

1. MINIMALIZÁCIA, ZHODNOCOVANIE A ZNEŠKODŇOVANIE

- **PILOTNÍ PROJEKT II: VYUŽITÍ ŽLUTÝCH VOD – RODINNÝ DŮM (ČÁST 3)** Ing. Tatiana Miřková, Ph.D.
- **DENTÁLNE ODPADY S OBSAHOM KOVŮ A ICH RECYKLÁCIA DENTAL METAL WASTES AND THEIR RECYCLING** Zita Takáčová, Martin Hlavna, Tomáš Vindt
- **ČEŠI SE ZLEPŠILI V TRÍDĚNÍ STARÝCH SPOTŘEBIČŮ (KAŽDÝ ČECH PRŮMĚRNĚ ODEVZDAL 1,62 KG ELEKTRA)** Šimon Slavík
- **UKAZUJE SA, ŽE EXISTUJÚ RIEŠENIA PRE BIOLOGICKÉ ODPADY** PhDr. Angela Sviteková
- **PROJEKT LIKVIDÁCIE SKLÁDKY V ISTEBNOM** Kolektív
- **DO ZBERU A RECYKLÁCIE ELEKTROODPADU SA V RÁMCI PROJEKTU „ČISTÍME SLOVENSKO“ ZAPOJILLO VIAC AKO 3500 DOMÁCNOSTÍ** Zuzana Šimová
- **KOMUNÁLNE KOMPOSTOVANIE** Kolektív
- **Z KOMUNÁLNEHO ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA** Kolektív
- **NEPLATIČI IM PRIDÁVAJÚ STAROSTI** PhDr. Angela Sviteková
- **KAUZA „STOJÍSK NA ODPAD“ VO VRANOVE NAD TOPLŤOU** Kolektív
- **PROJEKT SPLYŇOVACEJ ELEKTRÁRNE V PEZINKU NARÁŽA NA NESÚHLAS ZAJAINTERESOVANÝCH** Kolektív

2. PREDPISY, DOKUMENTY, KOMENTÁRE

- **EKODIZAJN – PROSTRIEDOK OCHRANY ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA** Ing. Anna Darnadyová
- **ČO NOVÝ ZÁKON O ODPADOCH ASI NEPRINESIE** h. prof. Ing. František Máteľ, CSc.
- **NOVÝ ZÁKON O ODPADOCH JE V DRUHOM ČÍTANÍ** Kolektív
- **RIZIKO VZNIKU MONOPOLU PRI SPRACOVANÍ DRUHOTNÝCH SUROVÍN NA ZÁKLADE NOVÉHO ZÁKONA** Kolektív
- **VLÁDA POSUNULA NOVÝ ZÁKON O PREVENCII ZÁVAŽNÝCH PRIEMYSELNÝCH HAVÁRIÍ DO PARLAMENTU** Kolektív
- **SLOVENSKO A MAĎARSKO ZOSÚLADIA POSTUPY PRI CEZHRAŇICNEJ PREPRAVE ODPADU** Kolektív
- **NÁVRH NOVÉHO BALÍČKA OBEHOVÉHO HOSPODÁRSTVA (CIRCULAR ECONOMY PACKAGE)** RNDr. Alexandra Grgulová
- **INFORMÁCIA O PRIEBEHU A VÝSLEDKOV 20. KONFERENCIE ZMLUVNÝCH STRÁN RÁMCOVÉHO DOHOVORU OSN O ZMENE KLÍMY A 10. ZASADNUTIA ZMLUVNÝCH STRÁN KJÓTSKEHO PROTOKOLU (LIMA, PERU, 1. - 12. DECEMBER 2014)**
- **NOVÁ KAUA – SKLÁDKA TOXICKÉHO ODPADU VO VRAKUNI** Kolektív

3. SPEKTRUM

- **ENVIROSÚŤAŽE PRE DETI** Kolektív
- **VYHLÁSENIE VIŤAZOV ŠTVRTÉHO ROČNÍKA SÚŤAŽE „3 Z – ZNIŽUJ, ZNOVUPOUŽÍVAJ, ZRECYKLUJ“** Kolektív
- **NADÁCIA EKOPOLIS VYHLÁSILA PIATY ROČNÍK PROGRAMU „POHODA ZA MESTOM“** Kolektív
- **KAŽDÁ PIATA KONTROLA SIŽP VLANI ODHALILA NEDOSTATKY V OCHRANE PRÍRODY** Kolektív
- **PATENT NA EKOLOGICKÝ SYSTÉM STROPNÉHO VYKUROVANIA A CHLADENIA** Kolektív
- **HLAVNOU TÉMOU SVETOVÉHO DŇA BEZ MOBILU JE ŽIVOTNÉ PROSTREDIE** Kolektív
- **DISKUSIE O DOPLNENÍ NATURY 2000 O NOVÉ LOKALITY** Kolektív
- **INFORMÁCIE ZO ZAHRANIČIA** Kolektív



epos

ISSN 1335-7808



9 771335 780004

85

Zita Takáčová^{*)}, Martin Hlavna^{*)}, Tomáš Vindt^{*)}

DENTÁLNE ODPADY S OBSAHOM KOVOV A ICH RECYKLÁCIA

DENTAL METAL WASTES AND THEIR RECYCLING

ABSTRAKT

Práca je zameraná na charakterizáciu dentálnych odpadov s obsahom kovov, ktoré vznikajú priamo v zubných ambulanciách. V práci sa popisuje najmä dentálny odpadový amalgám, jeho charakter, produkcia a zloženie. Ďalej sa v práci uvádzajú metódy nakladania s dentálnym odpadom v súlade s platnou legislatívou, popisujú sa princípy zberu a zhromažďovania dentálneho amalgámového odpadu, ktoré vychádzajú z jeho nebezpečného charakteru. Tiež sa v práci uvádza postup recyklácie dentálneho amalgámového odpadu, pričom sa dôraz kladie na získavanie ortuti a striebra. Celý postup nakladania s dentálnym odpadom je zhrnutý v blokovej schéme.

Kľúčové slová: Dentálny odpad, amalgám, ortuť, striebro, recyklácia, destilácia

ÚVOD

Dentálne tuhé odpady vznikajú v stomatologických ambulanciách a klinikách pri odbornej starostlivosti o chrup. Z environmentálneho hľadiska je najproblematickejším amalgámový odpad, ktorý obsahuje ortuť a podľa Katalógu odpadov sa zatrieduje ako nebezpečný odpad s katalógovým číslom 18 01 10 [1].

Amalgám je zliatina ortuti s iným kovom, ktorá sa používa ako výplňový materiál v zubnom lekárstve. Základné zložky amalgámu podľa hmotnosti sú: ortuť (42-52) %, striebro (20-34) %, cín (8-15) %, meď (1-15) %, iné kovy (0-5) % [2].

Ortuť je kov, ktorý sa ako jediný vyskytuje v kvapalnom stave za normálnych teplôt a jej výpary sú prudko toxické. Postihuje nervovú sústavu, môže spôsobovať problémy dýchacieho ústrojenstva, stratu chuti do jedla a pod. Amalgámová výplň patrí v zubnom lekárstve medzi tradičné výplňové materiály. Ortuť tvorí základ amalgámu a zabezpečuje plasticitu amalgámu pri jeho príprave, ako i pri nanášaní do dutiny. V snahe predísť emisiám ortuti do životného prostredia sa amalgámy vyrábajú a distribuujú v ochranných obaloch pre lepšie zabezpečenie [3].

Striebro je druhou hlavnou zložkou dentálneho amalgámu. Jeho prítomnosť je nevyhnutná pre adekvátnu pevnosť a tuhosť. Ďalej zabezpečuje chemickú odolnosť amalgámu a má priaznivý vplyv na jeho objemové zmeny [4].

Striebro sa spolu so zlatom a platinou používa v stomatologickej praxi aj na výrobu kovových konštrukcií zubných náhrad – mostíkov, koruniek, zubných protéz a pod. K ich výrobe

sa v modernom zubnom lekárstve používajú výhradne vysoko ušľachtilé kovové zliatiny, ktoré vďaka svojim vlastnostiam odolávajú záťaži v agresívnom prostredí úst a sú zdravotne neškodné. Vlastnosti kovovej zliatiny, z ktorej je vyrobená konštrukcia, v určitej miere ovplyvňujú celkové vlastnosti zubnej náhrady [5].

Dentálny odpad s obsahom kovov zo stomatologických ambulancií možno rozdeliť na:

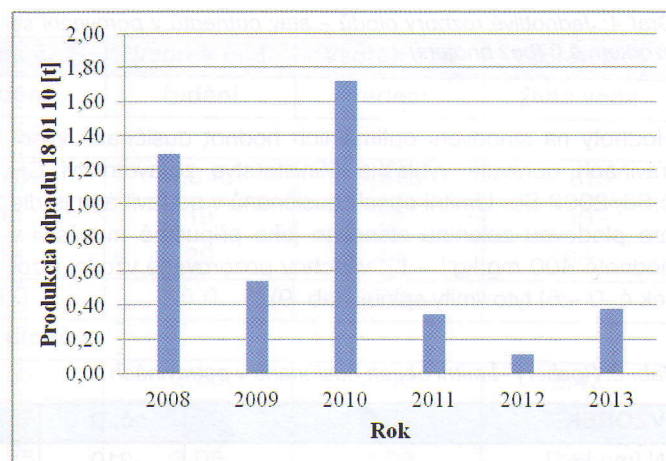
- nebezpečný, ktorý obsahuje amalgám, a
- ostatný.

Medzi amalgámový odpad možno zaradiť :

- zvyšky suchého alebo mokrého amalgámu nevyužitého vo výplniach,
- kontaminovaný amalgámový odpad (extrahované zuby, amalgám v hrubých filtroch, sifónoch a pod.),
- amalgámový odpad zo separátorov amalgámu,
- prázdne amalgámové kapsule.

Medzi ostatný odpad patria odstránené zubné korunky, implantáty, mostíky, fazety alebo protézy.

Produkcia amalgámového odpadu má z roka na rok skôr klesajúcu tendenciu. Ročne vznikne na Slovensku 0,11 až 1,72 ton dentálneho amalgámového odpadu (od roku 2008 po súčasnosť) [6]. Vývoj produkcie amalgámového odpadu v jednotlivých rokoch je znázornený na obr. 1.



Obr. 1: Produkcia dentálneho amalgámového odpadu v rokoch 2008-2013 na Slovensku [6].

Z celkového množstva vzniknutého dentálneho amalgámového odpadu sa zhodnocuje približne 54 % (prednostne sa po-

^{*)} Katedra neželezných kovov a spracovania odpadov, Hutnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 04002 Košice, e-mail: zita.takacova@tuke.sk

Tab. 1: Množstvo zhodnoteného a zneškodneného amalgámového odpadu v rokoch 2008-2012 v tonách [7].

Spôsoby nakladania s odpadom	2008	2009	2010	2011	2012
Materiálové zhodnocovanie	0,11	0,25	0,64	0,25	0,04
Ostatné zhodnocovanie	0,00	0,11	1,03	0,11	0,02
Zneškodňovanie skládkovaním	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02
Ostatné zneškodňovanie ostatné	1,12	0,04	0,01	0,04	0,01
Iný spôsob nakladania	0,03	0,00	/	0,00	/
SPOLU	1,30	0,54	1,72	0,42	0,11

užíva postup R4 - Recyklácia alebo spätné získavanie kovov a kovových zlúčenín) a 46 % sa zneškodňuje skládkovaním [7]. Spôsoby nakladania s amalgámovým odpadom od roku 2008 do roku 2012 sú uvedené v tab. 1.

Cieľom práce je popísať metódy a princípy nakladania s dentálnym odpadom v súlade s platnou legislatívou, ktoré zahŕňujú zber, prepravu, zhodnocovanie prípadne zneškodňovanie odpadu. Zámerom je priblížiť najmä nakladanie s amalgámovým odpadom vznikajúcim v zubných ambulanciách, ktorý obsahuje nebezpečný ťažký kov ortuť, ale aj ušľachtilý kov striebro, prípadne ďalšie kovy, ktorých recyklácia je dôležitá nielen z environmentálneho, ale aj ekonomického hľadiska.

1. NAKLADANIE S DENTÁLNYM ODPADOM

1.1. SEPARÁCIA A ZBER AMALGÁMOVÉHO ODPADU

Stomatológovi ako producentovi dentálneho odpadu sa ukladá povinnosť zabezpečiť zber, odvoz a likvidáciu vzniknutého dentálneho odpadu. Podľa platnej legislatívy za odpad zodpovedá pôvodca odpadu až do jeho zneškodnenia alebo iného využitia, pokiaľ odpad likviduje sám, alebo do okamihu jeho odovzdania oprávnenej právnickej alebo fyzickej osobe [4].

Prebytok nespotrebovanej ortuťi a amalgámu by sa mal zhromažďovať a ukladať do hermeticky uzavretých boxov. Pre zachytávanie dentálneho amalgámového odpadu, ktorý vzniká pri vŕtaní zubov a končí v pluvadle alebo odsávaní, sa musia používať separátory amalgámu, aby sa tak predišlo znečisteniu odpadových vôd. Amalgámové separátory majú za úlohu čo najúčinnšie odstrániť dentálny amalgám z odpadovej vody a znížiť tak emisie ortuťi do mestského systému odpadových vôd [7].

Legislatíva EÚ vyžaduje v zubných ambulanciách inštaláciu amalgámových separátorov s efektívnosťou čistenia vyššou ako 95 % [8]. Podľa princípu činnosti možno separátory rozdeliť na [4, 7, 8]:

- centrifugačný,
- sedimentačný,
- filtračný a
- kombinovaný.

Toto rozdelenie platí pre všetky separátory integrované do stomatologickej súpravy, jednotlivito voľne inštalované a pre centrálné riešenie pre viac pracovných miest. Niekedy sa môžu vyskytovať aj dva do série zapojené separátory, keď sa zvýši účinnosť separácie.

Použitie centrifugačných separátorov je najbežnejšia a zatiaľ pravdepodobne aj najlepšia možnosť odlúčenia amalgámu z odpadovej vody. Zväčša dvojnásobným odstredenie sa z vody (z pluvadla i odsávania) odstráni ľahšie organické a anorganické nečistoty a v kontajneri prístroja zostane hustý kal.

Sedimentačné separátory pracujú na podobnom princípe ako zariadenia na úpravu vody. Na guľôčkach z keramiky alebo skla sa zachytávajú všetky nečistoty organického, ako aj anorganického pôvodu. Tým sa priestory medzi guľôčkami naplňujú, čo negatívne ovplyvňuje prietokový kanálik, ktorý slúži len na prietok kvapaliny. Vo väčšine európskych krajín sa tento systém nepoužíva.

Na obr. 2 je znázornený separátor amalgámu inštalovaný priamo v zubnej ambulancii.



Obr. 2: Amalgámový separátor

Tab. 2: Vývoz a dovoz amalgámového odpadu na Slovensku v rámci EÚ v rokoch 2008-2012 [7].

Rok	Vývozca	Prijemca	Činnosť zhodnotenia	Prepravené množstvo [t]
2008	ISG / DRS s.r.o. Trenčín	Metalchem/DRS b.v., Zuidbroek, Holandsko	R4	0,416
	Van Gansewinkel, a.s. Modřice, Česká republika	ISG / DRS s.r.o. Trenčín	R4, R13	0,026
2009	Safina Slovakia, s.r.o. Bratislava, prevádzka Žilina	SAFINA, a.s., Vestec, Česká republika	R4	0,430
	Van Gansewinkel, a.s. Modřice, Česká republika	ISG / DRS s.r.o. Trenčín	R4, R13	0,147
2010	Safina Slovakia, s.r.o. Bratislava, prevádzka Žilina	SAFINA, a.s., Vestec, Česká republika	R4	0,198
2010	ISG / DRS s.r.o. Trenčín	Metalchem/DRS b.v., Zuidbroek, Holandsko	R4	0,250
2012	Safina Slovakia, s.r.o. Bratislava, prevádzka Žilina	SAFINA, a.s., Vestec, Česká republika	R4	0,495

Na zber, zvoz a likvidáciu amalgámového odpadu je oprávnená len spoločnosť s príslušným povolením okresných a krajských úradov životného prostredia, ktorá je vo zmluvnom vzťahu s poskytovateľom zdravotnej starostlivosti [2].

Na Slovensku sa zhodnocovaním amalgámového odpadu z dentálnej starostlivosti zaoberá spoločnosťou ISG / DRS, s.r.o., Trenčianske Bohuslavice. Do prevádzkových priestorov spoločnosti sa amalgámový odpad dostáva vo forme amalgámového kalu v hermeticky uzatvorených separátoroch amalgámu zo stomatologických zariadení. Amalgámový kal sa prečisťuje dezinfekčným prípravkom, následne sa zhromažďuje v uzatvorených plastových nádobách a odosiela sa na 100 % zhodnotenie zmluvnému partnerovi do Holandska. Od roku 2010 má spoločnosť súhlasné stanovisko EIA (Environmental Impact Assessment) od MŽP SR na činnosti „Zhodnocovanie amalgámového odpadu z dentálnej starostlivosti“ a „Zber a nakladanie s nebezpečnými odpadmi“ [7].

Pre tento druh odpadu bol na Slovensku evidovaný vývoz aj dovoz v rámci EÚ, ako je uvedené v tab. 2.

Z uvedeného vyplýva, že na Slovensku sa amalgámový odpad priamo nespracováva a spoločnosti oprávnené nakladať s dentálnym odpadom ho odovzdávajú na recykláciu zahraničným spoločnostiam na základe dodávateľsko-odberateľských vzťahov.

1.2. RECYKLÁCIA AMALGÁMOVÉHO ODPADU

V zahraničí existuje viacero spoločností, ktoré sa venujú recyklácii dentálneho amalgámového odpadu. Recyklácia prebieha spolu s inými odpadmi na báze ortuti, ktorými sú fluorescenčné prášky z lúčok, elektrochemické články, vypínače, usmerňovače, katalyzátory a pod. Základný postup pri recyklácii dentálneho amalgámu je destilácia ortuti, pri ktorej sa využíva jej nízka teplota varu (357 °C). Na zachytenie pár ortuti sa používajú sériovo zapojené filtre a na skvapalnenie vysoko účinný kondenzátor, pričom systém je hermeticky uzavretý [9].

Ostatné prítomné kovy ostávajú vo výpražku, odkiaľ sa následne získavajú hydrometalurgicky, pyrometalurgicky alebo kombináciou týchto metód. Hydrometalurgicky možno získať striebro lúhovaním výpražku po destilácii ortuti v kyseline dusičnej za vzniku výluhu s obsahom AgNO_3 . Striebro sa z roztoku získa zrážaním za pomoci NaCl za vzniku AgCl , ktorý sa redukciou prevedie na Ag^0 [10].

Destiláciou ortuti spracovávajú amalgámový odpad spoločnosti ELR (Veľká Británia), Medentex (Nemecko), MRT System (Švédsko) a pod. [11, 12, 13].

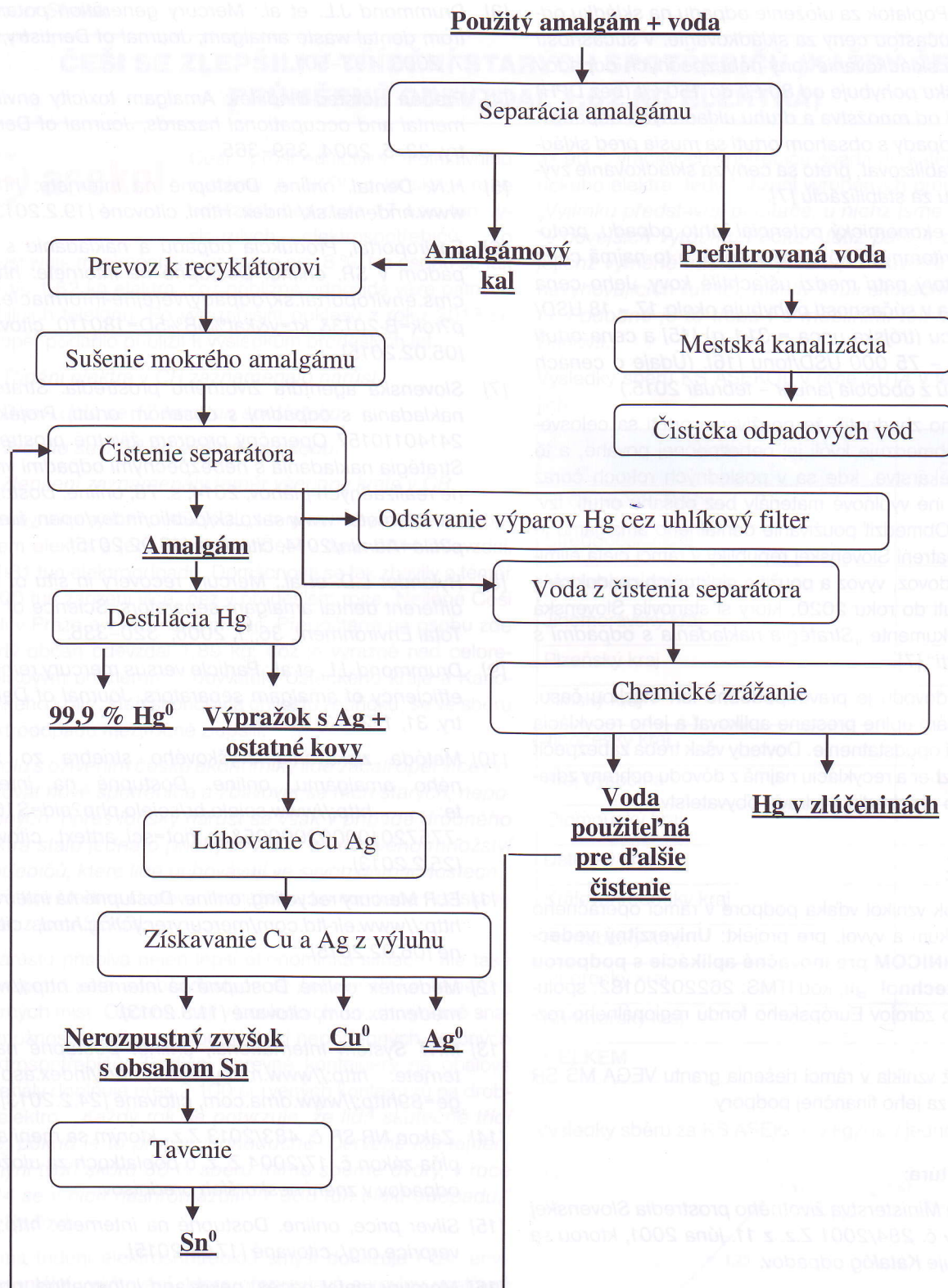
Na základe dostupných informácií sa načrtla všeobecná bloková schéma (obr. 3), ktorá znázorňuje možný postup komplexného spracovania dentálneho amalgámového odpadu za účelom získania ortuti, striebra a ďalších prítomných kovov.

ZÁVER

V práci sa pojednáva o dentálnych odpadoch s obsahom kovov a možnostiach ich recyklácie. Je to najmä odpadový dentálny amalgám, v ktorom je prítomná ortuť, striebro a ďalšie kovy v minoritnom zastúpení, ako je cín a meď. Prítomnosť toxikkej ortuti a vysoký obsah striebra v amalgáme (20-34 %) sú hlavné dôvody, prečo sa amalgámový odpad v podobe použitých kapsúl, nevyužitých zvyškov amalgámu, vyvrátených plomb a pod. má/musi recyklovať.

Separácia odpadového amalgámu v ambulanciách, teda priamo pri zdroji vzniku odpadu v zubárskom kresle, sa zabezpečuje pomocou separátorov, ktorých účinnosť musí byť podľa predpisov Európskej únie minimálne 95 %. Po zozbieraní sa amalgámový odpad spracováva prevažne v spoločnostiach, ktoré sa venujú recyklácii rôznych odpadov s obsahom ortuti. Na získavanie ortuti z použitého amalgámu sa využíva jednoduchý postup, ktorým sa ortuť vyrába aj z primárnych surovín, a to je destilácia.

Na získavanie striebra a ďalších prítomných kovov sa využívajú prevažne hydrometalurgické, prípadne kombinované postupy.



Obr. 3: Všeobecná bloková schéma nakladania s dentálnym amalgámovým odpadom

Zhodnocovať amalgámový odpad recykláciou je dôležité z viacerých dôvodov:

1. Eliminuje sa možnosť znečisťovania životného prostredia ortuťou jej nežiaducim uvoľňovaním zo skládkovacieho odpadu.

2. Šetria sa náklady na skládkovanie nebezpečného odpadu. Poplatky za ukladanie odpadov na skládky odpadov ustanovuje zákon NR SR č. 17/2004 Z. z. o poplatkoch za uloženie odpadov. Na základe požiadaviek tohto zákona a jeho noviel sa platí poplatok 33,19 € za 1 tonu uložených nebezpečných odpadov s obsahom

ortuti [14]. Poplatok za uloženie odpadu na skládku odpadov je súčasťou ceny za skládkovanie. V súčasnosti sa cena za skládkovanie tony nebezpečných odpadov na Slovensku pohybuje od 80 €/t do 150 €/t (bez DPH) v závislosti od množstva a druhu ukladaných odpadov. Niektoré odpady s obsahom ortuti sa musia pred skládovaním stabilizovať, preto sa ceny za skládkovanie zvyšujú o cenu za stabilizáciu [7].

3. Využije sa ekonomický potenciál tohto odpadu, pretože cena prítomných kovov je vysoká, a to najmä cena striebra, ktorý patrí medzi ušľachtilé kovy. Jeho cena na burze sa v súčasnosti pohybuje okolo 17 – 18 USD/trójsku uncu (trójska unca = 31,1 g) [15] a cena ortuti je 58 000 – 75 000 USD/tonu [16]. (Údaje o cenách pochádzajú z obdobia január – február 2015.)

Na záver možno zhodnotiť, že používanie ortuti sa celosvetovo výrazne obmedzuje kvôli jej nebezpečnej povahe, a to aj v zubnom lekárstve, kde sa v posledných rokoch čoraz viac používajú iné výplňové materiály bez obsahu ortuti, tzv. biele plomby. Obmedziť používanie dentálneho amalgámu je aj jedným z opatrení Slovenskej republiky v rámci cieľa eliminovať výrobu, dovoz, vývoz a použitie niektorých produktov s prídavkom ortuti do roku 2020, ktorý si stanovila Slovenská republika v dokumente „Stratégia nakladania s odpadmi s obsahom ortuti“ [7].

Z uvedeného dôvodu je pravdepodobne len otázkou času, kedy sa amalgám úplne prestane aplikovať a jeho recyklácia postupne stratí opodstatnenie. Dovtedy však treba zabezpečiť jeho efektívny zber a recykláciu najmä z dôvodu ochrany zdravého životného prostredia a zdravia obyvateľstva.

PodĎakovanie:

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj, pre projekt: **Univerzitný vedecký park TECHNICOM pre inovačné aplikácie s podporou znalostných technológií**, kód ITMS: 26220220182, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Táto práca tiež vznikla v rámci riešenia grantu VEGA MŠ SR 1/0293/14 a za jeho finančnej podpory.

Použitá literatúra:

- [1] Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 284/2001 Z.z. z 11. júna 2001, ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov.
- [2] Kováč D., Kováč J.: Zubné lekárstvo, Lek. Obz., 59, 2010, č. 10, s. 394 – 398.
- [3] Drummond J.L. et al.: Mercury generation potential from dental waste amalgam, *Journal of Dentistry*, 31, 7, 2003, 493–501.
- [4] Preben Hörsted-Bindslev: Amalgam toxicity environmental and occupational hazards, *Journal of Dentistry*, 32, 5, 2004, 359–365.
- [5] H.N. Dental, online. Dostupné na internete: <http://www.hndental.sk/index.html>, citované [19.2.2013].
- [6] Enviroportal, Produkcia odpadu a nakladanie s odpadom v SR, online. Dostupné na internete: <http://cms.enviroportal.sk/odpady/verejne-informacie.php?rok=B-2013&kr=v&kat%5B%5D=180110>, citované [05.02.2015].
- [7] Slovenská agentúra životného prostredia: Stratégia nakladania s odpadmi s obsahom ortuti, Projekt č. 24140110157 Operačný program životné prostredie, Stratégia nakladania s nebezpečnými odpadmi vrátane realizačných plánov, 2014, s. 78, online. Dostupné na internete: www.sazp.sk/public/index/open_file.php?file=Admin/2014, citované [16.02.2015].
- [8] Hylander L.D. et al.: Mercury recovery in situ of four different dental amalgam separators, *Science of The Total Environment*, 36, 1, 2006, 320–336.
- [9] Drummond J.L. et al.: Particle versus mercury removal efficiency of amalgam separators, *Journal of Dentistry*, 31, 1, 2003, 51–58.
- [10] Metóda získavania zvyškového striebra zo zubného amalgámu, online. Dostupné na internete: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-77572010000200005&scipri=sci_arttext, citované [25.2.2013].
- [11] ELR Mercury recycling, online. Dostupné na internete: <http://www.elr-ltd.com/mercuryrecycling.html>, citované [06.02.2015].
- [12] Medentex, online. Dostupné na internete: <http://www.medentex.com>, citované [11.3.2013].
- [13] MRT System International, online. Dostupné na internete: <http://www.mrtsystem.com/index.asp?page=89><http://www.drna.com>, citované [24.2.2013].
- [14] Zákon NR SR č. 483/2013 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 17/2004 Z. z. o poplatkoch za uloženie odpadov v znení neskorších predpisov.
- [15] Silver price, online. Dostupné na internete: <http://silverprice.org/>, citované [17.02.2015].
- [16] Mercury metal prices, news and information, online. Dostupné na internete: <http://www.metal-pages.com/metals/mercury/>, citované [17.02.2015].