

**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

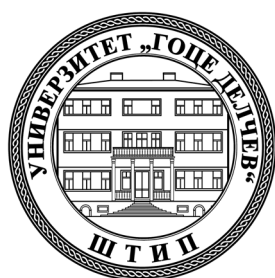
Природни ресурси и технологии Natural resources and technology

**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

ПРИМЕНА НА АВТОНОМНИ КОМПОСТЕРСКИ ЕДИНИЦИ ВО УПРАВУВАЊЕ СО БИОРАЗГРАДЛИВИОТ ОТПАД

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

¹ Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип
marija.hadzi-nikolova@ugd.edu.mk

Апстракт. Компостирањето претставува еден од најстарите начини на рециклирање на отпадот и добивање на висококвалитетно органско ѓубриво – компост. Компостирањето во себе ги обединува трите одржливи начини на управување со отпадот, односно допринесува за намалување на количините на отпад (редуцирање), повторна употреба на отпадот и негово рециклирање.

Биоразградливиот дел од отпадот всушност претставува една од „најзагадувачките“ фракции во вкупните текови на отпад, а компостирањето го пренасочува отпадот од традиционалните начини на управување, како што се согорување и депонирање. Најзначајни параметри кои влијаат и придонесуваат за ефикасноста на процесот на компостирање и добивање на квалитетен компост се: температурата, содржината на влага, односот на јаглеродната и азотната компонента (C: N) и рН вредноста во отпадниот материјал.

Во трудот е прикажана примената на автономните компостерски единици, како еден од најсовремените начини за компостирање на биоразградливиот отпад.

Клучни зборови: биоразградлив отпад, компост, компостирање, рециклирање.

IMPLEMENTATION OF AUTONOMOUS COMPOSTING UNITS IN BIODEGRADABLE WASTE MANAGEMENT

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

¹Faculty of Natural and Technical Sciences, Goce Delcev University, Stip, Macedonia
marija.hadzi-nikolova@ugd.edu.mk

Abstract. Composting is one of the oldest ways of waste recycling and obtaining high quality organic fertilizer - compost. Composting unites the three sustainable ways of waste management, ie contributes to reducing the amount of waste (reduction), reuse of waste and its recycling.

The biodegradable part of the waste is actually one of the "most polluting" fractions in the total waste streams, while composting diverts the waste from the traditional ways of management, such as incineration and disposal. The most important parameters that affect and contribute to the efficiency of the composting process and obtaining quality compost included: temperature, moisture content, ratio of carbon and nitrogen component (C:N) and pH value on waste material.

The paper presents usage of Autonomous Composting Units (ACUs), as one of the most modern and inovative ways of composting biodegradable waste.

Kew words: biodegradable waste, compost, composting, recycling.

1. Вовед

Рамковната директива за депонии за отпад, 1999/31/ЕС има за цел да обезбеди високи стандарди за отстранување на отпадот во земјите членки на Европската Унија и да стимулира превенција на отпад преку компостирање на биоразградливиот отпад, како и рециклирање. Директивата [1] вклучува одредби за намалување на депонирањето на биоразградливиот отпад со цел да се избегне негативното влијание врз животната средина вклучувајќи:

- Намалување на создавањето на депониски гас кој придонесува за интензивирање на ефектот на стаклена градина т.е. придонесува за климатските промени;
- Намалување на загадувањето на подземните води со течности кои се исцедуваат од отпадот.

Член 5 (1) од Директивата [1] опфаќа цели за пренасочување на биоразградливиот отпад од депониите, при што се бара унапредување на селекцијата на отпад, рециклирање на материјалите и обновување на енергијата.

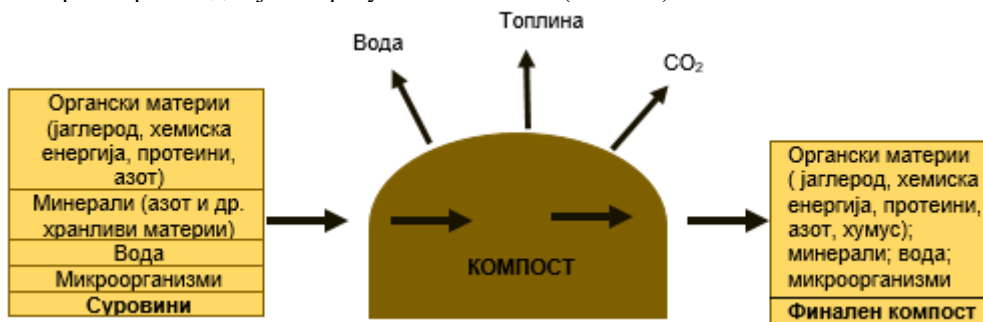
За земјите-членки кои немаат воведено такви упатства, постигнувањето на целите во Рамковната директива претставуваат предизвик за локалните власти и индустријата за одржливо управување со отпадот и развивање на алтернативни шеми за управување со биоразградливиот отпад кои ќе обезбедат придобивки за животната средина на економичен начин. Најдобар начин за управување со биоразградливиот отпад е негова селекција на местото на создавање и негово компостирање, при што подеднакво се ефикасни како централизираната, така и децентрализираната шема на компостирање на биоразградливиот отпад [5].

Управувањето со цврстиот отпад претставува значаен проблем за Република Северна Македонија, особено во период кога земјата прави значајни чекори на приближување кон ЕУ. И покрај усогласената национална легислатива, многу малку е постигнато на планот на усогласувањето со бројните директиви или регулативи на ЕУ [1][2][3] кои поставуваат низа многу амбициозни цели, пред сè во врска со органскиот отпад (отпад од храна и градинарски отпад). Целта што ја поставува Директивата 98/2008 за 2020 година е 10% од органскиот отпад произведен во секоја општина да биде селектиран и соодветно третиран, но до овој момент, во Република Северна Македонија сè уште не е започнат процесот на селектирање на отпадот на местото на негово создавање.

Во насока на подигање на свеста на локалното население за потребата од селектирање на отпадот и негов соодветен третман кон крајот на 2017 и почетокот на 2018 година во општина Пробиштип започна реализација на Проектот Користење на системот „ПЛАТИ КОЛКУ ШТО СОЗДАВАШ ОТПАД“ и Автономни единици за компостирање (АСУ) за управување со биоразградливиот отпад, Проект кофинансиран од Европската Унија и Национални фондови на земјите-учеснички.

Успешното пренасочување на биоразградливиот отпад од депонијата се потпира на селекција на овој вид отпад на самото место на негово создавање. Доколку биоразградливиот отпад не се селектира од мешаниот отпад на местото на негово создавање, неговото понатамошно одвојување претставува макотрпна работа и доведува до дополнителни трошоци. Селекцијата на отпадот на изворот нуди можност за висококвалитетен „чист“ отпад за компостирање и можност за добивање на квалитетен производ - компост. „Чистиот“ отпад собран преку селекција на местото на создавање е со поголема веројатност да ги исполни стандардите за добивање на квалитетен компост кој ќе биде погоден за продажба или употреба, донесувајќи придобивки и за животната средина [5].

Компостирањето претставува природен процес на разложување на органската материја и нејзино претворање во краен производ кој се нарекува **КОМПОСТ** (Слика 1).



Слика 1. Шематски приказ на процесот на компостирање [4]

Во зависност од видот и количината на суровината, достапниот простор, како и од економски аспект, постојат повеќе начини на компостирање, од кои најзастапени се следниве:

- Отворени купови: за овој вид на компостирање мора да се овозможи проток на воздух низ купот за да се обезбедат аеробни услови (Слика 2).
- Компостирање со бразди: потребно е создавање на долги редови или купови на материјал (бразди) и нивно мешање на одреден период, со што ќе се постигнат аеробни услови (Слика 3).
- Статични купови: со органскиот материјал се формира бразда, но за разлика од компостирањето со бразди, овде отпадот не се меша во текот на целиот процес на компостирање. Често куповите се покриваат и се аерираат одоздола (Слика 4).
- Компостирање во затворен уред: органскиот материјал се става во уред со форма на барабан за да се овозможи мешање на материјалот со помош на ротација, како и контрола на температурата, протокот на воздух и влага. На овој начин функционираат автономните компостерски единици (Слика 5).
- Компостирање со црви: овој начин на компостирање е со употреба на црви, кои се распаѓаат и го аерираат материјалот, создавајќи компост (Слика 6).



Слика 2. Компостирање во отворени купови



Слика 3. Компостирање во бразди



Слика 4. Компостирање во статички купови



Слика 5. Автономна компостерска единица



Слика 6. Компостирање со црви

Целта на овој труд е да се прикаже предноста на компостирањето во затворен уред, односно во автономните компостерски единици, во споредба со останатите видови, како и да се укаже на квалитетот на компостот којшто може да се добие со овој начин на компостирање.

2. Параметри кои влијаат на процесот на компостирање

Најзначајни параметри кои влијаат и придонесуваат за ефикасноста на процесот на компостирање и добивање на квалитетен компост се: температурата, содржината на влага, односот на јаглеродната и азотната компонента (C:N) и pH вредноста во отпадниот материјал [4][6][7][8]. Оптимални големини на овие параметри за ефикасноста на процесот на компостирање се: однос на јаглеродната и азотна компонента (C:N) помеѓу 20:1 и 30:1, содржина на влага помеѓу 40% и 70%, достапна концентрација на кислород поголема од 5%, pH вредност 5,5 - 8,5.

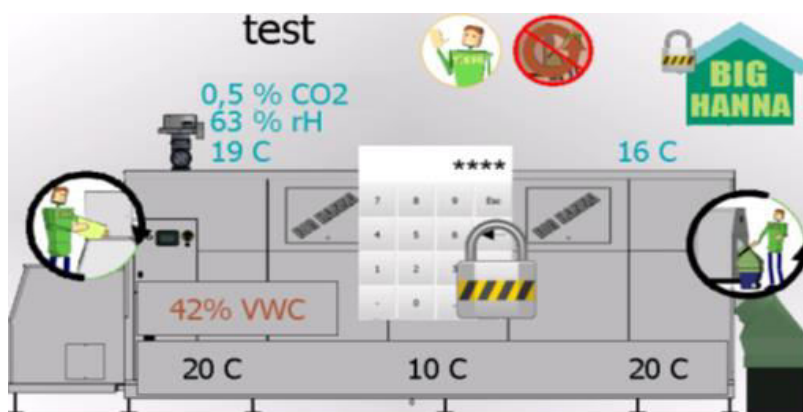
Јаглеродната компонента на органскиот отпад во процесот на компостирање одредува дали ќе дојде до минерализација или ќе се појави имобилизација на азотот [4]. Минерализација е процес на претворање на органскиот азот во минерални форми (т.е. амониум и нитрат); имобилизација е вградување на азотот во биомасата. Доколку односот C:N е поголем од 20:1, микроорганизмите ќе го имобилизираат азотот во биомасата. Ако односот C:N е помал од 20:1, азотот може да се претвори во амонијак, гас кој се ослободува во атмосферата предизвикувајќи непријатен мирис. Во принцип, отпадоците од храна се богати со азот, додека градинарскиот отпад (лисја и гранки) е богат со јаглерод. Комплексноста на јаглеродните соединенија исто така влијае на стапката на распаѓање на органскиот отпад. Отпадот од овошје и зеленчук лесно се деградира, бидејќи содржи претежно шеќери и скроб. Спротивно на тоа, лисја, гранки, кора од дрвја се распаѓаат побавно бидејќи содржат целулоза, хемичелулоза и лигнин.

Ниската содржина на влага го спречува процесот на компостирањето, затоа што на микроорганизмите им е потребно вода. Содржината на влага ја регулира и температурата. Содржина на влага повисока од 70% значи дека во компостот има поголема содржина на вода, отколку на воздух (кислород), што доведува до анаеробни услови.

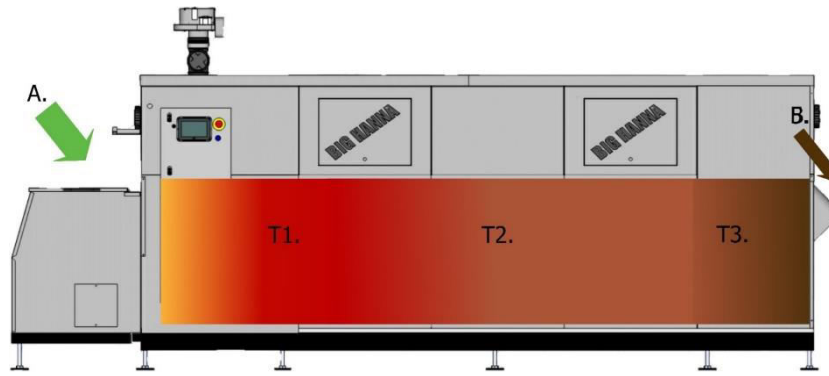
Температурата на воздухот кој влегува во машината за компостирање има големо влијае на активноста на микроорганизмите во материјалот за компостирање, а оттука и на степенот на негово разложување. Во подрачјата со умерена клима, процесот на компостирање најбрзо се одвива почнувајќи од пролет до есен, додека во зима може да дојде до застој во активноста на микроорганизмите. Поради ова, Автономните единици за компостирање (АЕК) имаат и грејач со кој температурата на воздухот кој влегува во цилиндарот во кој се наоѓа отпадниот материјал во АЕК, во текот на зимскиот период, претходно се загрева. Функцијата на грејачот е да го загрее воздухот кој влегува во АЕК на температура повисока од 10-15 °C.

Имајќи предвид дека отпадот од рестораните и домаќинствата е составен претежно од остатоци од храна, односно повеќе содржи азот, за одржување на односот на јаглеродната и азотната компонента во рамки на препорачаните, покрај отпадот во машината за компостирање се додаваат пелети, за зголемување на содржината на јаглеродната компонента. Пелетите истовремено имаат функција и на абсорбирачки материјал, односно ја регулираат и содржината на влага во материјалот во АЕК.

Автономните компостерски единици имаат два сензори за влажност и сензори за температура (Слика 7). Едниот сензор за влажност ја покажува волуменската содржина на вода (VWC) во материјалот во цилиндарот на АЕК (означен со кафена боја), а другиот сензор ја покажува релативната влажност на воздухот кој излегува од цилиндарот (означен со сина боја). Сензорите за температура ја покажуваат температурата на воздухот кој влегува во цилиндарот (16°C) и температурата на воздухот кој излегува од цилиндарот (19°C). Дополнително има сензори кои ја покажуваат температурата на отпадниот материјал во трите фази на разградување на материјалот во цилиндарот (Слика 8).



Слика 7. Сензори за температура и влажност [9]



Слика 8. Фази на разградување на материјалот во цилиндарот [9]

- А. Внесување на отпад од свежа храна и пелети во АСУ
Т1 - термофилна фаза, Температура: 50-65°C, влажност 40-70%.
Т2 - мезофилна фаза, Температура: 25-40°C, влажноста е пониска.
Т3 - фаза на созревање, Температура: 20°C, најниска влажност.
Б. Компостот автоматски се испразнува од цилиндарот.

За аеробниот процес на компостирање минималната содржина на кислород треба да биде 5%. Со зголемување на активноста на микроорганизмите во материјалот за компостирање, се зголемува и потрошувачката на кислород. Ако снабдувањето со кислород не се дополнува, компостирањето може да се претвори во анаеробно распаѓање, што често резултира со непријатен мирис. Аерацијата на отпадниот материјал во цилиндарот на АЕК се овозможува преку влез на воздух и регулирање на режимот на аерација преку подесување на бројот на вртежи на цилиндарот и паузата помеѓу нив, односно времето на чекање. Кога цилиндарот ротира, целиот материјал во цилиндарот се снабдува со кислород. За понатамошна аерација на материјалот, АЕК има вградено вентилатор кој работи постојано со мала брзина и обезбедува правилен проток на воздух. Биолошкиот процес во голема мера зависи од снабдувањето со воздух во цилиндарот. Кога материјалот се аерира, се испушта водена пара, CO₂ и топлина (Слика 1). Едно вртење може да ја намали температурата во АЕК 10-15 °C. Ако протокот на воздух е премногу голем, материјалот за компост ќе се исуши, ако е премногу низок, материјалот ќе биде премногу влажен и / или ќе има лош мирис кој излегува од компостерката. Препорачаниот број на вртежи на цилиндарот е 1, а препорачаното време на чекање во првата недела од полнење на машината, изнесува 8 часа, втората недела се намалува на 4 часа, а после третата недела на 2 часа. Кога цилиндарот ротира, вентилаторот работи со полна брзина. Регулирањето на брзината на вентилаторот се однесува само на периодот на чекање. Препорачаната брзина на вентилаторот во време на чекање е 20%.

Во однос на потребната рН вредност на отпадниот материјал, бактериските разградувачи бараат рН вредност во опсег од 6,0 до 7,5, а габичните разградувачи преферираат рН од 5,5 до 8,0. Ако рН вредноста на материјалот надминува 7,5, веројатноста за издвојување на амонијак како гас се зголемува. Големината на органските отпадоци е важен фактор кој влијае на активноста на микроорганизмите и аерацијата на материјалот за компостирање. Иситнетиот отпад има поголема површина по единица волумен, со што се овозможува подобар и полесен пристап на микроорганизмите до нивната подлога, што доведува до забрзување на процесот на компостирање, поради што сите отпадоци од храна или градинарски отпад кои се селектираат и ставаат во АЕК мора да бидат иситнети на мали парчиња со големина од 2-3 cm.

3. Предности на компостирањето

Процесот на компостирање овозможува:

- ефикасно кружење на органската материја,
- намалување на количините отпад кои се носат на депониите,
- создавање на природно ѓубриво кое се користи во производството на поздрава храна,
- значаен економски ефект – намалување на трошоците за транспорт и носење на отпадот до депонија.

Примената на компостот е повеќекратно корисна. Неговата најзначајна улога е во збогатување на почвата со органски материји, кои претставуваат храна за живите организми, го зголемува нејзиниот квалитет и стабилноста. Компостот ги храни растенијата, овозможува подобра аерација на почвата, ја задржува водата, има зголемен капацитет за задржување на влагата, ја намалува ерозијата. Поради сите овие предности, компостот треба да се користи секогаш кога тоа е можно во: овоштарници, градини, расадници, паркови, зелени површини.

Компостирањето е економски исплатливо, затоа што компостот е квалитетно органско ѓубриво кое е бесплатно, а придонесува и за заштита на животната средина, имајќи предвид дека:

- Со компостирање количината на отпад кој завршува на депониите може да се намали за 1/3.
- Се намалува создавањето на депониски гас кој придонесува за интензивирање на ефектот на стаклена градина т.е. за климатските промени.
- Се намалува загадувањето на подземните води со оние течности кои се исцедуваат од одпадот, особено при користење на автономни компостерски единици, бидејќи во овој случај исцедокот скоро и да не постои.
- Компостот ја подобрува структурата на почвата и го спречува нејзиното сушење.
- Компостот ја намалува ерозијата на земјата.

4. Резултати од хемиска анализа на компостот

Анализата на добиениот компост во Автономните компостерски единици вклучува испитување на физички и хемиски својства, примарни и секундарни макроеlementи и органски компоненти, вклучувајќи:

Ph	Магнезиум, Mg	Бакар, Cu
Вкупна органска материја	Вкупен јаглерод, C	Цинк, Zn
Азот, N	Жива, Hg	Сооднос C:N
Амониум, NH ₄ -N	Кадмиум, Cd	Електрична спроводливост
Нитрати NO ₃ -N	Олово, Pb	
Фосфор, P	Хром, Cr	
Калиум, K	Никел, Ni	
Калциум, Ca		

Резултатите од хемиската анализа на добиениот компост во Автономната компостерска единица се прикажани во Табела 1.

Табела 1. Резултати од хемиска анализа на компост добиен во АЕК

ФИЗИЧКО-ХЕМИСКИ СВОЈСТВА		
Опис (форма, боја, мирис)	Цврсто, со црна боја, без мирис	
Параметар	Вредност	Мерна единица
рН	8,87	
Волуменска густина	0,60	g/cm ³
Влага	68,4 на сув примерок	%
Електрична спроводливост	2,60	mS/cm
ПРИМАРНИ МАКРОЕЛЕМЕНТИ		
Параметар	Вредност	Мерна единица
Вкупен азот, N	1,00	Масен удел [%]
Амониумски азот, NH ₄ -N	0,009	Масен удел [%]
Нитратен азот, NO ₃ -N	0,007	Масен удел [%]
Органски азот, N	0,98	Масен удел [%]
Фосфор растворлив во минерални киселини (P ₂ O ₅)	0,52	Масен удел [%]
Калиум растворлив во минерални киселини (K ₂ O)	1,75	Масен удел [%]
СЕКУНДАРНИ МАКРОЕЛЕМЕНТИ		
Калциум вкупен (CaO)	5,18	Масен удел [%]
Магнезиум вкупен (MgO)	0,20	Масен удел [%]
МИКРОЕЛЕМЕНТИ		
Вкупен бакар (Cu)	7,00	mg/kg
Вкупен цинк (Zn)	29,7	mg/kg
ШТЕТНИ СУПСТАНЦИИ		
Вкупен хром (Cr)	6,28	mg/kg
Вкупен кадмиум (Cd)	0,50	mg/kg
МАКРОЕЛЕМЕНТИ (во супстрати и биостимулатори)		
Калиум (лесно достапен), K ₂ O	1,40	Масен удел [%]
Фосфор (лесно достапен), P ₂ O	0,08	Масен удел [%]
Азот (лесно достапен), N-неоргански	0,016	Масен удел [%]
ОРГАНСКИ КОМПОНЕНТИ		
Органски јаглерод, C	53,2	Масен удел [%]
Вкупна органска материја	91,5	Масен удел [%]
C/N однос	53/1	

5. Заклучок

Одржливите начини на управување со отпадот (редуцирање, реупотреба и рециклирање) придонесуваат за намалено создавање отпад, намалено трошење на природните ресурси (материјални и енергетски) и обезбедуваат кружење на материјата и енергијата во природата. Тие укажуваат дека предметите кои веќе не се потребни, дури и тие што ја загубиле својата употребна вредност, не се само непотребно ѓубре од кое треба да се ослободиме засекогаш. Во сите нив се кријат вредни ресурси кои повторно може да бидат искористени.

Управувањето со отпадот е сечија одговорност. Секој што создава отпад е одговорен за начинот на кој ќе постапува со него. Со шемата на селектирање на местото на создавање и компостирање на биоразградливиот отпад, не само што ја заштитуваме животната средина, туку имаме и економски бенефит, бидејќи секојдневно заштедуваме пари, кои инаку, би завршиле во контејнерите и на депониите.

Извршената хемиска анализа на добиениот компост покажа дека согласно Законот за квалитет и безбедност на ѓубриња, биостимулатори и подобрувачи на својствата на почвата (Службен весник на РМ, бр. 27 од 05.02.2014) примерокот ги исполнува условите за да биде класифициран како органско ѓубриво (копост). Примерокот е богат со органска материја и хранливи елементи во вкупна и лесно достапна форма за растенијата и може да се користи како ѓубриво без штетни последици.

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]. Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste.
- [2]. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste.
- [3]. Directive 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste.
- [4]. Leslie R. Cooperband, Composting: Art and Science of Organic Waste Conversion to a Valuable Soil Resource, June 2000, Volume 31, Number 6 Laboratory Medicine.
- [5]. Success stories on composting and separate collection, European Commission.
- [6]. Directorate-General for the Environment Unit E.3, BU-9 02/121, Compost brochure, ISBN 92-828-9295-6, 2000.
- [7]. Schuchardt, F., Composting of Organic Waste.
- [8]. Abdul Kadir, A., Nur Wahidah Azhari, Siti Noratifah Jamaludin, An Overview of Organic Waste in Composting, MATEC Web of Conferences 47,05025,2016.
- [9]. BIGHANNA Composter, Operational Manual, SUSTECO AB.