛАСТА ДОБРО ПОЛЕ ГРАДЕШНИЦА РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА Ivan Bоеv PETROLOGY OF VOLCANIC ROCKS OF AREA DOBRO POLE-GRADESNICA NORTH MACEDONIA	49
Афродита Зенделска, Николинка Донева, Марија Хаџи-Николова, Дејан Мираковски, Ѓорѓи Димов ЕКОЛОШКИ ЕФЕКТИ ОД СПРОВЕДУВАЊЕ НА ПРОЕКТОТ „БИООТПАД“ ВО ОПШТИНА ПРОБИШТИП Afrodita Zendelska, Nikolinka Doneva, Marija Hadzi-Nikolova, Dejan Mirakovski, Gorgi Dimov ECOLOGICAL EFFECTS FROM THE IMPLEMENTATION OF THE PROJECT “BIOWASTE” IN MUNICIPALITY OF PROBISHTIP	63

Марија Хаци-Николова, Дејан Мираковски, Ѓорги Димов, Николинка Донева, Афродита Зенделска ПРИМЕНА НА АВТОНОМНИ КОМПОСТЕРСКИ ЕДИНИЦИ ВО УПРАВУВАЊЕ СО БИОРАЗГРАДЛИВИОТ ОТПАД Marija Hadzi-Nikolova, Dejan Mirakovski, Gorgi Dimov, Nikolinka Doneva, Afrodita Zendelska IMPLEMENTATION OF AUTONOMOUS COMPOSTING UNITS IN BIODEGRADABLE WASTE MANAGEMENT	71
Благица Донева, Марјан Делипетрев, Ѓорги Димов ЗАГАДУВАЊЕ НА ВОДИТЕ И СЕДИМЕНТИТЕ ОД ТАБАНОВСКА РЕКА СО ТЕШКИ МЕТАЛИ ОД ПОРАНЕШНИОТ РУДНИК „ЛОЈАНЕ“ Blagica Doneva, Marjan Delipetrev, Gorgi Dimov POLLUTION OF WATER AND SEDIMENTS FROM TABANOVSKA RIVER WITH HEAVY METALS FROM THE ABANDONED MINE LOJANE.....	79
Јане Томов, Зоран Десподов ПРИМЕНА НА МЕТОДИТЕ ЗА ПОВЕЌЕ КРИТЕРИУМСКО ОДЛУЧУВАЊЕ ПРИ ДОНЕСУВАЊЕ НА ОДЛУКИ ВО ИНДУСТРИСКОТО ИНЖЕНЕРСТВО И ПРОИЗВОДСТВО Jane Tomov, Zoran Despodov APPLICATION OF THE METHODS OF MULTI CRITERIA DECISION MAKING IN INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANUFACTURING	87

ЕКОЛОШКИ ЕФЕКТИ ОД СПРОВЕДУВАЊЕ НА ПРОЕКТОТ „БИООТПАД“ ВО ОПШТИНА ПРОБИШТИП

Афродита Зенделска¹, Николинка Донева¹, Марија Хаџи-Николова¹, Дејан Мираковски¹, Ѓорѓи Димов¹

¹ Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип
afrodita.zendelska@ugd.edu.mk

Апстракт. Проектот Плати колку што создаваш отпад (PAYT - Pay As You Throw Systems) и Автономни компостерски единици (Autonomous Composting Units) за управување со биоотпад во туристичките области (акроним: BIOWASTE), беше реализиран од 2017 до 2020 година и истиот е кофинансиран од Европската Унија и Националните агенции за финансирање. Во проектот беа вклучени две групи од општина Пробиштип, дел од децентрализирана урбана заедница и неколку поголеми и помали угостителски објекти. Успешната реализација на овој проект се огледа во остварувањето на поставените цели, низа еколошки и економски придобивки за општина Пробиштип. Во овој труд се прикажани остварените еколошки ефекти од спроведувањето на проектот БИООТПАД, како што се: намалување на емисија на стакленички гасови, намалување на количината на исцедок што се јавува во депониите, намалување на површината на депонијата, намалување на транспортот за собирање и отстранување на отпадот, како и добивање на компост.

Клучни зборови: биоотпад, компостирање, автономни компостерски единици, стакленички гасови, исцедок, депонија.

ECOLOGICAL EFFECTS FROM THE IMPLEMENTATION OF THE PROJECT “BIOWASTE” IN MUNICIPALITY OF PROBISHTIP

Afrodita Zendelska¹, Nikolinka Doneva¹, Marija Hadzi-Nikolova¹, Dejan Mirakovski¹, Gorgi Dimov¹

¹ Faculty of natural and technical science, Goce Delcev University, Stip, Macedonia
afrodita.zendelska@ugd.edu.mk

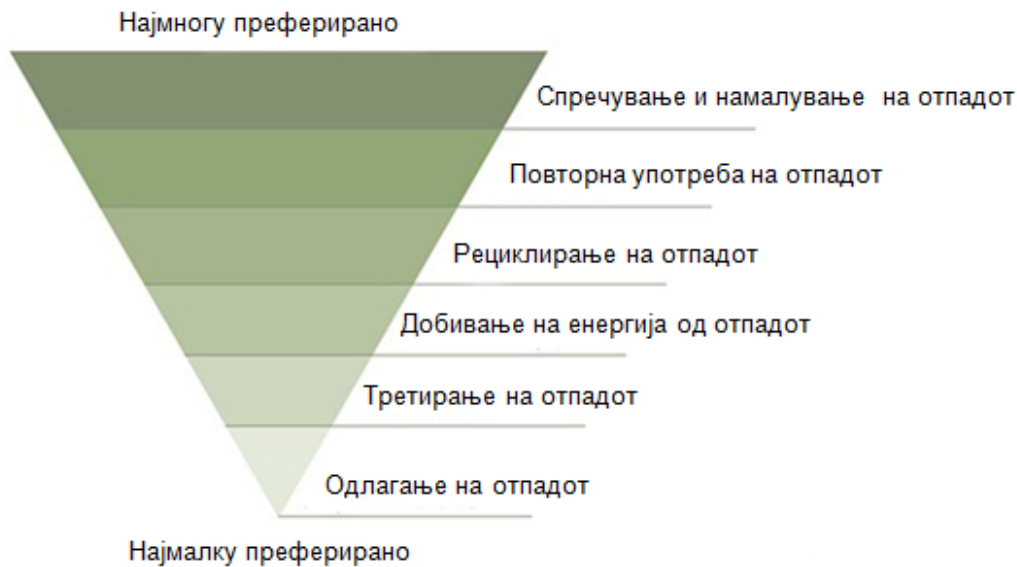
Abstract. The project Pay As You Throw Systems and Autonomous Composting Units for bio-waste management in tourism areas (acronym: BIOWASTE), was implemented from 2017 to 2020 and it is co-financed by the European Union and National Funding Agencies. The project included two groups from the municipality of Probishtip, part of a decentralized urban community and several larger and smaller catering facilities. The successful realization of this project is reflected in the achievement of the set goals, a series of environmental and economic benefits for the municipality of Probishtip. This paper presents the realized environmental effects from the implementation of the BIOWASTE project, such as, decrease of GHG emissions from waste decomposition, decrease of leachate, rate of expansion of landfill, decrease of GHG emissions from transport and obtaining of compost.

Kew words: biowaste, composting, autonomous composting units, greenhouses gases, leachate, landfill.

1. Вовед

Република Северна Македонија на 24 март 2020 година ги започна преговорите со Европската Унија. Процесот на преговори за членство во Европската Унија за нашата земја значи завршување на процесот на приближување кон Унијата, усвојување на нејзините придобивки и вредности, како и целосно приспособување на македонските институции кон начинот на функционирање на институциите на Унијата. Ова приспособување се однесува на многу сфери од нашето живеење, вклучително и управувањето со комуналниот отпад.

Стратешката политика на Европската Унија во однос на управувањето со отпадот има за цел до 2020 година да обезбеди дека: со отпадот ќе се управува како со ресурс; отпадот создаден по глава на жител ќе се намали; реупотребата и рециклирањето на отпадот ќе се користат како економски атрактивни можности на јавните и приватни субјекти; рециклирањето ќе се врши според високи стандарди за квалитет; за обновлива енергија ќе се користат само материјали што не се рециклираат; депонирањето практично ќе се елиминира; додека нелегалните испораки ќе се искоренат [1]. Хиерархијата која треба да се почитува при управувањето со отпадот е дадена на Слика 1 [2].



Слика 1. Хиерархија при управување со отпад
Figure 1. Hierarchy in waste management

Во Директивата (ЕУ) 2018/851 на Европскиот парламент и Советот на ЕУ од 30.05.2018 година за изменување и дополнување на Директивата 2008/98/ ЕС за отпад, стои (член 10 (2) и (3)):

„Земјите-членки гарантираат дека до 31 декември 2023 година, биоотпадот се селектира и рециклира на изворот, или се собира одделно и да не се меша со други видови отпад“ [3].

Во Директивата (ЕУ) 2018/850 на Европскиот парламент и Советот на ЕУ од 30.05.2018 година за изменување и дополнување на Директивата 1999/31/ЕС за депонии на отпад стои, (член 8):

„Да се обезбеди соодветна примена на хиерархијата при управување со отпад, за таа цел треба да се преземат соодветни мерки кои ќе овозможат дека, заклучно со 2030 година, ќе се ограничи депонирањето на отпад што се смета за погоден за рециклирање или добивање на енергија“ [4].

Заради задоволување на законските регулативи е неопходно во нашата земја да се преземат значајни чекори во поглед на промена на досегашниот начин на управување со комунален отпад. Еден од првите чекори за остварување на оваа цел е реализацијата на проектот „БИООТПАД“ кој го третира управувањето со биоразградлив отпад. Биоотпадот се дефинира како биоразградлив отпад од градини и паркови, како и отпад од храна од домаќинствата, рестораните, објектите за малопродажба и погоните за преработка на храна.

Проектот Плати колку што создаваш отпад (РАУТ - Pay As You Throw Systems) и Автономни компостерски единици (Autonomous Composting Units) за управување со биоотпад во туристичките области (акроним: БИООТПАД) своите цели ги темели на основа на стратешките политики на ЕУ во однос на управувањето со комуналниот отпад, поточно во овој проект посебен акцент е ставен на биоотпадот.

Проектот „БИООТПАД“ е кофинансиран од Европската Унија и Националните агенции за финансирање. Овој проект го промовира трансферот и примената на иновативни технологии, со цел зголемување на ефикасноста и подобрување во управувањето со цврстиот комунален отпад, како што се шемите за селекција на отпадот на изворите на создавање и системите за третирање на органскиот отпад.

Од аспект на менаџментот со цврстиот комунален отпад, пристапот „плати колку што создаваш отпад“ (РАУТ), познат и како единечна цена и системи за диференцијална и варијабилна стапка или варијабилна такса, е економски инструмент што го применува принципот „загадувачот плаќа“ на општинско ниво со наплаќање на жители според количината на создаден отпад [5].

Автономните единици за компостирање се користат за создавање органско губриво од органски отпад од локалното население, угостителските претпријатија и локалната самоуправа со цел да се заштити животната средина, преку намалување на обемот на органски отпад што се депонира на депониите. АСУ се мали затворени интегрирани единици за компостирање, кај кои при работењето постои минимално испуштање на гасови и нема исцедок во околината [6].

Проектот „БИООТПАД“ беше спроведен во три балкански држави: Република Северна Македонија (Општина Пробиштип), Грција (Општина Катерини) и Кипар (Општина Јермасоја).

Сите податоци во овој труд се однесуваат само на Општина Пробиштип.

2. Реализирани активности при спроведување на проектот „БИООТПАД“

Во рамките на проектот „БИООТПАД“, беше развиен системот „плати колку што создаваш отпад“ (PAYT), при што беше набавена и ставена во функција соодветна опрема за имплементација на истиот и тоа: единици за мерење на отпадот за камионите за собирање отпад, канти и контејнери со системи за идентификација и др. Исто така за развивање на системот Автономни компостерски единици беа набавени, инсталирани и ставени во употреба две автономни компостерски единици (ACUs), едната во близина на хотелите и рестораните вклучени во проектот, а другата во децентрализираната УЗ Калниште, од каде што во проектот беа вклучени 80 домаќинства. Капацитетот на автономните компостерски единици е 60 t/god., поединечно [7]. Вклучените чинители во проектот сами го селектираа органскиот отпад од останатиот и истиот го носеа во ACUs.

Во Табела 1 е дадена опремата која е набавена за потребите на проектот БИООТПАД во општина Пробиштип.

Табела 1. Набавена опрема за потребите на проектот БИООТПАД во општина Пробиштип
Table 1. Purchased equipment for the needs of the project BIOWASTE in the municipality of Probishtip

Вид опрема	Мерка	Количина
Уред за мерење количества отпад на возило (читач на чип, вага монтирана на камион, GPS следење на движење на возило, RFID и други слични комуникациски уреди)	Комплет	1
Контејнери со зафатнина од 1100 l	Број	2
Канти со зафатнина од 80 l	Број	80
Кофи со зафатнина од 10 l	Број	100
Биоразградливи ќеси	Број	4.000
Автономни компостерски единици	Број	2
Платформи за ACUs	Број	2

Паралелно со спроведување на постапката за набавка и инсталирање на потребната опрема беше неопходно и да се изврши подготовка на терен за да се овозможи успешно спроведување на проектот и остварување на поставените цели.

При ова треба да се има предвид состојбата во општина Пробиштип, но и на целата територија на нашата земја во однос на управувањето со комуналниот отпад, вклучително и органскиот отпад. Во нашата земја и покрај усогласувањата со ЕУ регулативата и донесените закони, планови и стратегии, селектирањето на отпадот сè уште е во почетна фаза, посебно кога станува збор за органскиот отпад. Овој вид на отпад најчесто завршува на депониите.

Токму поради ова неопходно беше подигањето на општествената свест на сите кои на било кој начин беа вклучени во проектот. Овде пред сè се мисли на целните групи кои директно учествуваа во селекцијата на отпадот, но и на сите вработени во општината и во јавното комунално претпријатие (ЈКП) „Никола Карев“, кои посредно или непосредно беа вклучени во проектот.

За реализација на ваков проект неопходна е и институционална поддршка, пред сè од градските власти, односно првите луѓе на општината, како и менаџментот на ЈКП. Затоа уште на почеток беа преземени чекори за да се создадат силни врски помеѓу персоналот од овие две институции, техничките лица и експертите вклучени во проектот.

Затоа беше неопходна работа на терен, при што беа преземени следниве активности:

- ✓ Беше изготвен прашалник за целните групи вклучени во проектот, со цел да се добијат информации за нивната подготвеност да ги променат навиките во врска со управувањето со отпадот, т.е. активно да се вклучат во процесот на селектирање на отпадот.
- ✓ Беше спроведена обука на целните групи вклучени во проектот. Обуките и на угостителските претпријатија и на домаќинствата се состоеја од два дела: теоретски дел, преку презентација и практичен дел, кој се реализираше во ACUs. Обуките се вршеа одделно за угостителските претпријатија и домаќинствата, во повеќе наврати.
- ✓ За потребите на обуките беше изработен информативен постер. Истиот беше поставен во платформите во кои беа сместени ACUs, како и информативен леток, кој им бил делен на присутните на обуката, со цел истите да се информираат за тоа каков отпад смее да става во ACUs.

После сите извршени подготовки (набавка на пелети, прилагодување на ротацијата на тапанот на ACU според препораките на производителот, утврдување на начинот на дозирање на пелети) на 30.12.2019 год. беше ставен првиот органски отпад во ACU лоцирана во близина на хотелот Сан Нико.

Потоа била пуштена во употреба и втората АСУ (07.03.2020), лоцирана во дворот на ОУ „Никола Карев“, УЗ Калниште.

3. Еколошки ефекти

Главните придобивки за заштита на животната средина од компостирањето на органскиот отпад во споредба со неговото депонирање се:

- ✓ Намалување на емисиите на стакленички гасови;
- ✓ Намалување на количината на исцедок што се јавува во депониите;
- ✓ Намалување на површината на депонијата;
- ✓ Намалување на транспортот за собирање и отстранување на отпадот;
- ✓ Добивање на компост, кој се користи како ѓубриво, со што се намалува производство и користењето на вештачките ѓубрива.

3.1. Намалување на емисиите на стакленички гасови

Стакленичките гасови придонесуваат за зголемување на ефектот на стаклена градина. Гасовите кои во најголема мерка придонесуваат за ефектот на стаклена градина се: метан (CH₄) и јаглерод диоксид (CO₂). Овие гасови ги има во депонијскиот гас кој е природен нуспроизвод на распаѓање на органскиот материјал во депониите. Овој гас е составен од околу 50% метан, 50% јаглерод диоксид и мала количина на неметански органски соединенија. Метанот е многу моќен стакленички гас кој 25 пати е поефикасен од CO₂ при заробување на топлината во атмосферата.

При депонирањето на органски отпад на депонија, процесот на распаѓање се одвива во две фази: аеробна фаза - при која поради присуството на кислород, се ослободува јаглерод диоксид, и анаеробната фаза – при која од органскиот материјал се емитира метан.

Со селектирање на органскиот отпад и негово рециклирање во автономните компостерски единици се намалува емисијата на штетните гасови. Во наредните табели се прикажани податоците за количини отпад од вклучените групи.

Табела 2. Количина на отпад од првата група

Table 2. Amount of waste from the first involved group

Прва група (Угостителски објекти)	
Количини на создаден отпад [t/mesec]	
Хотел и ресторан Сан Нико	1
Т.П. Френдс	0,3
ДООЕЛ Инка	0,3
Т.П. Боро	0,3
Орион	0,3
Дополнителни пресметки	
Вкупен комунален отпад [t/god.]	26,4
Процент на органски отпад [%]	75
Вкупен органски отпад [t/god.]	19,8

Табела 3. Количина на отпад од втората група

Table 3. Amount of waste from the second involved group

Втора група (УЗ Калниште)	
Број на фамилии	80
Просечен број на членови во фамилија	3,5
Вкупен број на жители вклучени во проектот	280
Количина на отпад по жител [t/god.]	0,296
Вкупна количина на отпад од втората инволвирана група [t/god.]	82,88
Просечна количина на органски отпад во Пробиштип [%]	56,4
Вкупен органски отпад од домаќинствата вклучени во проектот [t/god.]	46,7

Во Табелата 4 се дадени резултатите од пресметката на емисијата на стакленички гасови кога органскиот отпад се одлага на депонија, направени според Australian National Greenhouse Accounts

Factors од 2018 година [8]. Додека во Табела 5 се дадени резултатите за емисија на стакленички гасови пресметани според истата методологија за случај кога органскиот отпад се компостира.

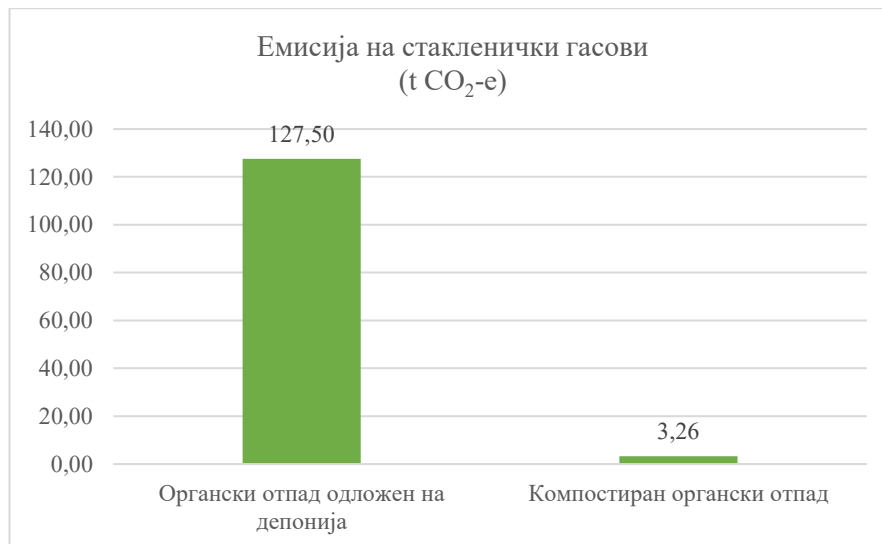
Табела 4. Емисија на стакленички гасови од депонираниот органски отпад, од двете вклучени групи
Table 4. GHG emissions by disposal organic waste on landfill from both involved groups

Тип на отпад	Q [t/god.]	Фактор на конверзија CO ₂ -e (t)	Емисија на стакленички гасови (t CO ₂ -e)
Дел од Калниште – 80 домаќинства			
Градинарски отпад	23,0	1,57	36,1
Отпад од храна	23,7	2,10	49,8
Ресторани			
Отпад од храна	19,8	2,10	41,6
Вкупно			127,5

Табела 5. Емисија на стакленички гасови од компостирање на органскиот отпад од двете вклучени групи
Table 5. GHG emissions by composting organic waste from both involved groups

Инволвирани групи	Q [t/god.]	Фактор на емисија (за емисија на CH ₄)	Емисија на CH ₄ [t CO ₂ -e]	Фактор на емисија (за емисија на N ₂ O)	Емисија на N ₂ O [t CO ₂ -e]	Вкупна емисија [t CO ₂ -e]
Дел од УЗ Калниште	46,7	0,019	0,89	0,03	1,40	2,29
Ресторани	19,8	0,019	0,374	0,03	0,595	0,97
Вкупно	66,5	0,019	1,264	0,03	1,995	3,26

Од добиените податоци може да се заклучи дека доколку се компостира вкупната количина од 66,5 t органски отпад, што се создава од вклучените групи во проектот, тогаш емисијата на стакленички гасови ќе се намали од 127,5 t CO₂ - e. на 1,264 (t CO₂ - e.) емисии на CH₄ и 1,995 (t CO₂ - e.) N₂O емисиите или намалувањето на вкупните емисии на стакленички гасови ќе бидат приближно 97,44%. Споредбата на добиените резултати е дадена на Слика 2.



Слика 1. Споредба на добиените резултати од емисијата на стакленички гасови
Figure 1. Comparison of the obtained results on GHG Emissions

3.2. Намалување на количината на исцедок што се јавува во депониите

Исцедокот од депониите за отпад е течност што постои како дел од отпадот во депонијата. Тој се јавува обично како резултат на дождовницата што влегува во депонијата, но исто така се должи на природното распаѓање на органскиот материјал заедно со други течности и хемикалии, кои се дел од отпадот.

Во зависност од карактеристиките на депонијата и отпадот што го содржи, исцедокот може да биде релативно безопасен или крајно токсичен. Многу студии докажале дека исцедокот на депонијата е значаен извор на загадувачи како последица на исцедување на опасни материи. Исцедокот содржи четири главни компоненти: хранливи материи (како азот), испарливи органски соединенија, тешки метали и токсични органски соединенија. Азотот во форма на NH_3 е идентификуван како една од приоритетните супстанции што треба да се елиминираат за ублажување на токсичноста на исцедокот. Концентрацијата на органски соединенија во исцедокот се намалува со зголемувањето на староста на депонијата, додека концентрацијата на NH_3 се зголемува [9].

Протекување на депонија им овозможува на токсините да дојдат директно во околината, честопати доведувајќи до загадување на почвата, водата и воздухот. Поради висока токсичност, исцедокот е голема закана за животната средина, што доведува до еутрофикација на водните системи и токсични ефекти врз фауната предизвикана од разни загадувачи.

Со селектирање на органскиот отпад и рециклирање на истиот во автономни компостерски единици, количината на исцедокот што се појавува на депонијата ќе биде значително намалена. Поточно, компостирањето на органски отпад со употреба на АСУ не создава исцедок, бидејќи целиот исцедок добиен со распаѓање на органскиот отпад го апсорбираат додадените пелети, кои ја контролираат влажноста во процесот на компостирање. Што значи дека овој пристап со селектирање и компостирање на органскиот отпад значително ќе го намали исцедокот што се јавува на депонијата.

3.3. Намалување на површината на депонијата

Како што веќе беше кажано, вклучените групи во проектот создаваат $46,7 + 19,8 = 66,5 \text{ t/god.}$ органски отпад. Селектирањето и компостирање на органски отпад ја намалуваат количината на отпад што се одлага на депонијата, а со тоа се намалува потребата за често проширување и зголемување на површината на депонијата. Исто така, се значајни и придобивките за животната средина, како што се намалување на деградацијата на земјиштето и уништување на вегетацијата.

Доколку овој проект се прошири на територијата на целата општина Пробиштип, тогаш ефектите ќе бидат многу позначајни.

3.4. Намалување на транспортот за собирање и отстранување на отпадот

Горивата што се користат во транспортот генерираат емисии на метан, јаглерод диоксид и азотен оксид. Според податоците за тежината на вкупната количина на отпад и проценетата густина на истиот ($0,242 \text{ t/m}^3$), неговиот волумен е $8,684 \text{ m}^3$ неделно. Имајќи предвид дека кај камионот може да користи само 70-80% од неговиот капацитет (8 m^3), овој волумен е поголем од капацитетот на камионот, така што транспортот на отпад до депонијата се вршеше еднаш неделно, со два камиона. Потрошувачката на гориво на овој камион е околу 25 l/100 km . Транспортното растојание до депонијата и назад е приближно 10 km . На база овие податоци се добива дека годишната потрошувачка на гориво за камионот за собирање и отстранување на отпад на депонија, за отпадот од инволвираните групи во проектот е приближно 260 l/god.

Во проектот „БИООТПАД“ селектираниот органски отпад го носат во АСУ самите корисници на услугите на ЈКП „Никола Карев“, затоа едната компостерка се наоѓа во близина на повеќето домаќинства, а другата во близина на рестораните вклучени во проектот. На овој начин значително се намали фреквенцијата на транспорт, потрошувачката на гориво и емисиите на стакленички гасови.

Преостанатиот отпад има помала густината во споредба со густината на вкупниот комунален отпад. Вкупната количина на отпад од инволвираните групи е $109,3 \text{ t/god.}$, од кои после селекцијата на органскиот отпад, остануваат $42,8 \text{ t/god.}$ отпад кој се носи на депонија. Волуменот на преостанатиот отпад на неделно ниво е $4,52 \text{ m}^3$, така што транспортот се одвиваше еднаш неделно со еден камион. Во овој случај, потрошувачката на гориво се намали за 50%, а со тоа и емисиите на стакленички гасови се намалуваат од $0,7075 \text{ t CO}_2$ - е на $0,3538 \text{ t CO}_2$ - е/god.

Во Табелата 6 се дадени резултатите од пресметката на емисијата на стакленички гасови од транспортот, направена според Australian National Greenhouse Accounts Factors од 2018 година [8].

Табела 6. Емисија на стакленички гасови од транспортот на отпадот до депонија
Table 6. GHG Emissions from transport to the landfill

Потрошено гориво	Фактор на содржина на енергија [GJ/kl]	Фактор на емисија		
		[kg CO ₂ e/GJ]		
		(вклучени релевантни фактори на оксидација)		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Дизел гориво	38,6	69,9	0,1	0,5
Project BIOWASTE		Еден камион	Два камиони	
Потрошувачка на гориво на камионот [kl/god.]		0,1300	0,2600	
Емисија на јаглерод диоксид [t CO ₂ -e/ god.]		0,3508	0,7015	
Емисија на метан [t CO ₂ -e/ god.]		0,0005	0,0010	
Емисија на азотни оксиди [t CO ₂ -e/ god.]		0,0025	0,0050	
Вкупна емисија на стакленички гасови [t CO ₂ -e/ god.]		0,3538	0,7075	

3.5. Добивање на компост

Компостирањето е биолошки процес за третман на биоразградливата фракција на отпад, кој во основа се заснова на дејството на аеробната микробна популација. Финален производ од овој процес стабилизирана органска материја (компост), ослободена од патогени микроорганизми и загадувачки елементи.

Кај применетите типови на АСУ се добива компост приближно 10 - 20 % од капацитетот на компостерката, односно кај капацитет од 60 t/god. се добиваат 6 – 12 t/god. компост.

Примерок од добиениот компост беше даден на хемиска анализа, која покажа дека:

„Примерокот е богат со органска материја и хранливи материи (примарни и секундарни макроелементи) во вкупна и лесно достапна форма за растенијата и истиот може да се аплицира во почвата без штетни последици. Со тоа во почвата ќе се зголеми органската материја, која позитивно ќе влијае врз структурата на почвата и стабилноста на почвените честички, што е од особено значење за лесните почви и почвите на наклонети терени, каде што постои опасност од ерозија. При ваквиот начин на збогатување на почвата се подобрува капацитетот на почвата за вода, при што растенијата полесно поднесуваат сушни услови.“

Наједноставниот начин да се направи разлика помеѓу компост и вештачкото ѓубриво е да се запамети дека, компостот ја храни почвата, а вештачкото ѓубриво ги храни растенијата.

Компостот добиен во овој проект е планирано да го користи ЈКП за хортикултурно уредување на општинскиот јавен простор, а тоа ќе овозможи намалување на количината на потрошено, односно произведено вештачко ѓубриво.

4. Заклучок

Селектирањето и компостирањето на органскиот отпад носи повеќе придобивки во поглед на заштита на животната средина, како: намалување на емисиите на стакленички гасови, намалување на количината на исцедок што се јавува во депониите, намалување на стапката на експанзија на депонијата, намалување на транспортот за собирање и отстранување на отпадот, добивање на компост, кој се користи како ѓубриво, со што се намалува производство и користењето на вештачките ѓубрива.

Успешната реализација на проектот „БИООТПАД“, треба да биде мотивација, најнапред во општина Пробиштип за користење на стекнатото искуства и негово проширување на целата територија на општината, а понатаму и во останатите општини.

Овој пристап на управување со органскиот отпад е неопходно да биде прифатен во нашата земја што побрзо и посеопфатно, бидејќи тој пристап е внесен во регулативите за отпад и депонии на Европската Унија и префериран од земјите на ЕУ.

Благодарност

Овој труд е изработен како дел од проектот Utilizing Pay as You Throw Systems and Autonomous Composting Units for Biowastes Management in Touristic Areas "BIOWASTE", кофинансиран од Европската унија и Националните фондови на земјите учеснички, Interreg V-B Balkan Mediterranean 2014-2020.

Користена литература

- [1] EEA Report, N.8/2013, Towards a green economy in Europe - EU environmental policy targets and objectives [pdf], European Environment Agency (EEA) (2013);
- [2] Wasteeu.mk, Управување со отпад,, http://wasteeu.eu/mk/waste_management.html;
- [3] Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste, Official Journal of the European Union L 150/109 (2018);
- [4] Directive (EU) 2018/850 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 1999/31/EC on the landfill of waste, Official Journal of the European Union L 150/100 (2018);
- [5] Aravossis K., Nikolaidou E., Fountzoula C.: Solid Waste Management through a modern innovative PAYT system, Third International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Tinos Island, Greece, 02-04/07/2015;
- [6] Zlatkov V., Dimov G., Naskova Lj., Mihajlov M., Mirakovski D., Hadzi-Nikolova M., Zendelska A., Lazarov D., Utilizing "pay as you throw systems and autonomous composting units for biowastes management in touristic areas - Biowaste", Project no. BMPL/22/2156/2017, Interreg Balkan-Mediterranean BIOWASTE, Brochure, 2020;
- [7] Big Hanna Composter, Manuel, http://www.bighanna.com/wp-content/uploads/2019/10/Spec_T240_Big_Hanna_composter_en.pdf;
- [8] National Greenhouse Accounts Factors, Australian National Greenhouse Accounts, Department of the Environment and Energy, 2018;
- [9] Vaverková M. D., 2019, Landfill Impacts on the Environment—Review, Geosciences, 9, 431; doi:10.3390/geosciences9100431.