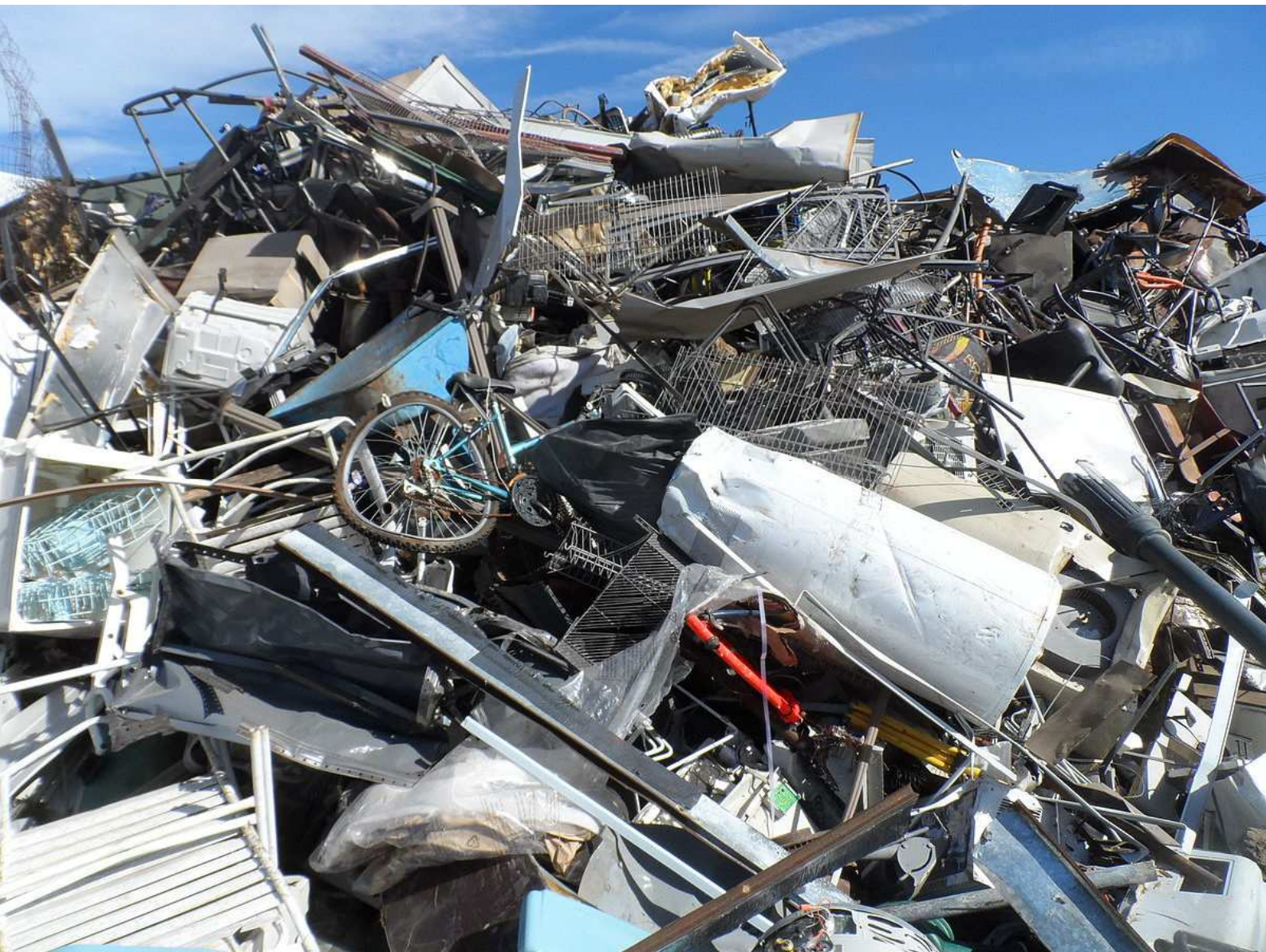


**Jarmila Trpčevská  
Martina Laubertová**

# **Kovový odpad a jeho spracovanie**



**Košice 2015**

**Technická univerzita v Košiciach**  
**Hutnícka fakulta**

**Jarmila Trpčevská**

**Martina Laubertová**

**Kovový odpad a jeho spracovanie**

**Košice 2015**

© 2015, Jarmila Trpčevská, Martina Laubertová

**Druh publikácie:** monografia

**Autori:** doc. Ing. Jarmila Trpčevská, CSc.  
Ing. Martina Laubertová, PhD.

**Recenzenti:** prof. Ing. Karel Tomášek, CSc.  
prof. Ing. Tomáš Havlík, DrSc.  
prof. Ing. Alena Pribulová, CSc.

**Dátum vydania:** december 2015

**Vydavateľ:** Technická univerzita v Košiciach

**Vydanie:** prvé

**Náklad:** 120 ks

**Rozsah:** 130 strán

Za odbornú, obsahovú a jazykovú úpravu textov zodpovedajú autorky.

**Grafický návrh obálky:** Ing. Martina Laubertová, PhD.

**ISBN:** 978-80-553-2365-7

*Autorky ďakujú grantovej agentúre VEGA, ktorá finančne podporila vydanie tejto publikácie (projekt VEGA MŠ SR 1/0425/14). Poďakovanie patrí aj spoločnostiam Železiarne Podbrezová a. s., Podbrezová, U.S.Steel Košice, s.r.o., Košice, Kovohuty, a.s., Krompachy, Kovohutě Příbram nástupnická, a. s., Příbram, Taval, s.r.o., Prešov-Lubotice, Confal,a.s., Slovenská Ľupča, Zinkoza, a.s.Krompachy za umožnenie exkurzií v jednotlivých prevádzkach a umožnenie fotografických záznamov zariadení, procesov i výsledných produktov, ktoré boli použité v publikácii.*

## **Predslov**

Autorky predkladajú čitateľom monografiu, ktorá sa zaoberá problematikou kovového odpadu. Zameraná je na odpad najpoužívanejších kovov – železa, medi, hliníka, zinku, cínu, olova, niklu a kobaltu. Publikácia poukazuje na význam recyklácie kovových odpadov, mieru recyklácie kovov a spracovateľské postupy odpadov uvedených kovov. Kapitoly venované spracovaniu odpadov jednotlivých kovov uvádzajú charakteristiku kovu, použitie kovu, pôvod vzniku odpadov, druhy odpadov a spôsoby ich spracovania. Autorky monografie sa venujú problematike spracovania kovových odpadov niekoľko rokov v rámci pedagogickej činnosti.

Úprimná vďaka patrí recenzentom, ktorí venovali veľkú pozornosť pri čítaní textu knihy a poskytli autorkám niekoľko významných pripomienok a odporúčaní.

Ak sa stane predložená monografia pomocníkom pri štúdiu, prípadne i praktickou príručkou pre odbornú verejnosť, poskytujúcou prehľad o najviac vyskytujúcich sa kovových odpadoch a ich spracovateľských postupoch, bude zámer, pre ktorý bola kniha napísaná, splnený k spokojnosti autoriek.

## Obsah

<b>Predslov</b> .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
<b>Zoznam obrázkov</b> .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
<b>Zoznam tabuliek</b> .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
<b>Úvod</b> .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
<b>1. Kovový odpad, druhy kovového odpadu a typy recyklácie</b> .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
1.1. Použitá literatúra ku kapitole 1 .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
<b>2. Koncepcia zásob kovov</b> .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
2.1. Kovový fond .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
2.1.1. Rozsah kovového fondu .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
2.1.2. Pravdepodobný scenár vývoja kovového fondu železa .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
2.2. Metódy určenia kovového fondu .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
2.2.1. Metóda „zhora nadol“ .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
2.2.2. Metóda „zdola nahor“ .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
2.3. Použitá literatúra ku kapitole 2 .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
<b>3. Definície miery recyklácie</b> .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
3.1. Použitá literatúra ku kapitole 3 .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
<b>4. Oceľový a liatinový odpad a ich spracovanie</b> .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
4.1. Procesy pre úpravu oceľového odpadu .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
4.2. Procesy pre úpravu liatinového odpadu .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
4.3. Výroba ocele vo svete .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
4.3.1. Špecifiká oceliarstva v SR .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
4.4. Výroba ocele v kyslíkovom konvertore .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
4.5. Výroba ocele v elektrickej oblúčovej peci .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
4.6. Vplyv znečistenia šrotu na tavbu ocele .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
4.6.1. Vplyv trampujúcich prvkov na kvalitu ocele .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
4.7. Použitá literatúra ku kapitole 4 .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
<b>5. Odpady medi a ich spracovanie</b> .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
5.1. Druhy medeného šrotu .....	Chyba! Záložka nie je definovaná.

- 5.2. Úprava šrotu..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 5.3. Výroba medi zo sekundárnych surovín..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 5.4. Spracovanie medeného šrotu pri výrobe primárnej medi ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 5.5. Spracovanie medeného šrotu pri výrobe sekundárnej medi..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
  - 5.5.1. Tavenie medeného šrotu..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
  - 5.5.2. Pece na tavenie medeného šrotu..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
  - 5.5.3. Konvertorovanie čiernej medi ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
  - 5.5.4. Ohňová a elektrolytická rafinácia..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 5.6. Výroba sekundárnej medi na Slovensku..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 5.7. Použitá literatúra ku kapitole 5 ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 6. Odpady hliníka a ich spracovanie..... Chyba! Záložka nie je definovaná.**
  - 6.1. Odpady hliníka..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
    - 6.1.1. Recyklácia odpadov hliníka ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
  - 6.2. Postup výroby sekundárneho hliníka ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
    - 6.2.1. Triedenie a úprava odpadu ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
    - 6.2.2. Tavenie hliníkového odpadu ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
  - 6.3. Taviace pece na pretavovanie hliníkového odpadu .. **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
    - 6.3.1. Plameňové pece ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
    - 6.3.2. Rotačné bubnové pece ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
    - 6.3.3. Elektrické pece ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
  - 6.4. Rafinácia hliníkových zliatin ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
    - 6.4.1. Nečistoty v hliníkovej tavenine ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
    - 6.4.2. Rafinačné postupy ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
  - 6.5. Výroba sekundárnych hliníkových zliatin ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
    - 6.5.1. Hliníkové zliatiny na tvárnenie a ich recyklácia .. **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
    - 6.5.2. Hliníkové zliatiny určené na odlievanie a ich recyklácia ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
  - 6.6. Použitá literatúra ku kapitole 6 ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**

- 7. Odpady zinku a ich spracovanie** ..... Chyba! Záložka nie je definovaná.
- 7.1. Zdroje sekundárneho zinku..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 7.2. Odpady z procesu galvanizácie..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 7.2.1. Spodný ster (tvrdý zinok) a jeho spracovanie ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 7.2.2. Zinkový popol a jeho spracovanie..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 7.2.3. Spracovanie galvanizačných odpadov priamo v zinkovniach... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 7.3. Odpady z tlakového liatia zinku ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 7.4. Zmiešaný zinkový odpad ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 7.5. Spracovanie úletov, kalov s obsahom zinku ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 7.6. Použitá literatúra ku kapitole 7 ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 8. Odpady olova a ich spracovanie** ..... Chyba! Záložka nie je definovaná.
- 8.1. Zdroje a technológie výroby sekundárneho olova .... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 8.2. Výroba sekundárneho olova v šachtovej peci (proces VARTA)... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 8.3. Výroba sekundárneho olova procesom MA a CX .... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 8.3.1. Spracovanie vyradených akumulátorov na Slovensku ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 8.4. Proces ISASMELT ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 8.5. Použitá literatúra ku kapitole 8 ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 9. Odpady cínu a ich spracovanie** ..... Chyba! Záložka nie je definovaná.
- 9.1. Technológie spracovanie odpadov s obsahom cínu.. **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 9.1.1. Odcínovanie bielych plechov ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 9.1.2. Spracovanie zliatinového odpadu cínu ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 9.2. Použitá literatúra ku kapitole 9 ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 10. Odpady niklu a ich recyklácia**..... Chyba! Záložka nie je definovaná.
- 10.1. Druhy odpadov s obsahom niklu a ich recyklácia .... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 10.1.1. Odpad nehrdzavejúcich ocelí ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 10.1.2. Akumulátory – dobíjateľné články..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 10.2. Použitá literatúra ku kapitole 10 ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 11. Odpady kobaltu a jeho recyklácia** ..... Chyba! Záložka nie je definovaná.



11.1. Použitá literatúra ku kapitole 11 ..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**

## Úvod

Rozvoj spoločnosti je úzko spojený s používaním kovov. Kovy sa používajú niekoľko tisíc rokov. Nachádzajú sa všade okolo nás a sú jedným z hlavných materiálov, na ktorých je postavená ekonomika krajín. Výhodou kovov (*kovy vo forme  $Me^0$* ) je to, že sú recyklovateľné. V princípe to znamená, že môžu byť znova a znova použité. Kovové výrobky boli až do priemyselnej revolúcie (18.- 19. storočie) väčšinou recyklované, pretože ich bol nedostatok. V čase priemyselnej revolúcie v tieni prebiehajúceho rozvoja recyklácia stratila prednostné postavenie, pretože sa zdalo, že dodávka rúd a palív pre spracovanie kovov bude nekonečná. V 20. storočí a to predovšetkým v jeho druhej polovici došlo k značnému rastu ťažby a využívania kovov, rástla aj rozmanitosť použitia kovov. Okrem masovej aplikácie ocele v budovách a hliníka v lietadlách, stále viac druhov kovov našlo použitie v inovatívnych technológiách ako napríklad indium v LCD obrazovkách, ušľachtilé kovy v elektronických zariadeniach a pod. V súčasnosti dopyt po kovochoch rastie najmä v rozvojových ekonomikách, ale aj v priemyselných krajinách.

Zvyšujúca sa ťažba rúd je spojená s environmentálnymi dopadmi, tvorbou množstva odpadov, toxických látok a odstránením prírodnej vegetácie. Napríklad, v roku 2005, produkcia 10 hlavných kovov viedla k tvorbe 3 miliárd ton odpadu, čo predstavuje štvornásobok hmotnosti získaných kovov. Recyklácia kovov tieto dopady výrazne znižuje. Vyčerpávanie ložísk rúd a znižujúca sa kvalita ťažených rúd zvyšuje význam spracovania odpadov s obsahom kovov. Recykláciou kovov dochádza k šetreniu energie a k minimalizácii negatívneho vplyvu na životné prostredie v porovnaní s ich získavaním ťažbou. Recyklácia je ekonomicky a environmentálne prijateľná voľba, pretože vo väčšine prípadov energia potrebná na recykláciu kovov je omnoho menšia než energia potrebná na ich získanie z rúd.

Nepretržitý rast využívania kovov v priebehu 20. storočia viedol k podstatnému presunu zásob kovov nachádzajúcich sa pod zemou k ich používaniu nad zemou. Napríklad, najväčšia recyklačná prevádzka v Číne poskytuje ročne viac medi ako najväčšia čínska baňa na meď. Hovoríme o „povrchových baniach“, alebo „mestských baniach“, ktoré môžu plniť dôležitú úlohu pri získavaní surovín. Využitie ich potenciálu prispieva k redukcii získavania kovov z primárnych zdrojov. Recyklácia v podstate zlepšuje udržateľnosť systému kovových výrobkov. Recyklovať možno prakticky všetky kovy. Vo svete sa ročne recykluje viac ako 400 miliónov ton kovov. Procesy recyklácie sa odlišujú pre jednotlivé kovy. Proces recyklácie kovov nie je „jednoduché roztavenie“, vyžaduje znalosti materiálnej vedy. Vo všeobecnosti recykláciou možno vyrobiť kovy rovnakej kvality ako z primárnej suroviny.

Predkladaná publikácia je určená poslucháčom inžinierskeho štúdia v študijnom programe Spracovanie a recyklácia odpadov, ale aj ostatným, ktorí sa o danú problematiku zaujímajú.

Cieľom publikácie je pochopiť význam recyklácie v súčasnej ekonómii, poukázať na rozmanitosť spôsobov, ktorými materiálková veda prispieva k procesom recyklácie a v neposlednom rade zvýšiť záujem o recykláciu kovov.

autorky