

VÝZKUM ÚČINNOSTI INDIKÁTORŮ PREVENCE UKLÁDÁNÍ BIOLOGICKY ROZLOŽITELNÝCH KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ NA SKLÁDKU

J. Kotovicová, M. Palát

Došlo: 23. listopadu 2005

Abstract

KOTOVICOVÁ, J., PALÁT, M.: *Research of the Indicators the efficiency of the biodegradable waste on the Landfills*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2006, LIV, No. 2, pp. 73–80

The orientation of the research work for the exploitation of the preventive tools for the decrease of biodegradable waste comes out from the requirements, which are reposed on Czech Republic as a valid member of European Union. The Czech Republic have to follow the legislative requirements, which are defined for the waste treatment, in this case it deals with the EC Landfill Directive (1999/31/ES). The directive undertakes for the EU members to limit the volume of the biodegradable waste on the landfills. The main sense of this restriction is to reduce the volume of the emitted gas, mainly methane, into atmosphere. Therefore, it was assigned the Waste Management Plan of the Czech republic, which states in the interest of the strategic goals (the decrease of the specific waste production independently on the level of the economic growth, the maximal waste exploitation as a reserve of the primary natural resources and the minimalization of negative impacts on human health and environment by the waste treatment) the goal achievement in its binding part, what's the decrease of maximal volume of the biodegradable municipal waste deposited in landfills, thus the rate of this element will be the most 75% weighted in 2010, the most 50% weighted in 2013 and the most 35% weighted from the total volume risen in 1995. One of the ways, how to achieve the required reduction of the waste volume deposited in the landfills, is consistent exercitation of the preventive methods and the sound agricultural and sound operating practice methods. The main goal of the work consists in creation of methodics for the make prognosis of the region development charging by the biodegradable waste in the preventive tool exploitation. I identified the typical sources of biodegradable waste and the key areas of their uprise after the evaluation of environmental gains of the selected preventive projects by the creation of methodics. After this manner of data acquirement, I proposed and defined the indicators, which serve for the creation of model database of environmental gains in the regional measure, especially collection area of landfill.

biodegradable waste, landfill, prevention, indicators, area of landfill

Rozvoj technické lidské civilizace je zatím stále spojen s velkou produkcí odpadů, které se stávají celosvětovým problémem. Ačkoliv se všeobecně přijímá zásada předcházet vzniku odpadů, již vzniklé odpady využívat či recyklovat, přesto se dosud stále největší část odpadového hospodářství zabývá odstra-

ňováním odpadů. Mezi způsoby jejich odstraňování pak převládá skládkování s 60 až 90% podílem. Důvodem tohoto rozšíření je jednoduchost postupu, využívání jednoduché techniky, nižší náklady, a tedy i krátkodobě hospodářská výhodnost. Hrozbou jsou však průsakové skládkové vody, únik skleníkové-

ho plynu metanu, zápach, prašnost, nebezpečí požáru, emise mikroorganismů atd. I po uzavření skládky trvá nebezpečí kontaminace podzemních i povrchových vod a budoucí zátěž životního prostředí, neboť v tělese skládky dále probíhají biochemické procesy. Přesto se budou muset některé odpady vždy skládkovat, např. zbytky po spalování odpadů ve spalovnách a některé průmyslové odpady.

V České republice se v roce 1991 evidovalo 8536 skládek, po uzavření nezabezpečených a tzv. černých skládek se jich v roce 1998 evidovalo 413. Srovnáním se stavem ve světě máme skládek spíše nadbytek, přitom např. 3 t odpadů využitých energeticky mohou ušetřit 1 t uhlí.

Prognóza do roku 2010 je okolo 100 skládek z důvodů zvýšených nároků na provoz, jako je monitoring, rekultivace, zneškodňování průsakových vod, využití bioplynu a vysoké nároky na následnou péči po uzavření skládky. Významným aspektem je také potřeba postupně se zvyšující finanční rezervy na rekultivaci a provoz uzavřené skládky. Nezanedbatelné jsou také nové možnosti v oblasti alternativních způsobů zneškodnění, zejména spalování, recyklace a materiálové využití bioodpadů. Dále se stále více uplatňuje taková transportní technika, která umožňuje efektivní odvoz odpadů až na vzdálenost 100 kilometrů, jak uvádí Filip (2003).

Legislativním základem skládkování je Směrnice Rady Evropské unie č. 1999/31/EC, o skládkách odpadu, ve které se již uvažuje o omezení produkce metanu. Konkrétně se požaduje snížit ukládání biodegradabilních odpadů na skládky o 25 % do r. 2006, o 50 % do r. 2009 a o 65 % do r. 2016 ve srovnání s množstvím, které se ukládalo v r. 1995. Protože byla přijata zásada materiálového využívání před energetickým, pak to znamená, že všechen bioopad, který není kontaminovaný cizorodými látkami a dalšími nevhodnými příměsi, se má přednostně kompostovat nebo podrobit anaerobní digesti s výrobou bioplynu a zbytek opět kompostovat. Tyto zásady jsou vtěleny do národních zákonů, v České republice se jedná o zákon 185/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, Váňa (2002).

Cíl práce spočívá ve vytvoření metodiky prognózování vývoje zatížení regionu biologicky rozložitelnými komunálními odpady (BRKO) při využívání prevenčních nástrojů. Při vytváření metodiky jsme po vyhodnocení environmentálních přínosů vybraných projektů identifikovali možnosti prevence v komunální sféře. Takto získaná data byla použita pro vytvoření modelové databáze environmentálních přínosů v rozsahu regionálním, konkrétně svazové oblasti skládky. Srovnáním dat, získaných měření na skládce, byly ověřeny předpokládané přínosy prevenčních postupů. Při vytváření prognózy dalšího vývoje skládky autoři vycházeli z předpokladu snižování množství bio-

logicky rozložitelných komunálních odpadů, ukládaných na skládku v závislosti na motivaci obyvatel ke třídění.

MATERIÁL A METODY

Práce vznikla na základě výzkumu, prováděného v letech 1999 až 2005 ve městech Brně, Blansku, Hodoníně, Zlíně a skládce RESON, lokalizované v Němčicích nad Hanou, kraj Olomoucký. Z důvodu nedostatečného objemu relevantních dat byly hodnoceny výsledky z let 1999 až 2002. Práce byly zaměřeny zejména na srovnání statistických údajů o množství vytříděných biologicky rozložitelných odpadů, množství těchto odpadů ukládaných na skládku ve srovnání s celkovým množstvím komunálních odpadů a množství těchto odpadů, vytříděných po provedení informační kampaně, tedy prevence.

Bioodpady z domácností, jinak též biologicky rozložitelné komunální odpady, jsou tvořeny čtyřmi hlavními skupinami materiálů:

- odpady z údržby zeleně
- odpadní ovoce a zelenina ze zahrad
- kuchyňské odpady
- dřevo.

Identifikace biologicky rozložitelných odpadů vychází z vyhlášky č. 318/2001 Sb. – Katalog odpadů, viz Tab. I.

I: *Katalogizované zdroje biologicky rozložitelných komunálních odpadů*

katalogové číslo	název druhu odpadu
200108	biologicky rozložitelný odpad z kuchyně a stravoven
200138	dřevo
200201	biologicky rozložitelný odpad
200203	jiný biologicky rozložitelný odpad
200302	odpad z tržišť

Produkce těchto složek závisí na typu zástavby. Bioodpad kompostují domácnosti žijící ve vilových oblastech a starší zástavbě především v letních měsících, u sídlišť kompostování není možné – chybí speciální kontejnery.

Zatímco pro bioodpady ze zeleně, odpadního ovoce a zeleniny, dřevo a do značné míry i kuchyňské odpady je možné přijmout strategii prevence svozu:

- výchovným působením (návody na domácí kompostování),

- ekonomickou motivací (dotace na zahradní kompostéry, slevy z poplatků za odpady při domácím kompostování)
- technickými opatřeními (malé kontejnery na směsný odpad a/nebo i na bioodpad)
- legislativními prostředky a jejich vynucováním (zákaz odkládání těchto odpadů do směsného KO v obecní vyhlášce o odpadech, upozornění, pokuty),

pro kuchyňské bioodpady tyto postupy nelze dobře použít s ohledem na objektivní omezení pro prevenci. Alternativní odstraňování kuchyňských bioodpadů cestou drcení a splachování kanalizací je v České republice paušálně odmítáno s poukazem na ohrožení stokové sítě a přetížení čistíren odpadních vod.

Bioodpady z domácnosti s ohledem na své specifické složení vyhovují pouze pro některé způsoby využití. Kvalita domácích bioodpadů získaných separovaným sběrem je závislá na provozním řádu separovaného sběru (na tom, co je předmětem separovaného sběru bioodpadů) a na dodržování tohoto provozního řádu občany. Převahu bioodpadu z domácnosti tvoří běžný kuchyňský odpad. Separovaný sběr domovních bioodpadů se vyznačuje minimální kontaminací cizorodými látkami na rozdíl od bioodpadů, které jsou získávány ze směsného komunálního odpadu. Zejména obsah těžkých kovů a dalších stopových toxických látek často překračuje limity. Chemické složení bioodpadů je závislé na tom, zda jsou součástí separovaného sběru tzv. zelené odpady (ze zahrad), Favonio (2003).

Empirické údaje o dosažené úrovni zkoumaných jevů v definovaném územním celku a časovém obdo-

bí byly získány z databáze Českého statistického úřadu (ČSÚ).

Nástrojem popisu vývojových tendencí časových řad počtu obyvatel svozové oblasti, ukládaného množství komunálních odpadů a biologicky rozložitelných komunálních odpadů byly trendové funkce:

$$y'_t = a_{yt} + b_{yt} \cdot t \quad (1)$$

$$y'_t = a_{yt} + b_{yt} \cdot t + c_{yt} \cdot t^2. \quad (2)$$

Vypovídací schopnosti aplikovaných lineárních a kvadratických jednorozměrných modelů vývojových tendencí posuzovaných ukazatelů byly ověřovány prostřednictvím hodnot indexů korelace I_{yt} . Statistická významnost indexů korelace byla testována na hladině významnosti $P = 0,05$ a $P = 0,01$.

Metodika zpracování dat analyzovaných časových řad je založena na metodách deskriptivní statistiky prezentované v pracích Seger, Hindls, Hronová (1998), Palát, Maca (2004), Klíma, Palát (2003) a Minařík (1995–1996).

Rovnice (1) a (2) jsou zároveň typy modelů, které jsou uvedeny v tabulkách III, VII a VIII.

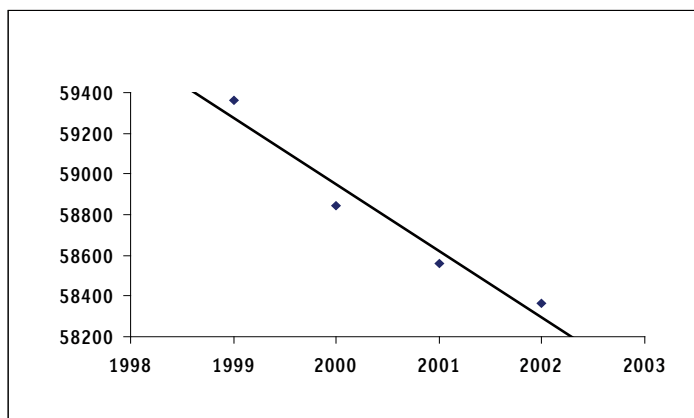
Svozová oblast skládky RESON zahrnuje celkem 11 obcí. Počet obcí ukládajících zde komunální odpad sice v průběhu let existence skládky kolísá, ale nikdy statisticky významně. Pro potřeby výzkumu účinnosti navržených indikátorů byly použity údaje Českého statistického úřadu o počtech obyvatel žijících ve sledovaných obcích. Potřebné údaje jsou k dispozici od roku 1999, číselná řada čtyř let je však dostačující, prokázala úbytek 997 obyvatel, viz Tab. II.

II: Počet obyvatel ve vybraných obcích

Obec	1999	2000	2001	2002
Biskupice	249	249	249	239
Brodek	1399	1387	1419	1444
Krumsín	648	632	628	627
Mořice	483	471	470	464
Mostkovice	1300	1285	1302	1313
Nezamyslice	1287	1282	1274	1278
Němčice n.H.	2119	2096	2068	2095
Pivín	681	670	684	694
Plumlov	2270	2279	2334	2384
Prostějov	48455	48027	47678	47374
Vicov	472	467	457	454
Celkem	59363	58845	58563	58366

III: Modely vývojových trendů počtu obyvatel

	Typ modelu	Parametry modelu			I_{yt}
		a_{yt}	b_{yt}	c_{yt}	
Počet obyvatel	1	713547.9	-327.3	-	0.9758 ⁺
	2	321873967.63	-321407.5499	80.24999999	0.9990 ⁺



1: Vývoj počtu obyvatel obcí svazové oblasti

Provozovatel skládky je za zákona povinen vést evidenci odpadů ukládaných na skládku. V případě sledované skládky RESON se jedná o sled údajů počínající rokem 1995, pro potřeby výzkumu účinnosti navržených indikátorů byly vybrány údaje o celko-

vém množství odpadů, množství tuhých komunálních odpadů a množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů, od roku 1999 (Tab. IV) v závislosti na údajích o počtu obyvatel ve vybraných obcích, jak je uvedeno v Tab. II.

IV: Evidenční list vybraných uložených odpadů

rok	1999	2000	2001	2002
celkové množství uložených odpadů [Mg]	43006	40035	49455	40855
směsný TKO [Mg] kat. číslo 20	18636	19068	24526	24708
BRKO [Mg] kat. číslo 20	101	72	47	327

VÝSLEDKY

Základním navrženým indikátorem je indikátor množství ukládaných tuhých komunálních odpadů na skládku ve vztahu k počtu obyvatel obcí, ukládajících zde své komunální odpady.

V: Sumarizace údajů pro výpočet (3)

rok	1999	2000	2001	2002
M_{tko} [Mg]	18636	19068	24526	24708
O_{so} [jed.]	59363	58845	58563	58366

Množství ukládaných tuhých komunálních odpadů na obyvatele obcí svozové oblasti -

$$M_{tko-ob} \text{ [Mg]}$$

$$M_{tko-ob} = \frac{M_{tko}}{O_{so}} \text{ [Mg/tis. obyv.],} \quad (3)$$

kde je

- M_{tko} [Mg] množství ukládaného tuhého komunálního odpadu
- O_{so} [jed.] počet obyvatel obcí ve svozové oblasti.

Výpočet:

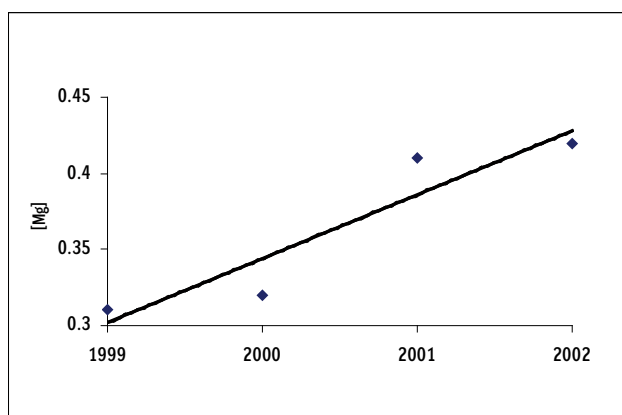
Pro výpočet množství ukládaných tuhých komunálních odpadů na obyvatele obcí, ukládajících na skládce RESON, byla použita rovnice (3) s hodnotami, dosaženými z Tab. V.

VI: Množství ukládaného tuhého komunálního odpadu na obyvatele v jednotlivých letech

rok	1999	2000	2001	2002
M_{tko-ob} [Mg]	0,31	0,32	0,41	0,42

VII: Model vývojového trendu tuhých komunálních odpadů

	Typ modelu	Parametry modelu			I_{yr}
		a_{yt}	b_{yt}	c_{yt}	
TKO	1	-83.656	0.042	-	0.9345 ⁺



2: Množství ukládaného tuhého komunálního odpadu na obyvatele v jednotlivých letech

VIII: Sumarizace údajů pro výpočet (4)

rok	1999	2000	2001	2002
M_{brko} [Mg]	101	72	47	327
O_{so} [jed.]	59363	58845	58563	58366

Množství ukládaných biologicky rozložitelných komunálních odpadů na obyvatele obcí svozové oblasti - $M_{brko-ob}$ [Mg]

$$M_{brko-ob} = \frac{M_{brko}}{O_{so}} \text{ [Mg/jed. obyv.],} \quad (4)$$

kde je

- M_{brko} [Mg] množství ukládaného biologicky rozložitelného odpadu

- O_{so} [jed.] počet obyvatel obcí ve svozové oblasti.

Výpočet:

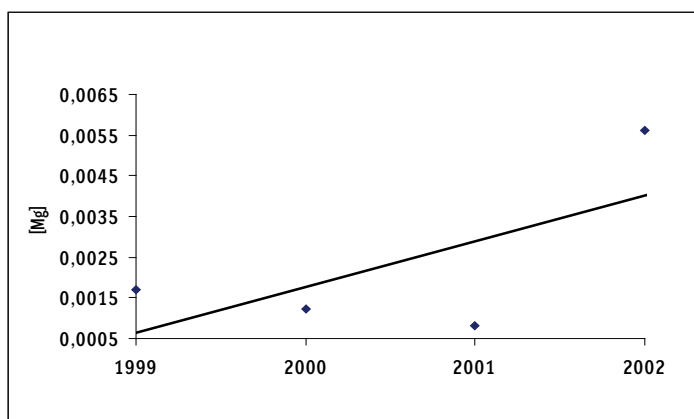
Pro výpočet množství ukládaných biologicky rozložitelných komunálních odpadů na obyvatele obcí, ukládajících na skládce RESON byla použita rovnice (4) s hodnotami, dosaženými z Tab. VIII.

VIII: Množství ukládaného biologicky rozložitelného komunálního odpadu na obyvatele v jednotlivých letech

rok	1999	2000	2001	2002
$M_{brko-ob}$ [Mg]	0,001701	0,001224	0,000802	0,005602

IX: Modely vývojových trendů biologicky rozložitelného komunálního odpadu

	Typ modelu	Parametry modelu			I_{yt}
		a_{yt}	b_{yt}	c_{yt}	
BRKO	1	-2.2544318	0.0011281	-	0.6588
	2	5277.3827487	-5.277191149	0.001319249	0.9534



3: Množství ukládaného biologicky rozložitelného komunálního odpadu na obyvatele v jednotlivých letech

Při výzkumu uplatnění prevence ukládání biologicky rozložitelného komunálního odpadu na skládku jsme ve městě Blansku v roce 2005 provedli průzkum ochoty občanů třídit tento typ odpadů přímo v domácnosti v závislosti na možnostech domácího kompostování, které je ovlivněno zejména druhem zástavby, ve kte-

ré oslovení občané žijí. Průzkum byl proveden v měsících únoru, srpnu a listopadu z důvodu předpokládané sezonní proměnlivosti množství biologicky rozložitelného komunálního odpadu. Oslovení občané pravidelně vážili množství vytríděného biologicky rozložitelného komunálního odpadu; údaje uvádí Tab. X.

X: Množství ukládaného biologicky rozložitelného komunálního odpadu na obyvatele v jednotlivých měsících

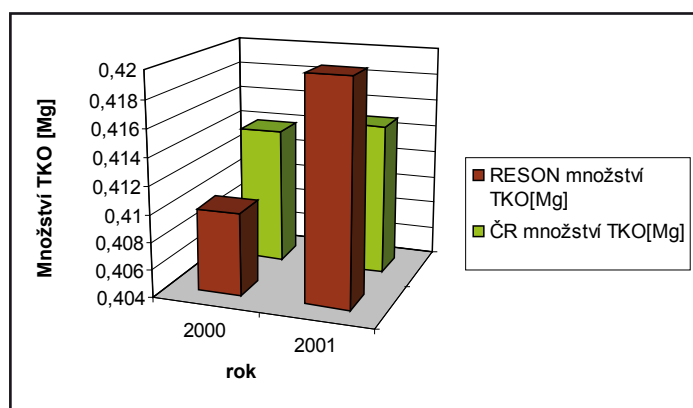
měsíc	únor	srpen	listopad
$M_{brko-ob}$ [Mg] – dvoučlenná domácnost	0,00096	0,00170	0,00105
$M_{brko-ob}$ [Mg] – tříčlenná domácnost	0,00097	0,00144	0,00095
$M_{brko-ob}$ [Mg] – čtyřčlenná domácnost	0,00104	0,00130	0,00088
$M_{brko-ob}$ [Mg] – průměrná hodnota	0,00096	0,00097	0,00096

DISKUSE

Srovnáme-li údaje z Tab. X s hodnotami uváděnými v databázi informačního serveru odpadového hospodářství (ISOH), odpovídají množství komunálních odpadů, produkovaných ve svozové oblasti skládky RESON a zde ukládaných, republikovému průměru.

XI: Srovnání množství tuhého komunálního odpadu v letech 2000, 2001 v ČR a na skládce

rok	2000	2001
RESON množství TKO[Mg]	0,041	0,042
ČR množství TKO[Mg]	0,041	0,041



4: Srovnání množství tuhého komunálního odpadu v letech 2000, 2001 v ČR a na skládce

Při srovnání množství biologicky rozložitelného komunálního odpadu, uloženého na skládku RESON (Tab. XI) a množství téhož odpadu, vytríděného při výzkumu, prováděném ve městě Blansku (Tab. X), můžeme při analýze získaných výsledků dospět k následujícím závěrům:

- produkce biologicky rozložitelných komunálních odpadů se regionálně neliší
- produkce biologicky rozložitelných komunálních odpadů nevykazuje významné sezonní odchylky
- pokud jsou občané dostatečně informováni o nezbytnosti třídění biologicky rozložitelného komunálního odpadu a sleduje se dodržování stanoveného systému třídění, je množství vytríděného tohoto typu odpadů při přepočtu na měrnou roční

produkci adekvátní množství biologicky rozložitelného komunálního odpadu skládkovaného

- dosažení třídění biologicky rozložitelného komunálního odpadu v množství požadovaném Směrnicí Rady EU 1999/31/ES o skládkách odpadů je možné pouze za předpokladu vytvoření podmínek pro třídění, zejména v zástavbě sídlištního typu.

Při srovnání získaných údajů s daty, která poskytuje EKO - KOM, Vrbová (2003) lze doložit, že při vytvoření podmínek pro třídění biologicky rozložitelného komunálního odpadu může být množství vytríděného bioodpadu i vyšší než v nejvhodnějším typu zástavby, kterým je vesnická zástavba. Jak je zde uvedeno, měrná produkce domovního odpadu se dle typu zástavby liší, průměrná hodnota látkového podílu bioodpadu ve vesnické zástavbě činí 12 kg/obyvatele/rok.

SOUHRN

Hlavní cíl práce spočívá ve vytvoření metodiky prognózování vývoje zatížení regionu biodegradabilními komunálními odpady při využívání prevenčních nástrojů, zejména informování veřejnosti. Při vytváření metodiky byly po vyhodnocení environmentálních přínosů provedeného průzkumu identifikovány zdroje biologicky rozložitelných odpadů a klíčové oblasti jejich vzniku. Pro takto získaná data byly navrženy a definovány indikátory sloužící pro vytvoření modelové databáze environmentálních přínosů v rozsahu regionálním, konkrétně svazové oblasti skládky.

Pro zjištění, zda získaná data vykazují statisticky významné trendy, byla použita trendová analýza. Statistické zhodnocení údajů z tabulky V potvrzuje snižující se trend počtu obyvatel ve svazové oblasti skládky. Stejně tak byl potvrzen zvyšující se trend množství komunálních odpadů ukládaných na skládku.

Z celkového množství komunálních odpadů uložených na skládku byly dále sledovány biologicky rozložitelné komunální odpady. Při statistickém zpracování získaných výsledků z tabulky XI byl identifikován stoupající vývojový trend na hranici významnosti.

Přesto, že některé z výsledků statistického zpracování nedosahují hranice významnosti, lze konstatovat, že ve všech sledovaných případech kolísání vykazuje určitý trend. Publikování výsledků výzkumu

znamená pro sledování vývoje problematiky biologicky rozložitelných odpadů základ, ze kterého lze vycházet při zpracovávání dalších získaných dat i při rozhodovacích procesech v tomto oboru.

Navržené indikátory byly ověřeny a byla potvrzena jejich použitelnost pro stanovení účinnosti preventivních postupů v případě vzniku, třídění a skládkování biologicky rozložitelného komunálního odpadu.

biodegradabilní odpady, skládka, prevence, indikátory, svozová oblast skládky

Příspěvek je výstupem výzkumného záměru MSM 6215648904.

LITERATURA

- CENTRUM ČISTŠÍ PRODUKCE BRNO. Optimalizace provozu mlékárny s ohledem na prevenci vzniku odpadů. MILTRA s.r.o. Městečko Trnávka. Závěrečná zpráva demonstračního projektu čistší produkce. CPC Brno, 1997, 58 s.
- CENTRUM ČISTŠÍ PRODUKCE BRNO. Využití nejlepších dostupných technik při uskladnění zrnin. ZEA, a. s. Hostěradice. Závěrečná zpráva demonstračního projektu čistší produkce. CPC Brno, 2003, 30 s.
- CENTRUM ČISTŠÍ PRODUKCE BRNO. Zhodnocení podnikatelského záměru „Výroba tavených sýrů“ z mléka koziho, kravského nebo ovčího z hlediska možností čistší produkce. Moonchees Zlín. Závěrečná zpráva demonstračního projektu čistší produkce. CPC Brno, 1999, 35 s.
- CENTRUM ČISTŠÍ PRODUKCE BRNO. Zvyšování kvality výroby a snižování dopadů na životní prostředí v provozu pekárny. HEPEK s. r. o. Brno. Závěrečná zpráva demonstračního projektu čistší produkce. CPC Brno. 2004. 42 s.
- Biodegradable municipal waste in Europe Part 1: Strategies and Instruments, 2002, Topic report/15/2001, EEA
- FAVONIO, E.: Oddělený sběr kompostovatelných bioodpadů, kompostování a biologická úprava zbytkového odpadu, zkušenosti a současné trendy v Evropě, www.biom.cz, 2003
- FILIP, J., BOŽEK, F., KOTOVICOVÁ, J.: Komunální odpad a skládkování, MZLU v Brně. 2003. ISBN 80-7157-712-X
- Firemní materiály firmy RESON spol. s.r.o., Němčice nad Hanou
- KOTOULOVÁ, Z., VÁŇA, J.: Příručka pro nakládání s komunálním bioodpadem. MŽP, ČEÚ, 2001
- KOTOVICOVÁ, J.: *The Select Regional Projects of the Cleaner Production*. Aspects. 1999, 3, No. 2, p. 19–1.
- KOTOVICOVÁ, J., BOŽEK, F.: Opportunities of Multi – kriteria Metod to improve Environmental Investment Efficiency. Kvalita Inovácia Prosperita VIII/2 – 2004, s.44–54. TU FEI Košice 2004. ISSN 1335-1745.
- Landfill Directive 1999/31/ES
- KLÍMA, J., PALÁT, M.: Analysis of the development of an external debt of the Czech Republic. Acta univ. Agric. et silvic. Mendel. Brun. (Brno), LI, No. 6, pp.47–60, 2003. ISSN 1211-8516
- PALÁT, M., MACA, E.: Analysis of the development and prediction of the population movement indicators in the Czech Republic. Acta univ. Agric. et silvic. Mendel. Brun. (Brno), LII, No. 3, pp. 17–34, 2004. ISSN 1211-8516
- RUSKO, M., PIATRIK, M., KOTOVICOVÁ, J.: Environmentálne manažérstvo, STRIX [VeV]. Žilina. 175 s., 2004, ISBN 80-969257-0-9
- VÁŇA, J.: Strategie nakládání s komunálními bioodpady v ČR, Odpadové fórum, č. 2, 2002, s. 13–14. ISSN 1212-7779
- VRBOVÁ, M. A KOL.: Hospodaření s odpady v obcích, EKO-KOM Praha. 2003. ISBN 80-239-0743-3
- MINAŘÍK, B.: Statistika I, II, III. Učební texty, MZLU Brno, 1995–1996.
- SEGER, J., HINDLS, R., HRONOVÁ, S.: Statistika v hospodářství, ECT Publishing Praha, 636 s., 1998, ISBN 80-86006-56-5

Adresa

RNDr. Jana Kotovicová, Ph.D., Ústav aplikované a krajinné ekologie, Prof. Ing. Milan Palát, CSc., Ústav statistiky a operačního výzkumu, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika