

1. MINIMALIZÁCIA, ZHODNOCOVANIE A ZNEŠKODŇOVANIE

- **TVORBA A NAKLADANIE S KOMUNÁLNYM ODPADOM V EURÓPSKEJ ÚNII**
doc. Ing. Michal Stričík, Ing. Veronika Tkáčová
- **SLOVENSKO BY MALO VIAC SEPAROVAŤ, RECYKLOVAŤ A PREDCHÁDZAŤ VZNIKU ODPADOV** *Kolektív*
- **RECYKLÁCIA VYRADENÝCH SVETELNÝCH ZDROJOV S OBSAHOM KRITICKÝCH SUROVÍN PRE EÚ: PREHĽAD TECHNOLOGIÍ** *Martina Laubertová, Tomáš Vindt, Jarmila Trpčevská, Nika Matejová*
- **PROJEKT STREDISKA OBSLUŽNÝCH ČINNOSTÍ NA SPRACOVANIE ODPADU V PRIEMYSELNOM PARKU NITRA – SEVER** *Kolektív*
- **Z KOMUNÁLNEHO ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA** *Kolektív*
- **K ODKANALIZOVANIU SLOVENSKÝCH MIEST A OBCÍ** *Kolektív*
- **RIEŠENIE PROBLÉMU PSÍCH EXKREMENTOV POMOCOU PSÍCH TOALIET** *PhDr. Angela Sviteková*
- **ZNEŠKODŇOVANIE A RECYKLÁCIA ODPADOV V JADROVEJ A VYRAĐOVACEJ SPOLOČNOSTI** *Kolektív*
- **LIDL A KAUFAND OBMEDZUJÚ POUŽÍVANIE A PREDAJ JEDNORAZOVÝCH PLASTOVÝCH VÝROBKOV A OBALOV** *Kolektív*

2. PREDPISY, DOKUMENTY, KOMENTÁRE

- **STANOVISKO VÝROBCOV K NÁVRHU SMERNICE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY O ZNIŽOVANÍ VPLYVU URČITÝCH PLASTOVÝCH VÝROBKOV NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE**
Mgr. Miroslav Jurkovič, Mgr. Lubomír Tuscher, JUDr. Martin Katriak, Mgr. Daniel Poturnay, Ing. Marian Pavelka
- **ENVIROREZORT PODPORÍ EURÓPSKY ZÁKAZ NIEKTORÝCH PLASTOVÝCH VÝROBKOV A ZAVEDIE ZÁLOHOVANIE PET FLIAŠ** *Kolektív*
- **ČO PRINESIE SPOPLATNENIE PET FLIAŠ?** *h. prof. Ing. František Mátel, CSc.*
- **ZÁLOHOVANIE PET FLIAŠ ZLEPŠUJE RECYKLÁCIU A ČISTÍ ŽIVOTNÉ PROSTREDIE** *Kolektív*
- **VLÁDA SCHVÁLILA LEX ŽITNÝ OSTROV, O ZÁKONE UPRAVUJÚCOM POPLATKY ZA SKLÁDKOVANIE BUDE ROKOVAŤ V AUGUSTE** *Kolektív*
- **ZÁKON O LESOCH MUSÍ SPRÍSNÍŤ PODMIENKY ŤAŽBY DREVA A ZOSÚLADIŤ LESNÉ HOSPODÁRSTVO SO ZÁKONOM O OCHRANE PRÍRODY** *Kolektív*
- **PREVÁDZKOVATEĽ ŽIADA O POVOLENIE ROZŠÍRENIA SKLÁDKY NEBEZPEČNÉHO ODPADU ZOHOR** *Kolektív*
- **OKRESNÝ ÚRAD TRENČÍN PORUŠIL ZÁKON PRI POVOLENÍ POUŽÍVANIA SKLÁDKOVANÝCH ODPADOV NA TERÉNNÉ ÚPRAVY V PARTIZÁNSKOM** *Kolektív*
- **SPORY V SÚVISLOSTI S ROZŠÍRENÍM SKLÁDKY TKO V HOLČÍKOVCIACH** *Kolektív*
- **OPRÁVNENÉ OBAVY, ŽE SANÁCIA VRAKUNSKEJ SKLÁDKY FORMOU ENKAPSULÁCIE NEBUDE STAČIŤ** *Kolektív*
- **KAUZA APLIKÁCIE KONTAMINOVANEJ ZEMINY PRI STAVBE DIALNICE** *Kolektív*
- **PETÍCIA PROTI FARME NA CHOV DOJNÍC V LEHOTE POD VTÁČNIKOM** *Kolektív*
- **KAUZA ZNEČISTENIA RIEKY NITRA** *Kolektív*
- **AKTIVISTI HĽADAJÚ ZDROJ ATRAŽÍNU NA ŽITNOM OSTROVE** *Kolektív*

3. SPEKTRUM

- **PREDAJŇA „ČAPOVANEJ“ DROGÉRIE ŠETRÍ ŽIVOTNÉ PROSTREDIE I PEŇAŽENKU ZÁKAZNÍKA**
PhDr. Angela Sviteková
- **ZRUŠENÍM KOŠOV PRI CHODNÍKOCH V OKOLÍ MORSKEHO OKA CHCE CHKO VIHORLAT PRINÚTIŤ NÁVŠTEVNÍKOV, ABY SEPAROVAĽI ODPAD** *Kolektív*
- **PROJEKT „CVIČÍME NA ZELENOM KOBERCI“ PRE DETI** *Kolektív*
- **V SYSTÉME TEPOR SA STAVIA Z NEPÁLENÝCH TEHIEL A OMIETA HLINOU** *Ing. Štefa Kuča*
- **V ĎALŠOM KOLE PROJEKTU ZELENÁ DOMÁCNOSTIAM BUDÚ PODPorenÉ LEN KOTLY NA BIOMASU** *Kolektív*
- **ODOVZDAJTE HLAS NIEKTORÉMU Z 12 FINALISTOV ANKETY STROM ROKA 2018** *Kolektív*
- **ZAUJÍMAVOSTI ZO ZAHRANIČIA** *Kolektív*



epos

ISSN 1335-7808



27

OBSAH

1. MINIMALIZÁCIA, ZHDNOCOVANIE A ZNEŠKODOVANIE

- **TVORBA A NAKLADANIE S KOMUNÁLNYM ODPADOM V EURÓPSKEJ ÚNII** 5
doc. Ing. Michal Striešk, Ing. Veronika Tkáčová
- **SLOVENSKO BY MALO VIAC SEPAROVAŤ, RECYKLOVAŤ A PREDCHÁDZAŤ VZNIKU ODPADOV** 9
Kolektív
- **RECYKLÁCIA VYRADENÝCH SVETELNÝCH ZDROJOV S OBSAHOM KRITICKÝCH SUROVÍN PRE EÚ: PREHĽAD TECHNOLOGIÍ** 10
Martina Laubertová, Tomáš Vindt, Jarmila Trpěevská, Nika Matejová
- **PROJEKT STREDISKA OBSLUŽNÝCH ĎINNOSTÍ NA SPRACOVANIE ODPADU V PRIEMYSELNOM PARKU NITRA – SEVER** 16
Kolektív
- **Z KOMUNÁLNEHO ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA** 17
Kolektív
- **K ODKANALIZOVANIU SLOVENSKÝCH MIEST A OBCÍ** 20
Kolektív
- **RIEŠENIE PROBLÉMU PSÍCH EXKREMENTOV POMOCOU PSÍCH TOALIET** 21
PhDr. Angela Sviteková
- **ZNEŠKODOVANIE A RECYKLÁCIA ODPADOV V JADROVEJ A VYRAĽ OVACEJ SPOLOČNOSTI** 22
Kolektív
- **LIDL A KAUFAND OBMEDZUJÚ POUŽÍVANIE A PREDAJ JEDNORAZOVÝCH PLASTOVÝCH VÝROBKOV A OBALOV** 23
Kolektív

2. PREDPISY, DOKUMENTY, KOMENTÁRE

- **STANOVISKO VÝROBČOV K NÁVRHU SMERNICE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY O ZNIŽOVANÍ VPLYVU URČITÝCH PLASTOVÝCH VÝROBKOV NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE** 24
Mgr. Miroslav Jurkovič, Mgr. Ľubomír Tuscher, JUDr. Martin Katriak, Mgr. Daniel Poturnay, Ing. Marian Pavelka
- **ENVIROREZORT PODPORÍ EURÓPSKY ZÁKAZ NIEKTORÝCH PLASTOVÝCH VÝROBKOV A ZAVEDIE ZÁLOHOVANIE PET FLIAŠ** 27
Kolektív
- **ĎO PRINESIE SPOPLATNENIE PET FLIAŠ?** 27
h. prof. Ing. František Máteľ, CSc.
- **ZÁLOHOVANIE PET FLIAŠ ZLEPŠUJE RECYKLÁCIU A ĎISTÍ ŽIVOTNÉ PROSTREDIE** 31
Kolektív
- **VLÁDA SCHVÁLILA LEX ŽITNÝ OSTROV, O ZÁKONE UPRAVUJÚCOM POPLATKY ZA SKLÁDKOVANIE BUDE ROKOVAŤ V AUGUSTE** 32
Kolektív
- **ZÁKON O LESOCH MUSÍ SPRÍSNIŤ PODMIENKY ŤAŽBY DREVA A ZOSÚLADIŤ LESNÉ HOSPODÁRSTVO SO ZÁKONOM O OCHRANE PRIRODY** 33
Kolektív
- **PREVÁDZKOVATEĽ ŽIADA O POVOLENIE ROZŠÍRENIA SKLÁDKY NEBEZPEČNÉHO ODPADU ZOHOR** 34
Kolektív
- **OKRESNÝ ÚRAD TRENČÍN PORUŠIL ZÁKON PRI POVOLENÍ POUŽÍVANIA SKLÁDKOVANÝCH ODPADOV NA TERÉNNE UPRAVY V PATRIZÁNSKOM** 35
Kolektív
- **SPORY V SÚVISLOSTI S ROZŠÍRENÍM SKLÁDKY TKO V HOLĎÍKOVCIACH** 35
Kolektív
- **OPRÁVNENÉ OBAVY, ŽE SANÁCIA VRAKUNSKÉJ SKLÁDKY FORMOU ENKAPSULÁCIE NEBUDE STAĎIŤ** 37
Kolektív
- **KAUZA APLIKÁCIE KONTAMINOVANEJ ZEMINY PRI STAVBE DIAĽNICE** 37
Kolektív
- **PETÍCIA PROTI FARME NA CHOV DOJNÍC V LEHOTE POD VTÁĽNIKOM** 38
Kolektív
- **KAUZA ZNEĎISTENIA RIEKY NITRA** 39
Kolektív
- **AKTIVISTI HĽADAJÚ ZDROJ ATRAZÍNU NA ŽITNOM OSTROVE** 41
Kolektív

3. SPEKTRUM

- **PREDAJÒA „ĎAPOVANEJ“ DROGÉRIE ŠETRÍ ŽIVOTNÉ PROSTREDIE I PEĽAŽENKU ZÁKAZNÍKA** 41
PhDr. Angela Sviteková
- **ZRUŠENÍM KOŠOV PRI CHODNÍKOCH V OKOLÍ MORSKÉHO OKA CHCE CHKO VIHORLAT PRINÚTIŤ NÁVŠTEVNÍKOV, ABY SEPAROVAĽI ODPAD** 42
Kolektív
- **PROJEKT „CVIEĽME NA ZELENOM KOBERCI“ PRE DETI** 43
Kolektív
- **V SYSTÉME TEPOR SA STAVIA Z NEPÁLENÝCH TEHIEL A OMIETA HLINOU** 43
Ing. Štefa KuĽa
- **VÍ ALŠOM KOLE PROJEKTU ZELENÁ DOMÁCNOSTIAM BUDÚ PODPORENÉ LEN KOTLY NA BIOMASU** 44
Kolektív
- **ODOVZDAJTE HLAS NIEKTORĽMU Z 12 FINALISTOV ANKETY STROM ROKA 2018** 45
Kolektív
- **ZAÚJÍMAVOSTI ZO ZAHRANIĽIA** 46
Kolektív

Tab. 2: Zoznam kolektívnych organizácií registrovaných v kategórii 5 Svetelné zdroje k 26.7.2018 zdroj: Ministerstvo životného prostredia SR

	Kolektívne organizácie
1	ASEKOL SK s.r.o.
2	ECO SYSTEM s.r.o.
3	E-cycling, s.r.o.
4	EKOLAMP Slovakia - Združenie výrobcov a distribútorov svetelnej techniky
5	ELEKOS
6	ELKOMIN - EEE Producer´s Association
7	ENVIDOM Združenie výrobcov elektrospotrebičov pre recykláciu
8	EnviLine, s.r.o.
9	ENVI-REK, a.s.
10	ESP Enviro Service s.r.o.
11	ETALUX – Združenie výrobcov a dodávateľov svetelnej techniky
12	Green Company s.r.o.
13	LIMIT RECYCLING SLOVAKIA, a.s.
14	NATUR-PACK, a.s.
15	NOWAS s.r.o.
16	RECCOLLECTION SYSTEM, s.r.o. (Poznámka: nie je uvedená kategória)
17	SEWA, a.s.
18	SLOVMAS, a.s.
19	ZEO Slovakia s.r.o.

- **teplotné** (žiarovky),
- **výbojové** (žiarivky a výbojky) a
- **elektroluminiscenčné** (známe ako LED žiarovky).

- **Lineárne žiarivky** (Straight fluorescent lamps – obr. 1) sú žiarivky s obsahom ortuti a luminofóru (alebo nízkotlakové ortuťové výbojky) s tlakom niekoľko milibarov, kde svetlo vzniká žiarením elektrického výboja. Patria sem nízkotlakové jednokolíkové a dvojkolíkové lineárne žiarivky (rôznych výkonov, tvarov, priemerov a dĺžok).



Obr. 1: Lineárne žiarivky

- **Kompaktné žiarivky** (Compact fluorescent lamps – obr. 2) sú žiarivky s obsahom ortuti a luminofóru s tlakom niekoľko milibarov, kde svetlo vzniká žiarením elektrického výboja. Patria sem nízkotlakové kompaktné žiarivky bez integrovaných predradníkov s kolíkovými päťciami rôznych dĺžok a rozličným počtom trubíc a nízkotlakové kompaktné žiarivky s integrovaným elektronickým predradníkom (rôznych výkonov, tvarov, priemerov a dĺžok).



Obr. 2: Kompaktné žiarivky

- **LED žiarovka** (Light-emitting diode lamp – obr. 3) sú polovodičové žiarovky s LED diódou ako zdrojom svetla, takže neobsahujú ortuť. V porovnaní s kompaktnou žiarivkou majú LED žiarovky vyššiu životnosť a efektívnosť, avšak náklady na ich výrobu sú vyššie.



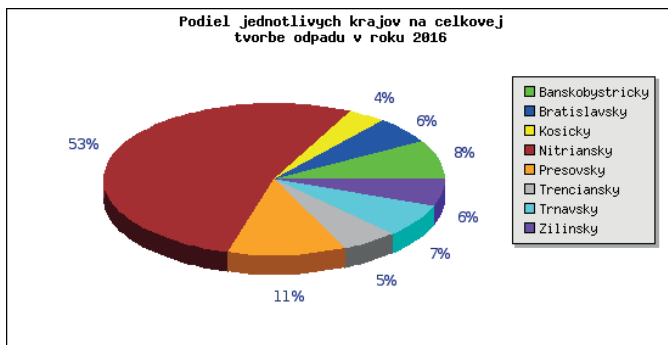
Obr. 3: LED žiarovky

2. ZBER VYRADENÝCH SVETELNÝCH ZDROJOV.

Vyradené svetelné zdroje patria medzi nebezpečný odpad. Ak sa pri nešetrnom zaobchádzaní rozbijú, ortuť a iné nebezpečné látky sa dostanú do ovzdušia – so škodlivými následkami na ľudské zdravie aj životné prostredie. Separovaný zber zabezpečí ich ekologické a profesionálne spracovanie.

- **Spätný zber zabezpečia obchodné miesta so svetelnou technikou a predajne, tzv. miesta spätného odberu.** Spotrebiteľ má možnosť bezplatne odovzdávať nefunkčné svetelné zdroje (žiarivky, LED žiarovky alebo výbojky) pri nákupe nových na výmennom základe kus za kus bez akéhokoľvek poplatku alebo inej služby. Odovzdávaný elektroodpad musí pochádzať z elektrozariadenia rovnakej kategórie a rovnakého funkčného určenia ako predávané elektrozariadenie. V prípade veľkého množstva elektroodpadu a elektroodpadu zo svetelných zdrojov je možné jeho bezplatné odovzdanie, a to bez povinnosti zakúpiť si nové elektrozariadenie.
- **Oddelený zber elektroodpadu je zber v členení podľa prílohy è. 6. zákona è. 79/2015 Z.z. Partnerské zberné dvory separovaného odpadu, tzv. miesta oddeleného zberu, prevádzkované obcami, mestami alebo špecializovanými spoločnosťami. Koneční spotrebiteľia tu môžu zadarmo odovzdávať nefunkčné osvetľovacie zariadenia bez akýchkoľvek podmienok a v akomkoľvek množstve.**

V tab. 2 je uvedený zoznam kolektívnych organizácií na Slovensku, ktoré sú registrované v kategórii 5 Svetelné zdroje. Na Slovensku v roku 2016 dosiahla produkcia odpadov skupiny 20 01 21 (Žiarivky a iný odpad obsahujúci ortuť) 78,52 t (obr. 4).



Obr. 4: Podiel jednotlivých krajov v SR podieľajúcich sa na tvorbe odpadov skupiny 20 01 21 v roku 2016 (zdroj: Enviroportal.com)

3. PRVKY VZÁCNÝCH ZEMÍN

Podľa oznámenia Komisie Európskemu parlamentu, Rade, Európskemu hospodárskemu a sociálnemu výboru regiónov o zozname surovín kritických pre EÚ z 13. 9. 2017 patria prvky vzácnych zemín medzi 27 kritických surovín z hľadiska ich dostupnosti v EÚ (tab. 3).

Medzi prvky vzácnych zemín patrí 14 prírodných prvkov s atómovými číslami od 57 (lantán) až po 71 (lutécium) a tiež syntetický prvok prométium. Vzhľadom na podobné vlastnosti sa k prvkom vzácnych zemín radí aj ytrium (tab. 4).

V roku 2009 dosiahla svetová spotreba prvkov vzácnych zemín v oxidickej forme 130 000 t, čo predstavuje (oproti minulým rokom) vzrast o približne 8 až 12 %.

Medzi najväčších producentov PVZ patrí Čína – až 90 % svetovej produkcie. Ďalšími významnými producentami sú Austrália a USA.

Prvky vzácnych zemín nachádzajú využitie v takzvaných zelených technológiách, napríklad v elektronike, hybridných vozidlách, generátoroch, magnetoch, NiMH batériách, veterných turbínach, katalyzátoroch, zliatinách, zobrazovacích a osvetľovacích technológiách, sklách, fluorescenčných lampách, akumulátoroch a špeciálnych magnetoch.

Využitie prvkov vzácnych zemín je teda pomerne široké, no hoci sa vo vyradených (nefunkčných) zariadeniach nachádza veľa rôznorodých odpadov, percentuálny podiel prvkov vzácnych zemín je relatívne malý, čo sťažuje ich efektívnu recykláciu.

V súčasnosti sa recykluje približne 8 % prvkov ťažkých vzácnych zemín a 3 % prvkov ľahkých vzácnych zemín.

Medzi najväčšie svetové spoločnosti recyklujúce odpady s obsahom PVZ patria Solvay vo Francúzku a Umicore v Belgicku.

K významným zdrojom PVZ patria okrem použitých (vyradených) akumulátorov a špeciálnych magnetov aj luminofóry zo zobrazovacích a osvetľovacích zariadení.

Podľa platnej legislatívy sa luminofór zaraďuje medzi nebezpečné odpady, a to kvôli obsahu ťažkých kovov. Tento odpad končí prevažne na skládkach, hoci má veľký ekonomický, environmentálny a sociálny potenciál vzhľadom na obsah PVZ.

Tab. 3: Prvky vzácnych zemín zdroje dodávok do EU a ich miera recyklácie

Suroviny	Hlavní svetoví producenti (priemer za roky 2010-2014)	Hlavní dovozcovia do EU (priemer za roky 2010-2014)	Zdroje dodávok do EU (priemer za roky 2010-2014)	Miera závislosti od dovozu	Indexy nahraditeľnosti EI/ SR	Miera recyklácie po skončení životnosti
Prvky ťažkých vzácnych zemín	Čína (95 %)	Čína (40 %) USA (34 %) Rusko (25 %)	Čína (40 %) USA (34 %) Rusko (25 %)	100 %	0,96/ 0,89	8 %
Prvky ľahkých vzácnych zemín	Čína (95 %)	Čína (40%) USA (34%) Rusko (25%)	Čína (40 %) USA (34 %) Rusko (25 %)	100 %	0,90/ 0,93	3 %

Tab. 4: PVZ a ich využitie

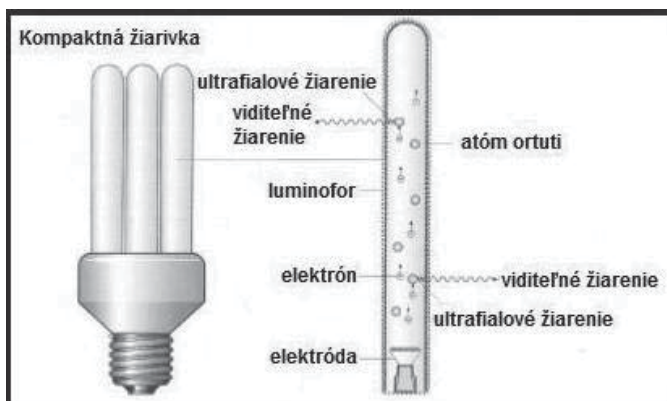
Názov prvku	Latinský názov - značka	Použitie
Cér	<i>Cerium-Ce</i>	Sklársky priemysel, keramika, katalyzátory
Ytrium	<i>Yttrium -Y</i>	Keramika, luminofóry, plazmové obrazovky, senzory na spotrebu paliva
Lantán	<i>Lanthanum-La</i>	Laserové kryštály, vodíkové batérie, luminofóry v röntgene
Prazeodým	<i>Praseodymium-Pr</i>	Keramika, telekomunikačné systémy
Neodým	<i>Neodymium -Nd</i>	Automobilový priemysel, lasery, farbenie skla, dielektriká, permanentné magnety
Prométium	<i>Promethium -Pm</i>	Beta radiácia, prenosné röntgeny, jadrové batérie
Samárium	<i>Samarium- Sm</i>	Lasery, elektronika, mikrovlnné technológie, permanentné magnety
Európium	<i>Europium -Eu</i>	Luminofóry, plazmové obrazovky, chirurgické použitie
Gadolínium	<i>Gadolinium -Gd</i>	Magnetická rezonancia, počítačová tomografia
Terbium	<i>Terbium -Tb</i>	Fluorescenčné lampy, luminofóry, magneticko-optické nahrávacie filmy
Dysprózium	<i>Dysprosium-Dy</i>	Automobilový priemysel, keramika, permanentné magnety
Holmium	<i>Holmium-Ho</i>	Magnetické polia, lasery pre mikrovlnné zariadenia
Erbium	<i>Erbium-Er</i>	Farbenie skla, zosilňovače v optických vláknach, medicínske lasery
Túlium	<i>Thulium-Tm</i>	Lasery, prenosné röntgeny, mikrovlnné technológie
Yterbium	<i>Ytterbium-Yb</i>	Optické vlákna, lasery, tepelné batérie
Lutécium	<i>Lutetium-Lu</i>	Luminofóry v röntgene

Tab.: 5 Prehľad cien vybraných PVZ (zdroj: kitko.com)

Prvky vzácnych zemín	25.júl 2018	
	Ponuka US\$/ kg	Dopyt US\$/ kg
Dysprózium oxid	189,3	236,6
Neódiium oxid	54,4	68,0
Prazeodým oxid	69,0	86,2
Európium oxid	69,20	86,5
Terbium oxid	479,0	598,8

Tab. 5 obsahuje prehľad prvkov vzácnych zemín k 25. júlu 2018. Aj napriek viacerým výskumným prácam zameraným na získanie PVZ z luminofórov sa doposiaľ nenašlo efektívne riešenie.

Funkčná schéma fluorescenčnej lampy (kompaktnej žiarivky) je znázornená na obr. 5.



Obr. 5: Popis kompaktnej žiarivky

Tvoria ju bezelektrodové indukčné zdroje, teda fluorescenčné lampy s indukčnými cievkami okolo časti trubíc. Vysokofrekvenčný prúd z regulátora indukuje v cievkach intenzívne magnetické pole, ktoré pôsobí na ortuťové ióny v trubici a vyvoláva ultrafialové žiarenie, ktoré luminofóry na stenách menia na svetlo vo viditeľnom spektre.

Obsah yttria sa vo fluorescenčných lampách pohybuje v rozmedzí od 2 do 5 %. Okrem toho obsahujú cca 15 % vápnika, kremík a ďalšie PVZ.

Fluorescenčná lampa je vo vnútri potiahnutá tenkou vrstvou luminofóru (trojfarebný fosfor). Fosfor absorbuje neviditeľnú UV energiu vyžarovanú interakciou ortuti (Hg) a elektrónov a premieňa ju na viditeľné svetlo.

Vo všeobecnosti možno trojfarebný fosfor rozdeliť do štyroch kategórií – na systémy s fosfátom, hlinitanom, boritanom a silikátom – ich molekulárne vzorce sú uvedené v tab. 6.

Boritánový a kremičitanový systém nebol vyvinutý úplne. Fosfátové a hlinitanové systémy sa zvyčajne používajú samostatne, no môžu sa aplikovať aj v zmiešanej forme. Hlinitanový systém sa postupne stal najrozšírenejším na svete vďaka nesporným výhodám: anti-ultrafialovému starnutiu, vysokej stabilite pri vysokej teplote, vysokej intenzite ultrafialového žiarenia a vysokej svetelnej účinnosti.

Trojfarebný fosfor v štandardných fluorescenčných lampách zvyčajne tvorí:

- 55 % červeného fosforu,
- 35 % zeleného fosforu a
- 15 % modrého fosforu.

Tab. 6: Rozdiely v molekulárnom vzorci trojfarebného fosforu

Fosfor	Èervený	Zelený	Modrý
Fosfátový systém	$Y_2O_2:Eu^{3+}$	$LaPO_4:Ce^{3+}$	$(Ba, Sr, Ca)_5(PO_4)_3Cl:Eu^{2+}$
Hlinitánový systém	$Y_2O_2:Eu^{3+}$	$CeMgAl_{11}O_{19}:Tb^{3+}$	$BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$
Boritánový systém	$Y_2O_2:Eu^{3+}$	$GdMgB_5O_{10}:Ce^{3+}, Tb^{3+}$	$Ca_2B_5Cl:Eu^{2+}$
Silikátový systém	$Y_2O_2:Eu^{3+}$	$Y_2SiO_3:Ce^{3+}, Tb^{3+}$	$BaZrSi_3O_9:Eu^{2+}$

Žiarivky na konci životnosti sa zhromažďujú, demontujú a následne sa drví. Získaná drvína obsahuje nielen trojfarebný fosfor, ale aj frakcie skla, prachu a malé množstvo ortuti, kvôli ktorej musia byť umiestnené na špeciálnych skládkach.

4. MOŽNOSTI ÚPRAVY A SPRACOVANIA VYRADENÝCH FLUORESCENĚNÝCH LÁMP

Spoločnosť ELEKTRO RECYCLING, s.r.o., Slovenská Ľupča, ktorá pôsobí v oblasti nakladania s ostatným a s nebezpečným odpadom, prevádzkuje recyklačnú technológiu na spracovanie osvetľovacích zariadení a svetelných zdrojov (žiarivky, výbojky). Kompaktná drvíaca a separačná linka spracováva fluorescenčné trubice rôznych dĺžok a tvarov, kompaktné fluorescenčné lampy a 2D lampy.

Technologický postup pozostáva zo:

- *sitovania/separácie skla a kovových frakcií,*
- *triedenia Fe a Al a*
- *plnenia fluorescenčného prachu do sudov.*

Výstupom je:

- *sklená frakcia,*
- *plastové/kovové zakončenia,*
- *fluorescenčný prach určený na ě ďalšie spracovanie v destilátore ortuti a*
- *železné a neželezné kovy.*

Na obr. 6 je znázornená schéma typického procesu recyklácie fluorescenčných lamp. Fluorescenčné lampy sa najprv podrobia sérii fyzikálnych procesov, pri ktorých sa podrvia a vytriedia na jednotlivé frakcie: luminofór, hliník, sklo a ortuť. Luminofóry sú následne spracovávané v sérii chemických procesov (alkalická fúzia, kyslé lúhovanie, extrakcia...).

V prvom kroku recyklácie sa odrežú hliníkové uzávery na oboch koncoch trubíc a fluorescenčný prášok obsahujúci ortuť je z nich vyfukovaný pod vysokým tlakom. Ortuť sa získava destiláciou – prášok sa zahrieva a ortuťové pary sa zachytávajú v kondenzátoroch.

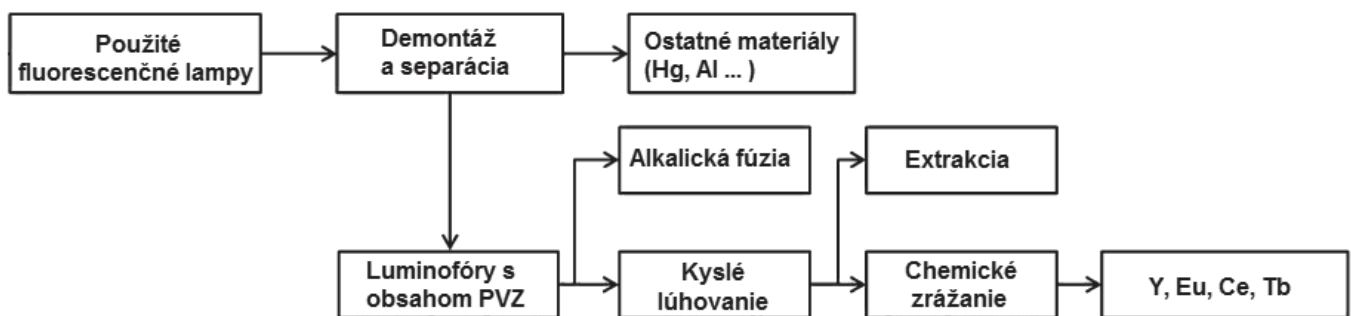
Hliníkové uzávery sa môžu rozdrviť, aby sa z nich získali kovy. Aj ostatné nekovové materiály možno zhodnotiť (napríklad ako prísady do stavebných materiálov – obr. 7).

Vo vývojovom diagrame na obr. 8 je znázornený kombinovaný proces spracovania fluorescenčných lamp. Táto metóda sa vyznačuje rýchlou extrakciou a vysokou čistotou európie a yttria. Hliníkové kryty na oboch koncoch sklenenej trubice sa odstránia v alkalickej vode, čím sa zabráni pretečeniu ortuti. Fluorescenčný prášok sa vyberie pomocou rotačnej kefy, na koncentruje sa a štiepi v kyseline.

Európium a síran ytřitý sa po pridaní draselného tiokyanátového ěnidla premenia na tiokyanatan. Vápnik sa z lúhovacieho média odstráni vyžrážaním na oxalát. Európium a ytriumtiokyanát sa rozpustia v organickom rozpúšťadle, z ktorého sa extrahujú pomocou TBP (tributylfosfát) v kyseline dusičnej ako dusičnanová so₄

Dusičnan európie sa od dusičnanu ytřitého oddelí po rozpustení v etylalkohole. Po zvýšení teploty na 850 °C a 1575 °C sa dusičnany redukujú (za pomoci plynného vodíka) na európium a ytrium.

Jednotlivé frakcie (sklo, kovové konce alebo ortuť) sa pomerne ľahko recyklujú. Problémom je však fluorescenčný prach s obsahom luminofóru, ktorý sa v súčasnosti ukladá na skládky nebezpečného odpadu, pretože obsahuje ťažké kovy. V súčasnosti sa vyvíjajú viaceré alternatívne metódy pre jeho ě ďalšie zhodnotenie (recykláciu). Ako vhodná alternatíva sa javí hydrometalurgické spracovanie za použitia mikrovlnného ohrevu, ktoré má rad výhod.



Obr. 6: Typický proces recyklácie florescenčných lamp

Poř akovanie:

Táto práca vznikla v rámci riešenia grantu VEGA MŠ SR 1/0442/17 a VEGA MŠ SR 1/0631/17 za ich finančnej podpory. Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy è. APVV-14-0591.

Literatúra:

- [1] Systém zberu. [Online]. 2018 [cit: 25.07.2018]. Dostupné na internete: <http://ekolamp.sk/zber-osvetlovacich-zariadeni/>
- [2] Zákon è. 79/2015 Z.z. Zákon o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- [3] Vyhláška MŽP SR è.365/2015 Z.z., ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov
- [4] Druhy Hospodárenie s odpadmi: [Online]. 2016. [cit: 10.10.2016]. Dostupné na internete: <<http://panenka.sk/hospodarenie-s-odpadmi/?s=2>>
- [5] Kompaktná drviaca separačná linka: [Online]. 2018 [cit: 25.07.2018]. Dostupné na internete: <http://www.elektrorecycling.sk/technologie/ziarivky-ziarovky-vybojky/destilator-ortuti.html>
- [6] Vyhláška è. 373/2015 Z. z. - Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky o rozšírenej zodpovednosti výrobcov vyhradených výrobkov a o nakladaní s vyhradenými prúdmi odpadov
- [7] Enviroportál: Informačné systémy [online]. 2016. [cit. 11.07.2018]. Dostupné na internete:< <https://www.enviroportal.sk/informacny-system-zp/informacne-systemy-1/is-odpady> >
- [8] Kochmanová, A; Miškuřová, A; Palenář M.: Výskyt prvkov vzácnych zemín vo svetelných zdrojoch a možnosti ich recyklácie IN: Odpady. roè 14, 2014, è. 15. s. 3-11
- [9] RAMCAS: Bezelektřódové indukèné svietidlá: [Online]. 2012. [cit: 10.10.2016]. Dostupné na internete:< <http://ramcas.sk/indukcne-osvetlenie/trocha-teorie.html>>
- [10] DOCPLAYER: Ekologické svietenie. Fakulta prírodných vied. Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici . Katedra Fyziky. Bezelektřódové indukèné svietidlá: [Online]. 2018. [cit: 28.3.2018]. Dostupné na internete:< <http://docplayer.cz/70043688-Ekologicke-svietenie-fakulta-prirodných-vied-univerzity-mateja-bela-v-banskej-bystrici-katedra-fyziky.html> >
- [11] Report on critical raw materias for the EU. Report of the Ad hoc Working Group on defining critical raw materials May 2014. [citované 05.01.2017] [dostupné na internete] <http://www.catalysiscluster.eu/wp/wp-content/uploads/2015/05/2014_Critical-raw-materials-for-the-EU-2014.pdf>
- [12] Yufeng Wu, Xiaofei Yin a kol. : The recycling of rare earths from waste tricolor phosphors in fluorescent lamps: A review of processes and Technologies. In: Resources, Conservation and Recycling. Volume 88, July 2014, s. 21-31. ISSN: 0921-3449
- [13] Seung-Whee, Hyo-Hyun a kol. : Characteristics of mercury emission from linear type of spent fluorescent lamp: In: Waste Management Volume 34, Issue 6, June 2014, Pages 1066-1071
- [14] Kochmanova: Význam prvkov vzácnych zemín a možnosti ich získavania z použitých batérií: [Online]. 2009. [cit: 10.10.2016]. Dostupné na internete: <http://www.censo.sk/clanky/RPPBA%20Kochmanova.pdf>
- [15] Kochmanová, A; Miškuřová, A; Palenář M.: Spracovanie odpadov s obsahom prvkov vzácnych zemín.. In: WASTE – Secondary Raw Materials 5, 04 – 07 June 2013, Liptovsky Jan, Slovakia
- [16] Kochmanová, A; Miškuřová, A: Leaching of yttrium, europium and accompanying elements from phosphor coatings. In: Hydrometallurgy (2018)
- [17] V.Innocenzi a kol. : Recovery of yttrium from cathode ray tubes and lamps' fluorescent powders: experimental results and economic simulation. In: Waste Management. Volume 33, Issue 11, November 2013, Pages 2390-2396
- [18] Matejová, N.: Využitie mikrovlnného žiarenia pri hydrometalurgickom spracovaní odpadov s obsahom prvkov vzácnych zemín. Diplomová práca. Technická univerzita v Košiciach. 2018. s. 62
- [19] Pancaková, D.: Možnosti recyklácie LED svetelnej techniky. Bakalárska práca, Technická univerzita v Košiciach. 2018 s. 45