



**АНАЛИЗА ТЕШКИХ МЕТАЛА И ОПАСНИХ МАТЕРИЈА У ПОСТУПКУ  
ОЦЕЊИВАЊА УСАГЛАШЕНОСТИ У ОБЛАСТИ АМБАЛАЖЕ И  
АМБАЛАЖНОГ ОТПАДА \***

**ANALYSIS OF HEAVY METALS AND DANGEROUS SUBSTANCES IN THE  
CONFORMITY ASSESSMENT PROCEDURE FOR PACKAGING AND  
PACKAGING WASTE \***

Мр Душан Кићевић<sup>1)</sup>, Др Мирјана Павловић<sup>1)</sup>, Др Антоније Оњиа<sup>1)</sup>

**Резиме:** У раду је дат преглед европске и наше регулативе у области амбалаже и амбалажног отпада као и посебних захтева за испитивањем четири тешка метала и опасних супстанци у амбалажи. Поступак оцењивања усаглашености амбалаже са битним захтевима Директиве ЕУ 94/62/ЕС налаже увођење одговарајућих хемијских анализа и поступака процене садржаја опасних супстанци на основу сигурносних листа. Коришћењем постојеће опреме могуће је да се у Институту Винча обезбеде сви предуслови за спровођење комплетног поступка оцењивања усаглашености у области амбалаже и амбалажног отпада.

**Кључне речи:** амбалажа, амбалажни отпад, четири тешка метала, поступак оцењивања усаглашености, директива ЕУ 94/62/ЕС

**Resume:** Overview of EU and our legislative in the area of packaging and packaging waste is presented and some aspects of analysis of four heavy metals and dangerous substances as well. Conformity assessment procedure for packaging, according to EU Directive 94/62/EC, requires the introduction of chemical analysis and methods for calculation of quantity of dangerous substances on the basis of safety data sheets for components and materials used. Existing equipment in the VINCA Institute is the good basis for providing complete conformity assessment procedure in the area of packaging and packaging waste in VINCA Institute.

**Key words:** Packaging, Packaging Waste, Heavy metals, Conformity Assessment, Directive 94/62/EC

## 1. УВОД

Амбалажа је незаобилазан и важан саставни елемент већине прехранбених и индустријских производа. Њена намена је смештање, заштита, руковање, транспорт, испоручивање и представљање производа, као и спречавање оштећења и /или губитка производа, испуњавање високих захтева у погледу сигурности, хигијенских и здравствених критеријума за упаковане производе. Исто тако, управљање амбалажом и амбалажним отпадом представља врло важну

компоненту укупног система управљања отпадом и заштите животне средине, јер се неконтролисаним и нерационалним одлагањем неразградљивог амбалажног отпада, испуштањем опасних материја и тешких метала може озбиљно угрозити животна средина.

## 2. РЕГУЛАТИВА У ОБЛАСТИ АМБАЛАЖЕ И АМБАЛАЖНОГ ОТПАДА

На основу Каталога југословенских стандарда и прописа област амбалаже је

1) Мр Душан Кићевић, Др Мирјана Павловић, Др Антоније Оњиа  
Институт „ВИНЧА“, 11001 Београд, п.п. 522 e-mail: kica @vin.bg.ac.yu

\*) Пројекат МНЗЖС бр. ТД - 7054Б

покривена великим бројем стандарда у оквиру серије 55 «Паковање и дистрибуција роба» (класификација ICS). На ову проблематику се односи скоро 280 стандарда, при чему је велики број стандарда доста стар, који покривају јако широк опсег различитих врста амбалаже (од палета/сандука/кутија до боца/врећа/кеса, од дрвета/стакла до папира/плетених материјала). У последње две године је, међутим, издат највећи део стандарда који се односи на ЕУ директиву за амбалажу и амбалажни отпад а практично сви хармонизовани стандарди. Ови домаћи стандарди (серије JUS EN 13400) су превод на српски оригиналних стандарда што практично значи да су у национално законодавство уврштени сви стандарди по којима се може оцењивати усаглашеност амбалаже са суштинским захтевима директиве 94/62/ЕС.

Међународна организација за стандардизацију ISO, у својим техничким комисијама TC 122, TC 52 и TC 63 (које се односе на различите врсте амбалаже и паковања) израдила већи број стандарда (око 150). Европска организација CEN је ишла правцем који је обезбедио боље фокусирање на најважније аспекте хармонизације националних стандарда да би се испунио основни циљ новог (глобалног) приступа: обезбеђивање несметаног функционисања јединственог тржишта, спречавање избегавања и умањивања конкурентности, елиминисање додатних препрека слободној трговини, обезбеђивање заштите здравља и свих других елемената одрживог развоја.

Регулатива ЕУ у области амбалаже и амбалажног отпада је, пре свега, ослоњена на Директиву 94/62/ЕС из 1994. године /1/, са амандманом 2005/20/ЕС из 2005. године /2/, као и на ЕН стандарде Техничког комитета CEN/TC 261, који је у мандату имао израду 18 стандарда и техничких препорука, а Европска Комисија је промовисала примену европских стандарда који се односе на:

- критеријуме и методологије за анализу животног циклуса амбалаже,
- методе за мерење и верификацију присуства тешких метала и других опасних материја у амбалажи и њиховом ослобађању у околину из амбалаже и амбалажног отпада,
- критеријуме за минимум садржаја рециклираног материјала у амбалажи за одређене типове амбалаже,
- критеријуме за методе рециклаже,
- критеријуме за методе прављења комбинованог отпада (компоста) и производњу компоста,

- критеријуме за обележавање паковања.

Од наведених стандарда стога су само шест хармонизовани стандарди, што унеколико поједностављује сагледавање процеса оцењивања усаглашености са суштинским захтевима директиве. Међутим, анализа тих захтева показује да је, поред неопходних испитивања, поступак оцењивања усаглашености доста деликатан одн. захтеви за амбалажу обухватају истовремено и захтеве за амбалажни отпад јер амбалажа ван примарне употребе постаје отпад којим мора да се управља на одређени начин, у складу са усвојеном стратегијом управљања амбалажним отпадом, као дела опште стратегије управљања отпадом. Основни циљ директиве 94/62/ЕС је стога хармонизација националних мера које се тичу управљања амбалажним отпадом ради, с једне стране, спречавања или смањивања његовог утицаја на животну средину земаља чланица и трећих земаља и, с друге стране, да обезбеди функционисање јединственог унутрашњег тржишта ЕУ и избегавање препрека слободној трговини.

### 3. АНАЛИЗА ЗАХТЕВА ДИРЕКТИВЕ 94/62/ЕС

Детаљна анализа садржаја и захтева ове директиве је дата у објављеним радовима и саопштењима /3,4,5/ а укратко се ови захтеви могу дефинисати на следећи начин:

- амбалажа се може наћи на тржишту једино ако испуњава СВЕ суштинске захтеве директиве,
- претпоставља се усаглашеност са свим суштинским захтевима у случају амбалаже која је у складу са хармонизованим стандардима (одн. релевантним националним стандардима у областима које не покривају хармонизовани стандарди),
- запремина и маса амбалаже треба да буду ограничене минимумом одговарајуће величине да би се одржао неопходан ниво сигурности, хигијене и прихватљивости за амбалажирани производ и за купца,
- амбалажу треба пројектовати, произвести и ставити у промет на такав начин да се омогући њена поновна употреба или поновно искоришћење, укључујући рециклажу, да се минимизира њен утицај на животну околину када амбалажни отпад или остаци након управљања амбалажним отпадом буду одлагани,
- амбалажа и материјали као конституенти амбалаже морају садржати минимум штетних (отровних) и других опасних

материја, као и да присуство истих буде минимизирано у емисији, пепелу и процедурним водама када амбалажни отпад или остаци након управљања амбалажом или када амбалажни отпад буде спаљиван или одлаган на специјално пројектоване депоније,

- физичке особине и карактеристике амбалаже треба да омогуће низ циклуса поновне употребе под нормалним условима коришћења,
- амбалажа мора да омогући рециклажу одређеног процента (45% масе) употребљене амбалаже,
- амбалажа мора да омогући поновно искоришћење одређеног процента (65% масе) употребљене амбалаже (ови проценти не важе за Грчку, Португал и Ирску до краја 2005),
- амбалажа мора имати минимум доње калоричне вредности да би се обезбедила оптимизација поновног искоришћења енергије,
- биоразградљив амбалажни отпад мора бити такве природе да је способан да се након процеса физичке, хемијске термичке или биолошке разградње највећи део компоста крајње разлаже на угљен диоксид, биомасу и воду,
- укупан ниво концентрације четири тешка метала (олово, жива, кадмијум и шестовалентни хром) присутан у амбалажи или компонентама амбалаже не сме прећи следеће вредности: 600 ppm (две године након имплементације), 250 ppm (три године након имплементације) и 100 ppm (пет година након имплементације).

#### 4. ИЗРАДА СПЕЦИФИКАЦИЈЕ ЗА НОВЕ/МОДИФИКОВАНЕ МЕТОДЕ И ПОСТУПКЕ ИСПИТИВАЊА У ОБЛАСТИ АМБАЛАЖЕ И АМБАЛАЖНОГ ОТПАДА

Имајући у виду расположивост опреме у Институту «ВИНЧА» и постојеће методе за хемијске анализе (четири тешка метала и опасне материје) могуће је обезбедити испитивања наведених тешких метала и опасних супстанци према захтевима наведеним у техничким извештајима CR 136965-1:2000 и 13695-2:2004.

Постојећи уређаји за анализу четири тешка метала и опасних супстанци су следећи: ICP-OES, UV-VIS, AAS, Ion Chromatography, HPLC, GC-MS и др.

#### 4.1. Одређивање Pb, Cd и Cr (укупни садржај)

А) индуктивно куплована плазма – оптичка емисиона спектроскопија (ICP-OES)

уређај Spectroflame (Spectro Analytical), подешен на 27.12 MHz и 2.5 kW

Б) лабораторијски израђен плазма уређај (DC arc)

(једносмерна струја, аргоном стабилисана плазма) са аеросолним ексцитирајућим извором и спектрографом PGS-2 са фотоелектричним детектором (као монохроматором сопствене израде)

Граничне вредности детекције за метале:

	ICP	DC arc
Cd	5 ng/ml	60 ng/ml
Cr	5 ng/ml	0.6 ng/ml
Pb	30 ng/ml	15 ng/ml

За одређивање Pb може се користити хидридна техника при чему је њена гранична вредност детекције 4 ng/ml.

#### 4.2 Одређивање Hg

За одређивање живе може се користити атомска апсорпциона техника са хладним парама (лабораторијски израђен уређај), гранична вредност детекције 0.05 ng/ml.

Према статистичким праћењу тржишта материјала за амбалажу у Европи (обухваћена 3.Европа пре проширења Европске Уније) у 1994. вредност тржишта је била 95.8 милијарди долара а укупна количина 64.8 милиона тона (процена у часопису “Emballage Magazine”). Вредносно проценат заступљености појединих врста амбалаже је следећи: Папир 36.7%; Пластика 32.7%; Метал 18.1%; Стакло 7.7%; Дрво 4.8%. Према количинама заступљеност је следећа: Папир и картон 40.7%; Стакло 26.9%; Пластика 17.0%; Метал 7.7%; Дрво 7.7%. Према примени заступљеност је следећа: Храна 46%; Пића 24%; Кућни апарати 18%; Средства за личну негу 12%. На основу ових података може се закључити да је потребно првенствено успоставити методе за мерење четири тешка метала у папирној (папир и картон), пластичној и металној амбалажи јер оне представљају најважнији сегмент тржишта. Спецификација ових метода је следећа:

#### 4.3 Метода одређивања четири тешка метала у папирној амбалажи

А. Припрема узорак

А1) Репрезентативни узорак материјала се третира азотном киселином у затвореној посуди,

загрејан на 160°C, у току 16 часова, или

- A2) Репрезентативни узорак материјала се третира у азотној киселини, у затвореној стакленој посуди, у микроталасној пећи у току 1 часа, без посебног загревања.

Б. Мерење концентрације метала

- Б1) У зависности од врсте метала садржај тешких метала се одређује атомском апсорпционом спектрометријом, користећи графитну пећ (кивету); пламену фотометрију или генерисање хладних пара.

#### 4.4 Метода одређивања четири тешка метала у пластичној амбалажи

А. Припрема узорка

- А1) Репрезентативни узорак материјала се исецка у мање делиће и третира смешом азотне киселине и водоник-пероксида, у затвореној боци од тетрафлуорометоксила у микроталасној пећи.

Б. Одређивање концентрације четири тешка метала

- Б1) Одређивање садржаја метала се изводи мерењем помоћу емисионе спектрометрије, користећи течност добијену растварањем узорка у току припреме.

#### 4.5 Одређивање опасних супстанци

За одређивање опасних супстанци у амбалажи и амбалажном отпаду примењује се основни принцип минимизације њиховог присуства и тзв. «следствени приступ» одн. принцип преношења и коеишћења података од снабдевача амбалажног материјала и испоручених сигурносних листа материјала (safety data sheets). Све опасне материје које се према ЕУ Директиви 67/548/ЕЕС и њеним амандманима класификују са ознаком «N» (poxious) морају имати тачно дефинисан састав и степен опасности ако доспеју у животну средину. На основу ових листа и технолошког поступка израде амбалаже, материјалних токова и прорачуна, може се извршити оцењивање нивоа присуства опасних супстанци у појединим компонентама или у читавој амбалажи. Ови се подаци морају на одговарајући начин документовати одн. испоручилац амбалаже је дужан да докаже да је коришћена минимална количина материјала

при изради амбалаже и да је поштован принцип минимизације садржаја опасних супстанци.

### 5. ПРОЦЕДУРА ОЦЕЊИВАЊА УСАГЛАШЕНОСТИ АМБАЛАЖЕ

На основу анализе директиве 94/62/ЕС и њених суштинских захтева, као и на основу хармонизованих стандарда, може се предложити процедура оцењивања усаглашености амбалаже са свим суштинским захтевима директиве која треба да буде део новог техничког прописа за амбалажу и амбалажни отпад. Процедура се мора изводити према стандарду JUS EN 13427:2005 «Захтеви за примену европских стандарда у области амбалаже и амбалажног отпада».

Процедура треба да обухвати следеће елементе:

1. Спречавање настајања отпада смањеном употребом сировина

1.1 Анализа радних критеријума (листа радних критеријума мора да укључи следеће:

- а) Заштита производа
- б) Процес израде амбалаже
- ц) Процес паковања/пуњења
- д) Логистика (укључујући транспорт, складиштење и руковање)
- е) Представљање производа и маркетинг
- ф) Прихватљивост од стране потрошача
- г) Обавештавање
- х) Безбедност
- и) Законодавство
- ј) Остала питања

1.2 Одређивање критичних подручја за сваки критеријум

1.3 Провера свих елемената контролне листе

2. Анализа четири тешка метала и осталих опасних материја

2.1 Припрема узорка третирањем азотном киселином у затвореној посуди, загрејан на 160°C, у току 16 часова

2.2 Анализа течних узорка атомском апсорпционом спектрометријом

2.3 Процена присуства опасних материја користећи сигурносне листе (safety data sheets)

2.3.1 Процена присуства у свакој компоненти амбалаже

2.3.2 Процена присуства у амбалажном материјалу

3. Анализа могућности поновне употребе амбалаже

- 3.1 Системи поновне употребе (систем затворене петље, систем отворене петље, комбиновани систем)
4. Анализа поновног искоришћења амбалаже
- 4.1 Поновно искоришћење рециклажом материјала
- 4.2 Поновно искоришћење енергије

- 4.3 Поновно искоришћење органским третманом и компостирањем
- У Табелама 1 и 2 су дати прегледи метода испитивања и поступака оцењивања усаглашености за различите системе паковања и примењивости појединих поступака оцењивања усаглашености амбалаже.

**Табела 1. Примена метода и поступака за различите нивое система паковања**

Компоненте амбалаже	Функционалне јединице паковања (амбалаже)	Комплетан систем паковања
Присуство четири тешка метала Минимизација опасних материја	Поновна употреба  Поновно искоришћење материјала (рециклажа) Поновно искоришћење енергије Поновно искоришћење органским третманом (компостирање)	Спречавање настанка отпада смањеном употребом сировина

**Табела 2. Примењивост појединих поступака оцењивања усаглашености**

Референца за оцењивање	Оцењивање усаглашености	Примењивост
1.1	Спречавање настајања отпада смањеном употребом сировина	На све
1.2	Присуство четири тешка метала	На све
1.3	Минимизација опасних материја или препарата	На све
2.	Поновна употреба	Ако се тврди
3.1	Поновно искоришћење материјала – рециклажа	Испуњавање најмање једног захтева
3.2	Поновно искоришћење енергије	
3.3	Поновно искоришћење органским третманом	

Процедура захтева пуно знања из различитих области, начина израде различитих врста амбалаже и комбинацију аналитичких метода испитивања и експертских мишљења. На основу расположивих стандарда, досадашњег искуства у Институту «Винча» и опремљености потребном опремом сматрамо да је могуће да се допуном неопходне опреме испуне сви предуслови за усвајање овакве процедуре и њена примена у пракси.

## 6. ЗАКЉУЧАК

Анализа ЕУ Директиве 94/62/ЕС и хармонизованих стандарда и техничких извештаја за анализу четири тешка метала и опасних материја у амбалажи и амбалажном отпаду је основа за успостављање процедуре за оцену усаглашености са битним захтевима Директиве и могућношћу пружања у промет на јединственом тржишту.

На основу постојеће опремљености, досадашњег искуства у анализама тешких метала и опасних супстанци, као и ширег познавања технологија различитих материјала и компонената, може се проценити да у Институту «ВИНЧА» постоје предуслови за обављање свих неопходних испитивања и оцењивање усаглашености амбалаже.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] European Parliament and Council Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging and packaging waste, Official Journal L 365, 31/12/1994 P. 0010-0023.
- [2] Directive 2005/20/EC of the European Parliament and of the Council of 9 March 2005 amending Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste, Official Journal L 070, 16/03/2005 P. 0017-0018.
- [3] М. Кокунешоски, Д. Кићевић, П. Поповић, Д. Алавантић, «Анализа захтева европских прописа и стандарда за амбалажу и амбалажни отпад», Квалитет, 7-8, стр. 35-39, 2005.
- [4] М. Кокунешоски, Д. Кићевић, П. Поповић, Д. Алавантић, «Анализа захтева европских стандарда и прописа за амбалажу и амбалажни отпад – Директива 94/62/ЕС», SQM 2005, Тиват, Септембар 2005.
- [5] Д. Кићевић, П. Поповић, М. Кокунешоски, Д. Алавантић, «Метод испитивања и процедуре оцењивања усаглашености у области амбалаже и амбалажног отпада», International Journal Total Quality Management and Excellence, Vol. 33, No. 4, 2005 (el.izd.), Proc. International YUSQ EQW, Novi Sad, 13-14 December, 2005.