

## Integrácia environmentálnych prístupov do stratégie výrobných podnikov - environmentálne orientovaná kvalita produkcie

Lubica Floreková<sup>1</sup>, Michal Maras<sup>2</sup>, Františka Michalíková<sup>3</sup>

### Integration of environmental approaches to strategy of production enterprises - environmentally oriented quality of production

In the paper there are presented system approaches, applied in Slovak transformed production enterprises, which solve questions of closing the so called industrial cycle from the side of the wastes' producers. The production quality is connected not only with the technological chain itself and with outputs from it - the utility product, but also with the load of the life environment.

The presented possibilities of the liquidation of solid energetic waste - fly ashes - represent an overview of forms and methods of its utilization. By combusting one kind of coal in various boilers, fly ashes with different physical, chemical, and mineralogical properties originate, with the combustion temperature as a dominant factor. The fly ashes are directly (without influencing its composition) applied in civil engineering, mining, metallurgy, waste water cleaning, etc. Their utilization after a separation removal of unwanted components is an economically difficult process. Such a unvaluable component is coal combustion residue, evaluated by the annealing loss (carbon-in-ash loss) in fly ashes used for special procedures in civil engineering, e.g. in mortars (maximally 4% of c.a.s. loss) or in the porous concrete (4-7% of c.a.s. loss). The building industry processes about 20% of solid energetic waste.

**Key words:** fly ash, environmental approach, quality of production

### Úvod

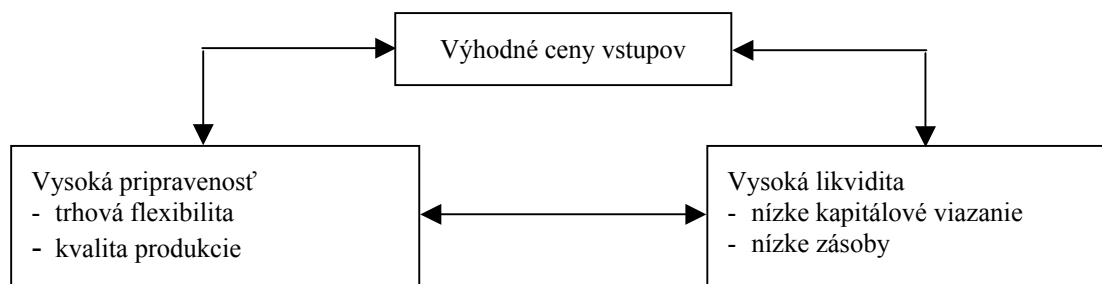
Ak produkcia podniku v súčasnosti spôsobuje škody na životnom prostredí, dostáva sa do nebezpečenstva ohrozenia svojej existencie, pretože:

- obracia sa proti nemu verejná mienka,
- prísne predpisy mu buď na určitý čas alebo celkom znemožnia činnosť, z čoho vyplývajú dva až antagonistické princípy:
- sústavne brať do úvahy vzťah podniku a jeho pôsobenie na životné prostredie,
- sústavne mať primeraný zisk, ktorý má zásadný význam pre jeho existenciu.

Vo vzťahu „ekonomické záujmy versus environmentálne požiadavky“ existujú protichodné stanoviská:

- zásadný rozpor medzi ekonomikou a životným prostredím,
- napäté vzťahy medzi ekonomikou a životným prostredím,
- uprednostnenie životného prostredia pred ekonomikou.

Podnikateľský a environmentálny konflikt vyplýva z ich rôznych cieľov. Pre výrobný podnik sú dôležité:



Riešiteľnosť uvedeného konfliktu vyžaduje, aby bolo tzv. lineárne myslenie nahradené systémovým, procesným myslením. Cieľom systému, orientovaného na životné prostredie, je nájsť súlad medzi človekom a spoločnosťou, technikou a životným prostredím, teda riešiť:

<sup>1</sup> Doc. Ing. Lubica Floreková, CSc., Fakulta BERG, Katedra informatizácie a riadenia procesov, TU v Košiciach

<sup>2</sup> Doc. Ing. Michal Maras, CSc., Fakulta BERG, Katedra dobývania ložísk geotechniky, TU v Košiciach

<sup>3</sup> Doc. Ing. Františka Michalíková, CSc., Fakulta BERG, Katedra mineralurgie a environmentálnych technológií, TU v Košiciach (Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 13.8.2001)



Strebel (1980) zostavil dva systémové prístupy k výrobnohospodárskej politike životného prostredia:

- **tzv. trojitá koncepcia pre výrobu:**

- priaznivá pre ŽP,
- čo najmenej zaťažujúca ŽP,
- zaujímavá sa aj o „vonkajšie“ ŽP (mimo podniku), (neighbourhood),

- **tzv. vstupno-výstupná koncepcia**, ktorá pri výrobe berie do úvahy starostlivosť o:

- ochranu zdrojov,
- zamedzenie vzniku odpadov,
- znižovanie výskytu „výroby“ odpadov,
- premenu odpadov na nezávadnú substanciu,
- využitie odpadov,
- difúziu odpadov na menej koncentrovanú/zriedenú formu, a to prostredníctvom napr. úpravy výrobného programu, úpravy technológie, recyklácie, aktívnej ochrany životného prostredia a pod..

V oboch týchto prístupoch je OŽP chápaná ako **produkt**, čo znamená, že v každom čiastkovom výrobnom ciele musí byť obsiahnutý aj cieľ environmentálny. Znamená to prejsť:

od **pasívnej OŽP** – prvoradá je vlastná výroba,

k **aktívnej OŽP** – prvoradá je sociálna zodpovednosť – kvalita života.

Bolo by zrejme chybné poskytnúť absolútnu prednosť nejakému systému. Musí existovať „rozumné vyrovnanie“ medzi princípom **humánnym** (sebarealizácia, sebatvrdenie, humanizácia práce), princípom **minimálneho zaťaženia ŽP** (šetrenie zdrojov, zníženie až zamedzenie záťaže ŽP) a princípom **ekonomickým** (maximálny zisk pri minimálnych nákladoch).

Úlohou ťažobného a spracovateľského priemyslu je nielen:

- znižovanie „vykorisťovania“ surovinových zdrojov, ale aj
- environmentálna zodpovednosť za všeobecnú kvalitu životného prostredia.

Okrem ekonomických záujmov musia podniky brať do úvahy aj sociálnu zodpovednosť, teda napr.:

Ak už je potrebné spracovávať suroviny, poškodzujúce ŽP, je treba vziať na seba výdavky, ktoré vzniknú zaťažovaním ŽP ich produkciou (Zákon č. 238/1991 Zb. o odpadoch, - Zákon č. 327/1996 Z.z. o poplatkoch za uloženie odpadov, Nariadenie vlády SR č. 605/1992 Zb. o evidencii odpadov, Nariadenie vlády SR č.606/1992 Zb. v znení 190/1996 Z.z. o nakladaní s odpadmi, Vyhlášky Slovenskej komisie pre ŽP č. 76/1992 Zb. o programoch odpadového hospodárstva, Vyhláška č. 19/1996 Z.z. o ustanovení kategorizácie odpadov a katalógu odpadov, atď.).

Environmentálne vnímanie podnikov sa musí sústrediť na:

- obmedzenosť surovinových zdrojov a nie rozpínanosť potrieb,
- udržanie stabilizácie ekosystému a energetických potrieb,
- alternatívy, ako znižovať až odstrániť devastačnú ťažbu a obmedziť v súčasnosti používané škodlivé technológie,.
- environmentálne priaznivé technológie a vývoj koncepcií, zameraných na recykláciu,
- prebudovanie priemyslu smerom na ohľaduplnosť k obyvateľstvu.

Riešenie týchto problémov však nevyhnutne zvyšuje náklady, čím vznikajú konflikty medzi:

- rastom nákladov a cien,
- prevzatím zodpovednosti za určité finančné straty pri environmentálne ohľaduplnej produkcii,
- frekvenciou potreby a šetrením.

Inštitucionálne uzákonenie „environmentálneho myslenia“ podnikov sa prejavuje viac ako **korigujúce** (existujúci stav) a menej ako **formujúce** (stratégiu podniku).

Jednotlivé opatrenia však musia byť integrovateľné najmä z hľadiska dopadov na ŽP, do celku. Potrebné je najmä:

- podporovať motiváciu pre OŽP,
- zlepšovať technológie priaznivé pre ŽP, resp. snažiť sa o ich inováciu z pohľadu zaťaženia ŽP,
- plánovať, kontrolovať a zlepšovať (technické) opatrenia z hľadiska podnikovej OŽP,
- posudzovať náklady na OŽP ako komplementárne s nákladmi na výrobu,
- dodržiavať predpisy /štandardné podmienky a zabezpečiť optimálne nakladanie s odpadmi.

Príkladom, blízky k prezentovaným postojom, je spôsob nakladania s energetickým odpadom – popolčekom zo spaľovania čierneho poloantracitového uhlia. Toto uhlie je spaľované vo výtavnom kotle, pričom produktom je elektrická alebo tepelná energia a odpadom je popolček, zachytávaný v elektrostatických odlučovačoch. V nasledujúcej časti budú uvedené možnosti jeho využitia.

### Možnosti využívania tuhého odpadu z energetiky

Svetový trend - využívanie priemyselných odpadov - je motivovaný ekonomickými výhodami, najmä úsporami surovín, energií a nevyhnutnosťou ochrany životného prostredia. Tento trend sa týka aj tuhých odpadov z energetického priemyslu. Ich zneškodňovanie je obtiažne. Záujem je najmä o jemnozrnné popolčky, nakoľko sa jedná o **hromadnú, prístupnú, lacnú** surovinu, často s takými úžitkovými vlastnosťami, ktoré po spracovaní na určité produkty nevytvárajú škodlivé pôsobenie na človeka a životné prostredie.

V súčasnosti sa tento odpad skládkuje na rovnej skládke vo forme stabilizátu.

### Využitelnosť popolčeka je podmienená ich vlastnosťami

- **fyzikálnymi** - zrnitosťou, resp. veľkosťou povrchu, morfológiou, mernou, sypnou a objemovou hmotnosťou, tvrdosťou, zhutniteľnosťou, namŕzavosťou, tavitelnosťou, napučívaním, atď. (Škvarla, 2000),
- **chemickými** - obsahom chemických prvkov, úžitkových separovateľných zložiek (napr. magnetitovou formou Fe zložky, zvyškami nespáleného uhlia - nedopalom), kovovými prvkami (Al, Ge), škodlivými (S, B, Cd, As, Pb, ...) a rádioaktívnymi prvkami (Ra, Th, Rn, U, K),
- **mineralogickými**. (počas tepelných procesov vznikajú minerálne novotvary, mnohé s puzolánovými vlastnosťami).

### Spôsoby využitia

- **Priame využitie**, bez zásahu do „prirodzenej skladby“, tuhého odpadu.
- **Využitie po úprave** vtedy, keď priame použitie neprichádza do úvahy z dôvodov prekročenia obsahu niektorej zložky, ktorej obsah je limitovaný normami. Ide napr. o obsah síry, alebo zvyškov nespáleného uhlia, teda o obsah straty žíhaním.

### Priame využitie:

- **V baníctve** sú popolčky využívané ako bezcementové pojivo, základkový a termoizolačný materiál.
- **V úpravníctve:** mokrým nízkointenzitným magnetickým rozdrúžovaním popolčeka sa získava magnetitový koncentrát, ktorý sa môže použiť ako zaťažkávadlo pri rozdrúžovaní uhlia a rúd v ťažkých suspenziách.
- **V hutníctve:** na výrobu zateplujúcich vrstiev a zmesí na výrobu exotermických a termoizolačných vložiek, používaných pri odlievaní ocele,
  - ako zásypové hmoty pri odlievaní ocele,
  - ako cenosférové zmesi spolu s grafitovým prachom,
  - ako izolačné zásypové zmesi - mikrosféry s koksovým prachom,
  - ako tepelnoizolačné dosky.

### Iné možnosti použitia popolčeka:

- vo výrobe zvukovoabsorpčných zmesí, používaných v automobilovom priemysle,
- pri čistení vôd - ako lapače olejov,
- plnidlá vo výrobe gúm a farieb.

▪ **V stavebníctve a v priemysle stavebných hmôt:**

Popolčky často obsahujú tzv. nedopal, t.j. zvyšky nespáleného uhlia, ktorých obsah kolíše od takmer nulového po 15 a viac %. Tento obsah sa vyjadruje stratou žiháním (s.ž.). Súbor STN 722060 až 722070 limituje obsah nedopalu, teda stratu žiháním v jednotlivých druhoch popolčiek. Napr.:

- pre popolček ako aktívnu zložku maltovín (STN 722062) je povolená strata žiháním najviac **4%**,
- pre popolček zo spaľovania hnedého, alebo zmesi hnedého a čierneho uhlia na výrobu pórobetónu je povolená strata žiháním najviac **4%**, pre popolček zo spaľovania čierneho uhlia najviac **7%** (STN 722067),
- pre popolček ako neaktívnu zložku do betónu je povolená strata žiháním najviac **10%**.

▪ **Odpady z energetiky - popolčky a trosky - je možné využiť v týchto hlavných oblastiach stavebníctva:**

- Vo výrobe slinku portlandského cementu. Príkladom je využitie troskopopolčekovej zmesi (TPZ) zo závodu Energetika vo VSŽ Košice. Na základe výsledkov laboratórnych testov bolo v r. 1992 realizované prevádzkové overenie jej využitia vo výrobe cementárenského slinku vo firme CETU. 1200 ton TPZ - zo suchej haldy bolo v pomere 1:1 primiešavané k ťaženým ílom. Pokus bol uskutočnený bez zásadných zmien v technologickom postupe. Výsledky preukázali jeho úspešnosť. Prítomnosť zvyškov nespáleného uhlia v TPZ (15% s.ž.) zlepšilo energetickú bilanciu procesu - spalné teplo TPZ bolo stanovené na **4,284 J.g<sup>-1</sup>**. Ďalším priaznivým činiteľom je obsah Fe (7-10%) v TPZ, v dôsledku čoho nie je potrebné do procesu pridávať železo. Prevádzkové výsledky potvrdili dobrú schopnosť TPZ reagovať v cementárskej zmesi tak, že **môžu nahradiť časť ťažených silikátov**.

- Vo výrobe cementu - vo Francúzsku sa v cementárenskom priemysle používajú popolčky ako **zložka surovínovej zmesi**, alebo ako **hydraulická prísada k slinku**. Tento popolček musí spĺňať rovnaké požiadavky ako definuje STN 722062.

- Vo výrobe **pórobetónu** nachádza najlepšie uplatnenie hnedouhoľný popolček z ENO Nováky a čiernouhoľné popolčky dovážané z Českej republiky. Zo slovenských čiernouhoľných popolčiek iba tie, ktoré spĺňajú STN 722067. Výroba pórobetónu na Slovensku v uplynulom období spotrebovala 4,25 Mt popolčka z ENO Nováky, čo je nezanedbateľná služba pre životné prostredie, nakoľko toto množstvo by zaplnilo zložisko plošnej výmery 52 ha do výšky 10 m.

- Vo výrobe **ľahkých pórovitých kamenív**, napríklad peletizáciou za studena. Holandská firma Aarding BV tiež vyvinula technológiu výroby nevypaľovaného kameniva na báze popolčka.

- Vo výrobe málorozmerných stenových prvkov z betónu s hydraulickým pojivom.

- Ako **náhrada jemných podielov kameniva v betónoch**. Táto problematika je výskumne vyriešená a overená i v prevádzkových podmienkach u nás i v zahraničí. Popolček pritom pôsobí nielen ako kamenivo, ale i ako aktívna zložka, čiastočne nahrádzajúca cement (Sičáková, 2000). Súčasne sa zvyšuje vodotesnosť betónu a odolnosť voči agresívnym vodám. Použitie popolčiek je vhodné najmä pre transportné betóny, masívne betónové konštrukcie základov, oporné steny a vodné diela. Vhodnosť aplikácie popolčiek do betónu je však potrebné overiť ako z hľadiska ich **kvality**, tak z hľadiska požadovaných technologických vlastností betónu. Pre kvalitu popolčiek vo výrobe betónu je významná skutočnosť, že **vyššia teplota spaľovania uhlia** (1400-1550°C vo výtavných kotloch), ktorej dôsledkom je vznik častíc s charakteristickou morfológiou a minerálnymi novotvarmi, **pôsobí priaznivo na kvalitu betónu**. U nás sa popolčekový betón používa hlavne na stavbách vodných diel a na výrobu transportného betónu. Prvé väčšie využitie popolčiek v bývalej ČSFR bolo na stavbe priehrady Orlik, kde sa dávkovalo **50 kg** popolčka na 1 m<sup>3</sup> betónu, čím sa ušetrilo **60 kt cementu**, pričom bola dosiahnutá lepšia kvalita betónu. Ďalšou výhodou popolčekových betónov je väčšia hutnosť a odolnosť voči siranovej korózii.

- Pri stabilizácii základov v cestnom stavitelstve majú troskopopolčekové zmesi a popolčky využitie buď v jadre násypu alebo vo vrstvách sendvičového násypu. Popolček musí vyhovovať STN 722060 (Popolček pre stavebné účely) a ON 736133. Pre popolček v stmelenej podkladovej vrstve vo funkcii spojiva je dôležitá jeho **puzolánová vlastnosť**, definovaná ako reakcia oxidu kremičitého SiO<sub>2</sub> a oxidu hlinitého Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> v popolčeku s oxidom vápenatým Ca(OH)<sub>2</sub>, pričom sa tvoria kalciumsilikátové a kalciumaluminátové hydratačné produkty.

- V spoločnej výrobe hliníka a cementu. Táto technológia bola patentovaná v r. 1934 prof. Grzymekom na polytechnike v Lvove v Poľsku. Až do r. 1991 nepretržite pracoval závod na spoločnú výrobu  $\text{Al}(\text{OH})_3$  a cementu v Groszowiciach K/Opole. Ročne produkoval 12 kt  $\text{Al}(\text{OH})_3$  a 200 kt cementu.
- Vo výrobe keramických výrobkov sa popolček stáva trvale používanou zložkou, najčastejšie vo výrobe tehál, vzácné vo výrobe tmavej keramiky.
- Ďalšie použitie popolčekov je možné vo výrobe betónovej krytiny, vo výrobe tepelnoizolačných hmôt, na sypané tepelné izolácie, na výrobu minerálnej vlny, ako plnidlo do epoxydových a polyuretánových hmôt, polyesterových živíc, vo výrobe polystyrénbetónu.

Nie všetky spôsoby a formy zužitkovania tuhých odpadov z energetiky sú publikované. Mnohé závody si svoje technológie chránia.

### Záver

Všeobecné systémové prístupy, využívané už viac rokov v priemyselne vyspelých krajinách sú v poslednom období aktívne aplikované v našich transformujúcich sa výrobných podnikoch. Prezentované možnosti využívania typického hromadného odpadu - odpadu z podnikov, vyrábajúcich elektrickú energiu spaľovaním fosílnych palív – ukazujú **rastúcu zodpovednosť producentov odpadu** za ich ďalší „osud“. Najväčšou oblasťou využiteľnosti energetického odpadu na základe detailného poznania jeho fyzikálnych, chemických a mineralogických vlastností je stavebníctvo a priemysel stavebných hmôt.

### Podakovanie

*Práca vznikla pri riešení vedeckého grantu prostredníctvom Slovenskej agentúry VEGA č. 1/7599/20.*

### Literatúra

- STREBEL, H.: Umwelt und Betriebswirtschaft, Berlin 1980
- SIČÁKOVÁ, A.: Ovpływňovanie kvality technológie výroby betónu použitím popolčeka. Zborník „TOP 2000“, Časť – Papiernička 15-16. Jún 2000, str. 199-204.
- ŠKVARLA, J.: Environmentálne častice. Monografia, FFP – FBERG TU Košice, *Vydavateľstvo Štroffek*, Košice 2000, ISBN 80-88896-44-4.