

Екол. Зашт. Живот. Сред.	Том 7	Број 1-2	стр. 85-92	Скопје 2000/1
Ekol. Zašt. Život. Sred.	Vol.	No.	p-p	Skopje

МИНИМИЗИРАЊЕ И РЕЦИКЛИРАЊЕ НА ЦВРСТИТЕ ОТПАДОЦИ - ПРИМАРНИ ЕЛЕМЕНТИ ВО СИСТЕМОТ ЗА УПРАВУВАЊЕ СО ЦВРСТИТЕ ОТПАДОЦИ

Перица ПАУНОВИЌ и Светомир ХАЌИ-ЈОРДАНОВ
Технолошко- металуршки факултет - Скопје

ИЗВОД

Пауновиќ, П. и Хаџи Јорданов, С. (2000/1). Минимизирање и рециклирање на цврстите отпадоци-примарни елементи во системот за управување со цврстите отпадоци. Екол. Зашт. Живот. Сред. Том 7, Бр. 1/2, 85-92, Скопје.

Во трудот се изнесени примарните активности на системот за управување со цврстиот отпад (УЦО, англ. *Solid Waste Management*) и тоа: минимизирање на создавање на отпадот (*Waste Reduction*) и рециклирање (*Waste Recycling*). Предложена е шема за успешно функционирање на УЦО, која треба да овозможи максимално извлекување на корисните компоненти од отпадот, како и максимално разградување на остатокот пред конечното одлагање. Исто така, дадени се податоци за основните карактеристики и ефекти од споменатите активности во некои земји, што даваат поттик за примена и во нашата земја.

Клучни зборови: Цврсти отпадоци, материјали, управување со цврстиот отпад (УЦО), минимизација на цврстиот отпад, рециклирање

ABSTRACT

Paunović, P. i Hadži Jordanov, S. (2000/1). Minimizing and recycling of solid waste-primary elements in the solid waste management. Ekol. Zašt. Život. Sred., Vol. 7, No.1-2, 85-92, Skopje.

The main goal of this paper is to define basic activities of the *Solid Waste Management (SWM)* concept - *Waste Reduction* and *Waste Recycling*. The proposed scheme of SWM provides maximal recovery of Solid Waste usefull components as well as maximal decomposition of Solid Waste before its final disposal. The worldwide data of activities given in this paper give stimulus for their application in our country.

Key words: Solid Waste, Materials, Solid Waste Management, Waste Reduction, Waste Recycling

ВОВЕД

Во современите услови на живеење (масовно производство на стока за широка потрошувачка и преголема населеност) се пореметува циклусот на движење на материјалите во природата, при што таа веќе не е во состојба да го разложи отпадот кој човекот секојдневно енормно го создава.

Според литературните сознанија, дневната продукција на цврст комунален отпад (ЦКО) се проценува на 1-2 kg по жител (Hunsicker 1996; Europe's Environment - The Dobriš Assessment 1995). Во Европа во 1990 година се продуцирани околу 250 милиони тони ЦКО, за 20% повеќе во однос на 1985

година (Europe's Environment - The Dobriš Assesment 1995). Од друга страна, залихите на суровините и енергија во природата сè повеќе се исцрпуваат. Според некои проценки нашата генерација ќе го доживее исцрпувањето на рудите на некои метали, како калајот, оловото, цинкот и бакарот, следната на манганот, молибденот и никелот, по неа кобалтот, железото итн (Janke & Savov 1997).

За разградување на енормните количини на цврст отпад, потребни се дополнителни активности на човекот, со

што би се затворил кругот на движење на материјалите во природата. За оваа цел развиена е посебна научно-инженерска дисциплина - **Управување со цврстиот отпад (УЦО)**. Примарна цел на оваа дисциплина е да се создава што е можно помалку отпад и второ, од отпадот да се извлече и повторно употреби што е можно поголем дел. Со враќањето на цврстите отпадоци во процесот на производство на материјали, се постига заштеда на суровини и енергија и што е подеднакво важно, се намалува загадувањето на човековата околина.

1. УЦО-АЛКА ВО ЦИКЛУСОТ НА ДВИЖЕЊЕ НА МАТЕРИЈАЛИТЕ

Во природните екосистеми, постојано се одвива циклус на размена и трансформација на материјата и енергијата од еден облик во друг. Притоа се одржува рамнотежа во системот, што значи дека количината на материјата и енергијата не се менува. Спротивно на кружните процеси на движење на материјата во природните екосистеми, процесите на производство и потрошувачка на материјалите кои се резултат на човековите активности, не се циклични, туку се овиваат во една насока. За производство на материјалите, кои се неопходни за задоволување на потребите на човековото живеење, потребни се суровини и енергија што се земаат од природните екосистеми. По нивното консумирање или откако ќе им помине уп-

отребната вредност, материјалите се исфрлаат како отпад. Значи, суровините како почетен облик на материјата на крајот од циклусот се претвораат во отпад, чиј поголем дел, благодарение на современите достигнувања на хемијата не може брзо и едноставно да се разгради во природата. Така, човековите активности го прекинуваат природниот кружен процес на движење на материјалите и ја нарушуваат рамнотежата во природата. Притоа се наметнуваат два проблема: 1. човекот троши многу повеќе материја и енергија отколку што природата може да обезбеди без да се наруши рамнотежата на екосистемот и 2. човекот создава многу повеќе отпад отколку што природата може да разгради.

Таб. 1 Пораст на населението на Земјата со тек на времето (Janke & Savov 1997).

Година	До 1860	1930	1960	1980	1990	2000
Број на жители (милијарди)	1	2	3	4	5	6

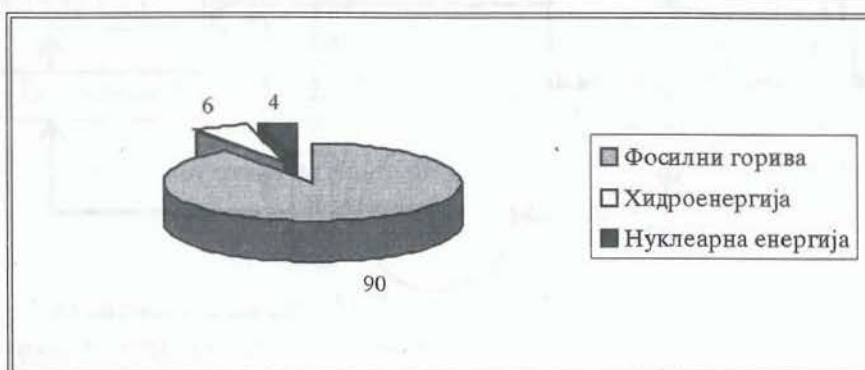
Основната причина за двата проблема е преголемата населеност на Земјата. Како што се гледа од Таб. 1, за достигнување на првата милијарда жители бил потребен енормно долг период, додека последната милијарда е постигната за само 10 години.

Потребата за материјални добра е сè поголема, а суровинските и енергетски

ресурси сè побрзо се исцрпуваат. Според прогнозите за времетраењето на залихите на рудите на некои метали, прикажани во Таб. 2, не е далеку времето кога ќе се исцрпат залихите на голем број метали. Најповолна е состојбата со рудите на магнезиумот- неговите залихи се предвидуваат за уште 4500 години.

Таб. 2 Времетраење на залихите на рудите на некои метали без рециклирање (Janke & Savov 1997)

Метал	Времетраење на залихите [години]	Метал	Времетраење на залихите [години]
Калај	14	Никел	105
Олово	29	Кобалт	130
Цинк	38	Железо	190
Волфрам	55	Хром	370
Бакар	56	Алуминиум	375
Манган	90	Ванадиум	570
Молибден	95	Магнезиум	4500



Сл. 1 Застапеност (%) на поедини енергетски ресурси во вкупниот енергетски потенцијал на Земјата (Janke & Savov 1997)

Од Сл. 1 се гледа дека најголемиот дел од вкупниот енергетски потенцијал на Земјата го сочинуваат фосилните горива- 90%, кои се необновлив енергетски ресурс, додека обновливите-хидроенергијата и нуклеарната, се застапени само со 6, односно 4%. Свкупната енергија што е потрошена откако постои човештвото, во средината на наредниот век ќе се троши за само три години (Janke & Savov 1997).

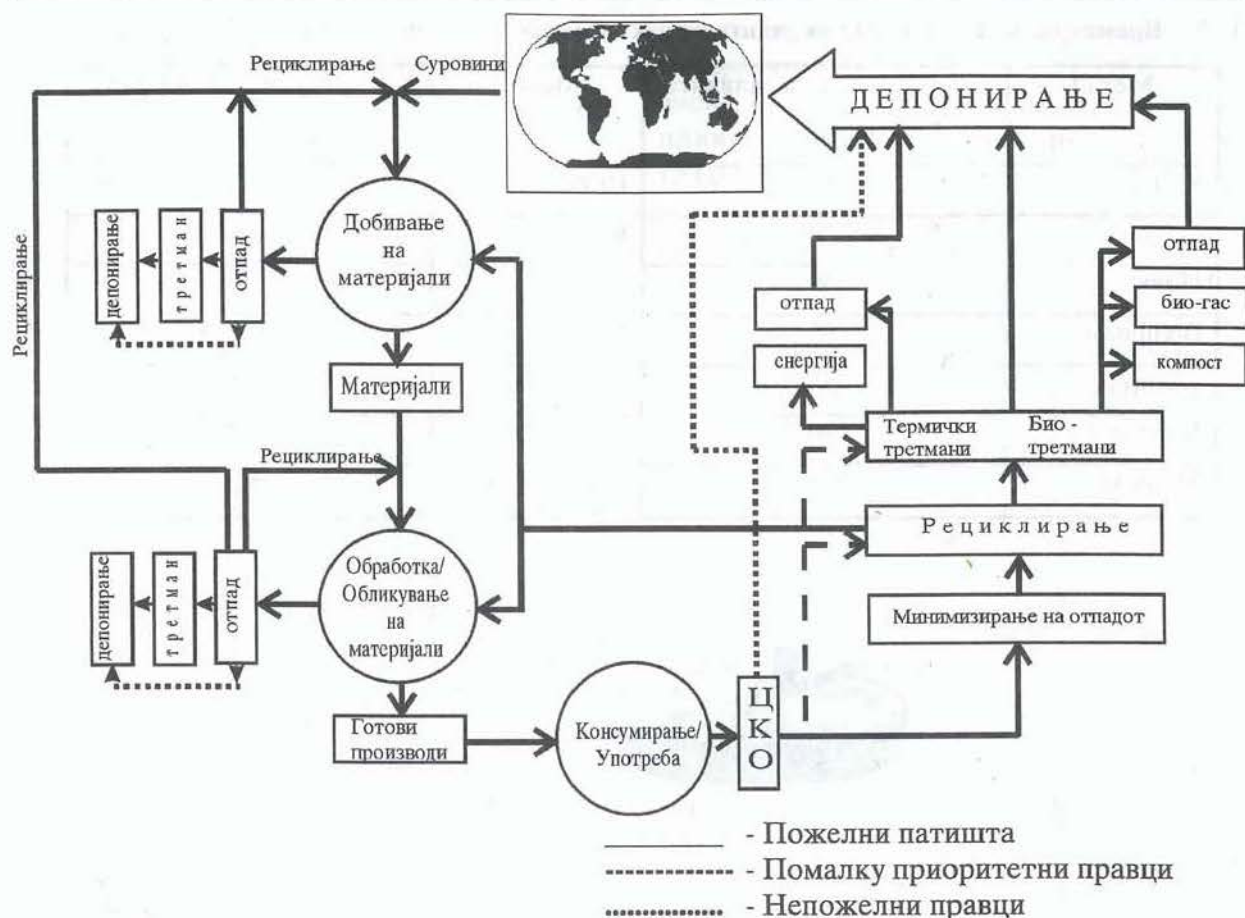
Затоа, се наметнува потребата чове-кот со дополнителни активности да ги врати отпадните материјали во нивната појдовна состојба, за да се затвори циклусот на движење на материјалите, и да се одржи рамнотежа во природата. На Сл. 1 е прикажана шема на кружење на материјалите во природата и тоа во повеќе варијанти на третман на ЦКО меѓу неговото создавање и конечно одлагање (директно одлагање, делумен и целосен третман). Од шемата се гледа дека при целосен третман се овозможува максимално извлекување на корисните компоненти (материјални и ен-

ергетски) како и максимално разградување на отпадот пред неговото депонирање.

Управувањето со цврстиот отпад е релативно нова научно-инженерска дисциплина која го изучува создавањето, прибирањето, селекцијата, транспортот, третирањето и конечното одлагање на цврстиот отпад. За негово успешно функционирање е потребен комплексен приод и тоа од научен, техничко-технолошки, економски, правен и пред сè еколошки аспект. Главните негови активности се одвиваат по следниот хиерархиски редослед:

1. минимизирање на создавање на цврст отпад,
2. рециклирање,
3. третирање (конверзија на отпадот - термичко и био третирање) и
4. санитарно депонирање.

Во средини со високоразвиен систем на УЦО се инсистира на стриктна примена на оваа хиерархија, па така рециклирањето се разгледува откако ќе се исцрпат сите можности за минимизирање на отпадот.



Сл. 2 Шема на кружење на материјалите при успешно функционирање на Системот за УЦО

Исто така кон третирање на отпадот се пристапува откако е постигнат максимално можен степен на рециклирање. Независно од тоа колку интегралниот систем за УЦО бил ефикасен во претходните три фази, секогаш останува поголема или помала

количина на отпад кој мора се депонира. Пристапот кон ова прашање се менува од држава во држава или од град во град и се прилагодува на конкретните локални услови.

2. МИНИМИЗИРАЊЕ НА ЦВРСТИОТ ОТПАД

Под **минимизирање на цврстиот отпад** (*Waste Reduction*), се подразбираат активности за намалување на неговата количина и токсичност од страна на сите фактори во државата, од владата, производителите, јавните установи и пртпријатија, до домаќинствата. Владата со соодветна законска регулатива (стимулативна и казнена) ги обврзува сите останати фактори во спроведување на овие мерки и активности. Посебно важни се актите за забрана или ограничена употреба на некои штетни ма-

теријали при производство на продукти за секојдневна употреба. На пример во високо-развиените земји веќе се избегнува користење на полиетилен терафталат (PET) и лимена амбалажа за безалкохолни пијалаци и сè повеќе се извезува на пазарите на понеразвиените земји каде е сè помасовна употребата на оваа неразградлива, штетна, а за потрошувачот сепак "атрактивна" амбалажа. Производителите своите активности во поглед на минимизирање на отпадот ги остваруваат преку дизајнирање, произ-

водство и пакување на производи при што се постигнува нивна минимална токсичност, минимален волумен и продолжен век на употреба. Истовремено се тежнее преку осовременување на технологиите, производството да се одвива со минимално создавање отпад. Домаќинствата преку селективно купување на продукти што може да се рециклираат и произведи со намалена токсичност, поголема употребна вредност и рециклабилна амбалажа и нивно рационално користење или конзумирање, придонесуваат во активностите за минимизација на отпадот.

Во земјите кои имаат високоразвиен и одамна применет систем на УЦО, се покажуваат позитивни ефекти од активнос-

тите за минимизирање на отпадот. Така, при испитувањата во областа Долна Саксонија - Германија, во 1995 година е регистрирано намалување на ЦКО од домаќинствата за 5% и рециклабилниот ЦКО за дури 20% во однос на 1994 (Аноним). Намалувањето на рециклабилниот отпад се должи на развиените системи за рециклирање, така што овие отпадоци директно се враќаат во процесот на производство и воопшто не се појавуваат како отпад. Во Таб. 3 се наведени податоци за продукција на отпадот во Хамбург во периодот од октомври 1986 до ноември 1987 и како што може да се види вкупното намалување на отпадот во испитуваниот едногодишен период изнесува 28% (Heilmann & Wagner 1996).

Таб. 3 Продукција на цврстиот отпад во Хамбург (Heilmann & Wagner 1996).

Период на испитување	Рециклабилни компоненти [kg/жител год.]	Био-отпад [kg/жител год.]	Останато [kg/жител год.]	Вкупно [kg/жител год.]
Октомври 1986	124	76	3	203
Ноември 1987	94	50	2	146
Вкупно намалување [%]	24	34	33	28

3. РЕЦИКЛИРАЊЕ НА ЦВРСТИОТ ОТПАД

Кога ќе се исцрпат сите можности за минимизирање на отпадот, нареден чекор во стратегијата на системот на УЦО е **рециклирањето**.

Под поимот рециклирање се подразбира враќање на отпадните материјали во процесот на производство и потрошувачка. Тоа овозможува затворање на природниот круг на движење на материјалите, кои се трансформираат од еден облик во друг, но на крајот квантитативно не се менуваат.

Рециклирањето се одвива во неколку фази, како на пример, **1. собирање и сортирање**, **2. преработка** и добивање нов производ и **3. негов пласман** (трите стрелки на знакот на рециклирање ги симболизираат токму овие три основни фази во процесот на рециклирање). Сè додека овие фази не

се поминат и не се "затвори кругот", материјалот не се смета за рециклиран. Сите фази во процесот на рециклирање губат смисол ако рециклираните производи не се продадат. Тоа значи дека не може да се рециклира сè што е технички изводливо. Значи покрај **техничко-технолошкиот лимитирачки фактор** на рециклирањето, се јавува и **економски лимитирачки фактор**. Како и кај другите пазари, така и на пазарот на рециклирани материјали важат законите на понуда и побарувачка. Во земјите со високоразвиен систем на УЦО, со соодветна законска регулатива се стимулира и помага развојот на овој пазар. Така, побарувачите и од државниот и од привтниот сектор се насочуваат кон купување производи од рециклирани материјали.

Според тоа, се разликуваат два типа на производство: **примарно**, при што материјалите се произведуваат користејќи природни сировини и **секундарно**, со кое се искористуваат отпадните материјали и се избегнува потрошувачката на природните материјални ресурси. На пример, под секундарен челик се подразбира метал произведен од отпаден челичен материјал, додека примарниот челик се добива од железна руда. При секундарното производство се постигнуваат значителни економски и еколошки предности во однос на примарното. Кај примерот со челикот, се постигнуваат следните ефекти: се заштедува

74% од енергијата за производство на примарен челик, 97% заштеда на руда, 90% заштеда во користење дополнителни сировини, 40% заштеда во користење вода, 86% намалено загадување на атмосферата и 76% намалено загадување на водите (Szekely & Traoaga 1995). Во Таб. 4 се прикажани заштедите во потрошувачката на енергија и вода и намалување на загаденоста на атмосферата и водите при производство на некои секундарни материјали. Како што може да се види, се постигнуваат значителни ефекти во зачувување на енергетските ресурси (дури до 95% кај алуминиумот) и заштита на животната средина.

Таб. 4 Заштеди што се постигнуваат при секундарно производство на материјали (Janke & Savov 1997; Szekely & Traoaga 1995; The Solid Waste Handbook 1986)

Рециклиран материјал	Заштеда на енергија [%]	Заштеда на вода [%]	Намалување на загаденоста на атмосферата [%]	Намалување на загаденоста на водите [%]
Алуминиум	95		95	97
Железо и челик	74	40	85	76
Бакар	85			
Олово	65			
Цинк	60			
Стакло	29	50	20	
Хартија	65	58	74	35
PVC	32			
Полиетилен	61			

Способноста за рециклирање (рециклабилност) е мерка која покажува колку од произведениот материјал може да се рециклира и колку треба да се отфрли како резултат на техничката невозможност за рециклирање. Таа се изразува во проценти. Ако некој материјал е 100% рециклабилен, значи дека целата количина од отпадниот материјал може да се рециклира. Таков пример е челикот. Треба да се прави разлика помеѓу можноста да се рециклираат еднородни материјали и смеси на материјали. На пример, чистите метали се рециклираат едноставно со претопување, додека при рециклирање на легурите, или треба да се

вклучи процес на раздвојување на металите кој не е многу едноставен, или рециклирањето ќе треба да има за цел производство на легура со истиот состав како и онаа која се претопува, што во одредени случаи и не е пожелно. Исто така, некои материјали како вештачките полимери, композитни материјали, тешко се рециклираат. Оптимално решение за третирање на ваквите материјали е термичкиот третман, при кој може да се искористи топлотната енергија ослободена од процесот.

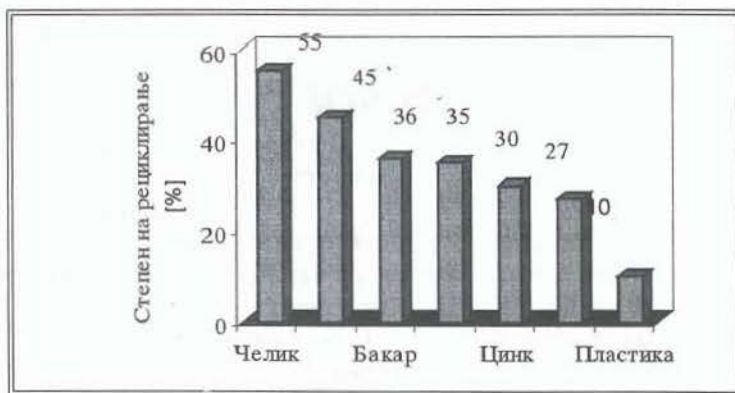
Тенденцијата кон повисоки степени на рециклирање би требало да го обнови општото прифаќање на металите како

традиционален материјал што ја одбеле-жал историјата на човештвото ("бронзена ера", "железна ера"), наспроти експлозивниот развој и употреба на полимерите кои се тешко разградливи материјали.

Степен на рециклирање претставува односот на рециклираниот материјал со вкупно произведениот материјал. Секогаш се тежнее кон максимален степен на рециклирање. Тој зависи пред сè од развиеноста на системот на УЦО, од техничките можности за рециклирање на одредена категорија материјали, како и од економските

законитости на пазарот, можноста за пласирање на рециклираните производи и побарувачката на одреден вид на материјали.

На Сл. 3 е прикажан степенот на рециклирање на некои материјали, вклучувајќи ги и комуналниот и инустрискиот сектор. Од дијаграмот се гледа дека најголем степен на рециклирање има челикот, а најмал пластиката, што наведува на заклучок дека степенот на рециклирање е во директна функција од рециклабилноста т.е. техничката способност за рециклирање на материјалите.



Сл. 3 Степен на рециклирање на некои материјали (светски просек) 1993 год. (Janke & Savov 1997; Szekely & Traoaga 1995)

За разлика од претходното: **"Да се рециклира сè што може да се рециклира"**, современиот светски тренд кон интензивирање на рециклирачките активности и упо-

треба на рециклирани материјали, со цел да се сочуваат природните материјални и енергетски ресурси, го наметнува мотото: **"Сè што се произведува да се рециклира"**.

ЗАКЛУЧОК

Со примена на минимизирање и рециклирање на цврстиот отпад, како дел од интегралниот систем на Управување со цврстиот отпад, се постигнуваат следните ефекти:

- 1. Заштеда на природните сировини** преку враќање на отпадните материјали во процесот на производство.
- 2. Заштеда на енергија** - во случајот на добивање на секундарен алуминиум се заштедува и до 95 % од енергијата потребна за производство на примарен алуминиум.
- 3. Заштита на атмосферата и водите** - при производството на секундарни материјали

многу помалку се загадува воздухот и водите отколку примарното производство.

- 4. Заштита на земјините површини** - со враќање на отпадот во процесот на производство се намалуваат количините на отпад наменет за депонирање.

- 5. Финансиска заштеда и отворање на нови вработувања** - со самиот факт дека се заштедуваат материјалните и енергетските ресурси, при секундарното производство се остваруваат и позитивни финансиски ефекти, а истовремено во процесот на прибирање и селекција на отпадните материјали, како и нивната преработка се отвораат нови работни места.

ЛИТЕРАТУРА

- Anonym, Enstorgungspraxis, 3/97, p.9.
- Europe's Environment - The Dobriš Assessment (1995). Edited by Daveid Stammers and Philippe, Bourdeau, EEA, Copenhagen.
- Heilmann, A. & Wagner, A. (1996). Termische Restabfallbehandlung /hrsg. von Bernd Bitlitewski...- Berlin: Erich Schmidt/, p.78-91.
- Hunsicker, M.D. (1996) J.Hazar.Mater., Vol.47, 31-42.
- Janke, D. & Savov, L. (1997). Circulation of Materials. Erstes Freiburger Europa Seminar: Resources for Tomorrow - Materials Recycling, TU Bergakademie, December.
- Szekely, J. & Traoaga, G. (1986). J. Mater. Res., Vol. 10, No9, p.2178-2196.
- The Solid Waste Handbook (1986). A Practical Guide, edited by W.D. Robinson, John Wiley & Sons.