

Mechanicko biologická úprava odpadů:

významný příspěvek k recyklaci a materiálovému využití odpadu

Zatímco sousední země, jako jsou Německo a Rakousko, využívají polovinu i více svých odpadků, u nás je míra recyklace několikanásobně nižší. Ale ani za sebelepších podmínek nelze celý obsah průměrné popelnice změnit ve druhotnou surovinu. Recyklovatelného odpadu je zhruba do 80 %.

Asi pětina tedy zůstává nevyužitelná. Pro takové množství se nevyplatí stavět spalovny. V zemích s vysokou mírou recyklace se pro zpracování tohoto zbytku používá technologie mechanicko-biologické úpravy odpadů (MBÚ), popřípadě biologicko-mechanické úpravy odpadů (BMÚ). Zařízení MBÚ jsou v řadě zemí Evropské unie, včetně Německa i Rakouska oficiálně uznaná a běžně provozovaná jako technologie ke stabilizaci odpadů. Velký provoz lze vidět třeba v Drážďanech. Tento informační list Hnutí DUHA vysvětluje, jak MBÚ pracuje.

Účel MBÚ

Žádné zařízení nevyřeší všechny problémy s množstvím produkovaného odpadu. Prvním krokem vždy musí být prevence: úřady i lidé se musejí snažit zabránit vzniku směsného komunálního odpadu – zjednodušeně řečeno odpadků, které běžně končí v popelnicích.

Zavedením kvalitních recyklačních služeb (tzv. odvozný sběr tříděného odpadu), kompostováním a osvětou lze snížit množství zbytkového směsného

odpadu zhruba na 20 % původního množství. Poté už zůstanou předměty nevhodné k dalšímu použití, nerecyklovatelné a nekompostovatelné, ale také materiál, který občané neroztřídili. Množství tohoto zbytkového odpadu je možné i nutné dále snižovat kombinací regulačních a finančních opatření.

Díky ekologickým zákonům, včetně evropských direktiv, které motivuje mimo jiné snaha snížit úniky metanu přispívající ke globálním změnám podnebí, bude muset i Česká republika snižovat skládkování odpadu. Zejména bude nutné omezit biologickou složku: papír, kuchyňské zbytky, odpad ze zahrad či parků a podobně. Před případným uložením na skládku jej bude nutné stabilizovat. Nejčastěji se používají dva druhy stabilizace odpadů: termická, tedy spalovny komunálních odpadů, a mechanicko-biologická úprava odpadů (MBÚ).

Spalování odpadu

Pálení odpadu se především v osmdesátých letech rozšířilo jako alternativa ke skládkám. Zpočátku tvořily větší část nákladů investice na samotnou spalovnu, zatímco na technologii čištění spalin připadal pouze malý zlomek celkových investic. Důsledkem ovšem bylo vysoké znečištění extrémně toxickými dioxiny, furany a dalšími škodlivými látkami. S postupným zpříšňováním limitů exhalací však náklady na jednotku čištění spalin vyrovnávají investice do zbytku provozu a poměr nyní dosahuje

až 1:1. Tím také celková cena roste a pořizovací náklady spalovny komunálního odpadu o roční kapacitě 100 tisíc tun v současné době dosahují přibližně 2,5 miliardy korun.

Z ekologického pohledu jsou spalovny nevýhodné, protože zbytečně plýtvají druhotnými surovinami, které by mohly být dále využity: každou tunu spáleného papíru, plastů, hliníku a dalších materiálů je nutné znovu vytěžit a vyrobit. Přes podstatně lepší zákonné limity nadále vypouštějí velké množství nebezpečných exhalací a produkují toxický popílek i strusku. Navíc svojí nadměrnou kapacitou brání zavádění recyklačních programů ve městech a obcích, protože takřikajíc vyluxují veškerý odpad ze širokého okolí. Spalovny dnes už jsou spíše alternativou recyklace a kompostování než skládek, jako tomu bylo před dvaceti lety.

Popis systému MBÚ

Zařízení MBÚ se dobře hodí ke zpracování odpadu, který obsahuje velký podíl biologicky odbouratelného materiálu, například z domácností a obchodů. Naopak odpady obsahující rizikové látky (například nebezpečný průmyslový odpad), infekční odpad z nemocnic či jatek nebo stavební odpady nejsou pro zpracování metodou MBÚ vhodné.

Systémy mechanicko-biologického zpracování odpadu se řadí na konec systémů sběru, kompostování a recyklace komunálního odpadu. Jsou určeny pro dotřídění zbytkového směsného komunálního odpadu a fungují nejlépe v místech, kde je zavedeno třídění a kompostování biologicky rozložitelného odpadu.

Technologie MBÚ vznikla v sedmdesátých letech v recyklačních závodech, kde se používala pro výrobu kompostu z komunálního odpadu [2]. Tyto komposty tehdy trpěly vysokým obsahem cizorodých látek, zejména těžkých kovů [3]. Taková zařízení pracovala také v České republice, například v Ostravě. V současnosti je MBÚ využíváno především k výraznému snížení biologicky odbouratelného podílu zbytkového odpadu s cílem omezit tvorbu skleníkových plynů a škodlivých výluhů při skládkování.

Zbytkový směsný odpad, který se nepodařilo vytřídit u zdroje vzniku (tj. u občanů), je převezen do zařízení na mechanicko-biologickou úpravu. Zpracování potom má dvě části.

Fáze mechanické úpravy je zaměřena na vytřídění

znečišťujících a recyklovatelných částí. Zde se odpad pásem posunuje do vysoce mechanizované přední části zařízení, speciálního bubnu. Magnetem se vytřídí kovy. Proudem vzduchu či síty se oddělí lehká frakce (plasty, papír) a další materiály. Lehké, energeticky bohaté složky odpadů se často používají k výrobě alternativních paliv: pelet, briket, v některých případech se směsí uhelného prachu či energetické biomasy. Vytříděné kovy a některé další materiály se daří zachytit a poslat k recyklaci. Využití surovin se tak zvyšuje na maximum. Třídí se také kompostovatelný podíl, aby byl co možná nejčistší pro další etapu úpravy. Zbytek se drtí a tvoří první složku koncového výstupu.

Biologická část procesu urychluje rozklad organického obsahu odpadu. Probíhá buď bez přístupu vzduchu, s využitím vzduchu, nebo kombinací obou možností. Nejjednodušší aplikací je uzavřená kompostovací jednotka. Primárním úkolem této části procesu je snížení hmotnosti odpadu a převedení biologicky aktivních organických látek do inertního stavu – tedy stabilizace odpadu. Inertní stav předchází dalšímu tlení a tedy vzniku metanu, významného skleníkového plynu, i jiným, například zdravotním rizikům.

V průběhu asi 21 dnů dochází k osmdesáti až devadesátiprocentní redukci tvorby skleníkových plynů [4]. Odpad zbylý po procesu mechanicko-biologické úpravy směsných komunálních odpadů má výrazně nižší hmotnost (až o 50%), je stabilizovaný, a může tedy být (včetně podrcené složky) v souladu s legislativou EU, která byla zařazena i do našeho práva, uložen na skládku. Charakter materiálu zajišťuje snížení rizika vzniku metanu, výluhu či požáru na skládkách na minimum. Vyrobený produkt není určen k použití na zemědělskou půdu.

Používá se k překrývání skládek v tenké, hutné vrstvě. Ušetří přírodní suroviny, které by se k tomuto účelu jinak musely použít. Někdy – pokud to dovoluje obsah cizorodých prvků – se užívá jako nízkokakovostní kompost například při rekultivacích či péči o veřejnou zeleň. V případě nízkého obsahu chlorovaných plastů (hlavně PVC) lze výstup i spálit v již existujících cementárnách či uhelných elektrárnách, takže nevzniká tlak na stavbu nových zařízení k likvidaci odpadu.

V některých případech je také biologická část úpravy předražena části mechanické a hovoříme pak o biologicko-mechanické úpravě odpadů (BMÚ). Existuje mnoho variant MBÚ, vždy přizpůsobených místním podmínkám a potřebám.

MBÚ v zahraničí

V Evropě jsou technologie MBÚ provozovány převážně v Německu, Rakousku a Itálii. Německá legislativa klade důraz především na prevenci. Odpady, které nelze využít nebo recyklovat, musí být před uložením na skládku předupraveny: sníží se tak riziko produkce metanu a dalších plynů či výluhů i sedání skládky. Donedávna mohl být podle technických standardů Technische Anleitung Siedlungsabfall (TASi) skládkován pouze předupravený odpad s obsahem těkavé složky menším než 5 %. Legálně tedy byla povolena pouze termální předúprava odpadu. Cestu širšímu využívání MBÚ zařízení otevřela nedávná změna tohoto pravidla – nyní lze skládkovat odpad s celkovým obsahem těkavé složky až 16 %.

MBÚ zařízení se v Německu nejprve rozšířila jako pokusná. V roce 2001 jich stálo již 29, přičemž zpracovala asi 1,8 milionů tun komunálních odpadů, tedy zhruba 5 % německé produkce [5]. Známa německá firma Linde instalovala po celém světě již 60 zařízení na mechanicko-biologické zpracování odpadu [6].

Rozvoj MBÚ vedl německé ministerstvo výzkumu k zahájení programu, který měl za úkol tato zařízení vyhodnotit. Výsledky ukazují, že technologie MBÚ jsou vhodné na předúpravu směsného odpadu a podstatně snižují ekologické vlivy skládkování [7].

Také v Rakousku je MBÚ akceptovanou metodou předúpravy odpadů před uložením na skládku. Po roce 2004 tam nebude vůbec možné skládkovat předem neupravený odpad. Spalování i MBÚ je přijatelné pouze tehdy, pokud upravený odpad splňuje stanovené standardy. Pro skládkování odpadů upravených pomocí MBÚ je hlavním kritériem jejich výhřevnost, která by měla být nižší než 6 MJ/kg součtu pevné složky [7]. Odhaduje se, že do roku 2010 bude v Rakousku až 50 % zbytků z domovních odpadů zpracováno v MBÚ zařízeních [7]. Přitom již nyní je MBÚ vedle spalování ve spalovnách nejrozšířenější metodou nakládání se směsným komunálním odpadem.

Vliv MBÚ na zdraví a životní prostředí

Ve srovnání se skládkováním i spalováním má kombinace vysoké míry recyklace s MBÚ podstatně nižší negativní ekologické a zdravotní dopady: šetří suroviny, způsobuje menší toxické znečištění a podstatně redukuje emise skleníkových plynů.

Data z odborných studií ukazují, že skládkování nebo spalování neupraveného odpadu je v tomto ohledu nejhorším řešením. Nejlepší výsledky má mechanicko-biologické zpracování (MBÚ) a biologicko-mechanické zpracování (BMÚ), ve kterém se upravený odpad využívá jako náhrada fosilních paliv v uhelných elektrárnách nebo cementárenských pecích (s výhradou, kterou komentujeme dále). Poměrně dobré výsledky má též kombinace MBÚ s využitím upravených odpadů k překrývání skládek.

Při srovnání toxicity vychází jako jednoznačně nejhorší řešení skládkování, následované standardním spalováním [8]. Poté se řadí MBÚ s využitím zbytků k překrývání skládek. Nejlepší výsledky vykazuje MBÚ při pálení zbytkového odpadu v cementárenských pecích. Tyto výsledky je ovšem nezbytné brát s rezervou, protože:

- nezahrnují možný vliv popela z různých termických technologií. Tyto vlivy by mohly být významné zejména v delší časové periodě (100–1000 let). Podle autorů by zohlednění tohoto faktoru pravděpodobně posunulo tepelné metody (spalovny a MBÚ s pálením v cementárnách) na poslední příčky.
- metodika hodnocení zdravotních dopadů nebere v úvahu zvláštní rizika pro zranitelné populace v sousedství (například školy nebo nemocnice).
- reálné výsledky ve skutečnosti silně závisejí na provozovateli.

V každém případě ze studie vyplývá, že ve dvou klíčových kritériích – emisích skleníkových plynů a lidské toxicitě – si kombinace recyklace s technologií MBÚ se spalováním upraveného odpadu v cementárenských pecích a uhelných elektrárnách vede ze všech alternativ nejlépe.

Podle kalkulace českého ministerstva životního prostředí mohou technologie MBÚ navíc zajistit větší snížení množství skládkovaného odpadu než výstavba nových spaloven [9]. To vše při nižších investičních i provozních nákladech (viz dále).

Náklady na MBÚ

Náklady na zpracování v zemích EU u zařízení MBÚ činí 60–75 eur/tunu (1960–2440 Kč/tunu) upraveného odpadu [7].

V Německu se cena za úpravu odpadů v zařízeních na mechanicko-biologickou úpravu na vysoké tech-

nické úrovni pohybuje mezi 50 a 85 euro/tunu (1630–2770 Kč/t) včetně následného uložení na skládku. Oproti tomu náklady na spálení odpadů ve spalovnách komunálních odpadů činí 60 až 375 eur/tunu (2000–12 220 Kč/t) s tím, že nízká cena je uváděna pouze pro vysoce výhřevné odpady [10].

Německý Spolkový úřad pro životní prostředí (Umweltbundesamt) nechal vypracovat studii, která srovnává náklady obou technologií. Náklady na spalování zbytkového odpadu činí v průměru 173 eur/tunu (5640 Kč/t), náklady na MBÚ 157 eur/tunu (5120 Kč/t) [4].

Také kalkulace z České republiky mluví ve prospěch metody MBÚ. Řešení pomocí MBÚ vyžaduje ve srovnání se spalovnami nižší investiční i provozní náklady [4]. Analýza ministerstva životního prostředí ukázala, že strategie, která kombinuje intenzivní třídění (recyklaci a kompostování), MBÚ a prevenci, vyžaduje v úhrnu České republiky celkové investice o 1,6–6,5 miliardy korun nižší (10–14,9 mld.) než koncepce, jež by se opírala o stavbu dalších spaloven odpadů (16,5 mld.). Rovněž provozní náklady budou u ekologického modelu nižší o 1,2–1,7 mld. Kč/rok v porovnání se spalováním odpadů, kde činí 2–2,5 mld. Kč/rok [9].

Podklady pro plán odpadového hospodářství Pardubického kraje uvádějí, že zařízení na MBÚ o kapacitě 150 tisíc tun odpadů ročně lze pořídit za 850 milionů korun, zatímco spalovna s roční

kapacitou pouhých 100 tisíc tun ročně přijde na trojnásobek, 2550 milionů. Třikrát levnější MBÚ s kapacitou 1,5násobně větší než plánovaná spalovna v opatovické elektrárně navíc vytvoří 95 pracovních míst, tedy více než dvojnásobek plánovaných 40 v případě spalovny [11].

Další výhody MBÚ

Výraznou výhodou MBÚ zařízení je jejich flexibilita, která umožňuje přizpůsobit je úspěšnosti separace. Mohou být stavěna modulárním způsobem a jakmile se zvýší množství odpadů vytříděných u zdroje, lze je upravit na výroby vysoce kvalitního kompostu nebo na provozy na zpracování odpadních materiálů. Lze je vybudovat podstatně rychleji než obdobně velkou spalovnu a přitom s výrazně nižšími investičními náklady. Pružnost technologií MBÚ a skutečnost, že je lze účinně provozovat i s poměrně malou kapacitou, jsou z hlediska nákladů rovněž výhodné.

MBÚ snižuje množství produkovaného skládkového plynu v průměru o 90 % v porovnání s neupraveným směsným komunálním odpadem. Někteří autoři soudí, že pomalý vývoj zbytkového metanu z odpadů předupravených MBÚ vede k tomu, že ten je pravděpodobně zcela oxidován mikroorganismy žijícími na povrchu skládky, a nemá tudíž tak negativní vlivy [7].

Potenciál produkce plynu a parametry výluhů z různě upravovaných odpadů

Parametr	Jednotka	Směsný komunální odpad	Předupravený odpad zařízením MBÚ	Struska ze spaloven
Produkce plynu	dm ³ /kg	150–250	5–50	0–10
CHSK (výluh) ¹	mg/l	6000–60 000 (po cca 1 roce: 500–4500)	300–500	100–3500
Celkový podíl organické složky (výluh)	mg/l	2000–30 000 (po cca 1 roce: 200–2000)	100–2500	10–200
Celkové množství dusíku (výluh)	mg/l	1000–1350	35–514	–

Pozn.: ¹ chemická spotřeba kyslíku
Zdroj: Kebekus et al. 2000 [14]

Mechanicko-biologicky upravený odpad může být na skládce zhutněn na velmi vysokou hustotu, asi $1,5 \text{ t/m}^3$, která znamená velmi malou hydraulickou vodivost (v průměru 1×10^{-10} až $5 \times 10^{-9} \text{ m/s}$). Následkem nízké infiltrace vody klesá na minimum produkce průsaků a množství celkového dusíku a uhlíku obsaženého v průsacích se snižuje až o 95 %, obvykle však o 80–90 % [7].

Toxicita mechanicko-biologicky upraveného odpadu je více než dvacetkrát nižší než v případě směsného komunálního odpadu [12] a výhřevnost bývá v průměru o 20–30 % vyšší [13].

Uvedené faktory mohou výrazně prodloužit životnost existujících skládek. V závislosti na počáteční situaci a na zvoleném typu procesu může mechanicko-biologicky upravený odpad životnost skládky minimálně zdvojnásobit. Předúprava odpadu též výrazně snižuje nebezpečí požáru.

Srovnání parametrů upraveného a neupraveného odpadu

Emisní potenciál	Jednotka (v sušině)	Směsný komunální odpad	Odpad upravený MBÚ
obsah uhlíku (plyn)	l/kg	134–233	12–50
	g C_{org} /kg	71,7–124,7	6,4–26,8
obsah uhlíku (výluh)	g/kg	8–16	0,3–3,3
obsah dusíku (výluh)	g/kg	4–6	0,6–2,4
obsah chloridových iontů (výluh)	g/kg	4–5	4–6

Zdroj: Soyez et Plickert 2002 [15]

Parametry zbytkového komunálního odpadu před a po zpracování MBÚ

Parametr	Jednotka	Zbytkový komunální odpad	
		nezpracovaný	upravený MBÚ metodou
Hmotnost	%	100	20–35
Objem	%	100	18–20
Ztráta žíháním	% sušiny	55–66	28–44
Výhřevnost	MJ/kg	8,7–10,9	5,2–7
Objemová váha po komprimaci	t/m^3	0,9	1,3–1,6
Respirační aktivita AT4	mg O_2 /g sušiny	36–80	5–7
Tvorba plynů (21 dnů)	l/kg sušiny	140–190	20
Vyluhovaný uhlík (TOC)	mg C/l	3000–4000	82–92

Zdroj: Váňa 2002 [16]

Mechanicko-biologické zpracování odpadů v Miláně

Zařízení na mechanicko-biologickou úpravu odpadů začalo v Miláně fungovat v roce 1997. Stavbu podnítila krize způsobená nedostatkem skládek v polovině devadesátých let. Bylo proto nutné snížit množství skládkovaného odpadu a stabilizovat jeho organickou složku. Zařízení s kapacitou 600 000 tun/rok je největší v Evropě a zpracovává veškerý zbytkový odpad z Milána (1,6 milionu obyvatel).

Mechanická fáze MBÚ pracuje většinou ve dvou etapách. První je tzv. procesní fáze, kde se směsný odpad přeseje síťovým bubnem, často za tepla. Ztratí tak část své vlhkosti. Během druhé, separační fáze se z odpadu získají využitelné materiály pomocí sítí, dmychadel, magnetů apod. Vytříděnou organickou frakci odpadu lze kompostovat.

V Miláně je směsný komunální odpad nejprve proset přes 20 mm síto, aby se získala jemná frakce - většinou organická složka. Poté se přeseje 80 mm sítem, což odstraní větší části, převážně papír, lepenku a plasty (frakce je nazývána nadsítná). Podsítná frakce se zpracovává po dobu 15–20 dnů ve velkých tepelných bioreaktorech, které pomocí vyšší teploty v uzavřeném prostoru urychlí proces rozkladu biologické části (suchá metoda stabilizace). Poté se přesívá přes 40 mm síto a posílá do druhého bioreaktoru na dalších 40 dní. Následuje závěrečné přesívání přes 10–12 mm síto, které odstraní kontaminanty, jako jsou plasty a sklo.

Výsledkem procesu je snížení hmotnosti o 15 % (tedy úspora nákladů na skládkování) a snížení schopnosti odpadu tlít o 90 %. Obecně se MBÚ závody liší nakládáním s vytříděnými surovinami. Některé se orientují především na stabilizaci biologického odpadu a jejich následné použití jako kompostu pro rekultivaci, zatímco jiné využívají procesu k výrobě vysoce kalorických paliv. V obou případech se zbytkové materiály ukládají na skládce. Miláno je příkladem prvního řešení.

Zařízení v Miláně bylo postaveno velmi rychle. Činnost zahájilo v roce 1997 se smlouvou pouze do roku 2003 a počáteční investicí 31 milionů euro (972 milionů korun), při odpisové době pěti let. Po roce 2003 byly plánovány dvě možnosti: pokračovat v použití linky pro zpracování směsných odpadů, nebo ji přeměnit na zařízení pro dotřídování organického odpadu a suchých recyklovatelných surovin. Protože se ale spolupráce osvědčila, zařízení pracuje nadále jako MBÚ [17].

Milánské zařízení MBÚ není alternativou k separaci recyklovatelných a kompostovatelných odpadů u zdroje. Získané materiály jsou značně znečištěné. Také získaná kompostovatelná frakce obsahuje významné množství střeptů a plastů, což znemožňuje využití tohoto materiálu v zemědělství. Účelem tohoto zařízení je neutralizace zbytkového odpadu, který zbývá po recyklaci a kompostování. [18]

Závěr

Nové systémy mechanického třídění a kompostování dokáží snížit hmotnost i objem odpadu lépe než spalovny. Navíc při dobrém plánování a řízení poskytují potřebný a dobře prodejný produkt, který může vrátit do půdy živiny a zlepšit její kvalitu. Umožňují také výrazně zvýšit míru využití odpadů, například v kanadském Halifaxu s 350 000 obyvateli byla zvýšena míra využití odpadů na 61 % poté, co bylo zavedeno účinné třídění a systém MBÚ. V Edmontonu (též Kanada) s 900 tisíci obyvateli dosáhli v roce 2000 míry využití 70 %. Desítky takových případů kombinace účinného třídění a MBÚ existují i v Evropě. Je-li navíc provoz

a investice do MBÚ levnější než v případě spaloven, neměly by české krajské a obecní úřady ve svých plánech systémy MBÚ opomenout.

Znovu ale připomínáme, že MBÚ není samostatným zařízením a úřady by neměly volit mezi spalovnou a touto technologií. MBÚ je doplněním koncepce založené na vysokém třídění, recyklaci a kompostování odpadu. Skutečná volba je v prvé řadě mezi spalovnou a recyklací; MBÚ představuje pouze součást technologického řešení druhé varianty.

Prameny

- [1] Kropáček, I.: Připravovaný národní Plán odpadového hospodářství: pálení odpadků, nebo lepší recyklační služby?, Hnutí DUHA, Brno 2002
- [2] Damiecky, R.: Mechanical-Biological Treatment of MSW. Bioprocessing of Solid Waste and Sludge, Volume 2, No. 1, p. 31-36, 2002., http://www.orbit-online.net/journal/archiv/02-01/0201_05.pdf
- [3] Váňa, J.: Problém bioodpadu ve velkých městech. Sborník přednášek z odborného semináře Hospodaření s odpady ve velkých městech, konaného ve dnech 16.-17. 6. 1999 v Pardubicích. s. 63-66., <http://www.vurv.cz/czbiom/clen/jv/bioodpad99.html>
- [4] Jaroslav Váňa, Antonín Slejška: Mechanicko-biologická úprava tuhých komunálních odpadů. BIOM on line, 22.8.2002, <http://www.biom.cz/index.shtml?x=96505>
- [5] Thermal, Mechanical-Biological Treatment Plants and Landfills for Residual Waste in Federal Germany, Umweltbundesamt, Berlin,
- [6] Mechanical-Biological Waste Treatment, Linde-KCA-Dresden GMBH
- [7] Smith, A. et al: Waste management options and climate change. Final report, AEA Technology pro European Commission - DG Environment, Brussels 2001
- [8] Huijbregts: Priority assessment of toxic substances in the frame of CA - development and application of the multi-media fate, exposure and effect model USES-LCA, May 1999, Interfaculty Department of Environmental Science, University of Amsterdam
- [9] Plán odpadového hospodářství ČR, verze 2.4., Ministerstvo životního prostředí, Praha 2002
- [10] R. Stegmann, R. et al: Mechanical biological pretreatment and energetic recovery of RDF fractions in Germany: Processing and costs, <http://www.ifas-hamburg.de>
- [11] navrhovaný plán odpadového hospodářství Pardubického kraje s přílohami, 2.verze, červen 2003
- [12] Wittmayer, M.: Mechanical-biological treatment of municipal waste, Institut für Kreislaufwirtschaft GmbH, Bremen, 2002
- [13] Splitting of tailings in the AWZ Halbenrain, http://www.cpc.at/stoffflusswirtschaft/english/frameset_e.html?http://www.cpc.at/stoffflusswirtschaft/english/home.htm, May 1999
- [14] Kebekus, F. et al: Mechanical-Biological Waste Treatment? - Introduction and Decision-making Tools for Application in Developing Countries -, Deutsche Gesellschaft für Technische, Eschborn, 2000
- [15] Soyez, K., Plickert, S.: Mechanical-Biological Pre-Treatment of Waste – State of the Art and Potentials of Biotechnology, Universität Potsdam, 2002
- [16] Váňa, J.: Možnosti intenzifikace zrání kompostu, Sborník BIODPAD 2002 – biologické metody využívání zemědělských odpadů, CZ BIOM, Praha, 2002, str. 9-13
- [17] ústní rozhovor, spolumajitel fy Ensorga – Pietro Cella Mazzariol, 12.2.2003
- [18] Murray, R.: Zero Waste, Greenpeace Environmental Trust, <http://www.greenpeace.org.uk/trust>, London, 2002

Vydalo Hnutí DUHA
Vladan Zákasník, duben 2004



A › Bratislavská 31, 602 00 Brno
T › 545 214 431
F › 245 214 428
E › info@hnutiduha.cz
www.hnutiduha.cz

Hnutí DUHA je přesvědčeno, že česká veřejnost má právo na zdravější a čistější prostředí. Navrhuje proto řešení ekologických problémů, jež přinesou konkrétní prospěch pro kvalitu života každého z nás. Úspěšně prosazuje účinná a realistická opatření, která omezí znečištění vzduchu a řek i produkci odpadů, umožní zachovat pestrou krajinu, snížit kontaminaci potravin a vody toxickými látkami či předejít globálním změnám klimatu. Hledí i na ekonomickou a sociální stránku věci. Jeho práce zahrnuje jednání s úřady a politiky, přípravu zákonů, kontrolu průmyslových firem, rady zákazníkům a domácnostem, výzkum, vzdělávání, právní kroky i spolupráci s obcemi. Působí na celostátní, místní i mezinárodní úrovni. Je zástupcem Friends of the Earth International, největšího světového sdružení ekologických organizací, v České republice.