

Nakládání s popelem v oběhovém hospodářství obcí

**DAGMAR VOLOŠINOVÁ, VÁCLAV VACHUŠKA, ELŽBIETA ČEJKA,
ROBERT KOŘÍNEK, ALEŠ VACHUŠKA, JAN VACHUŠKA**

Klíčová slova: popel – odpad – komunální odpad – nakládání s odpady – oběhové hospodářství

SOUHRN

Popel z malých tepelných zdrojů vzniká při spalování tuhých paliv, jako jsou dřevo a uhlí. Na základě průzkumu provedeného autory článku lze popel z malých tepelných zdrojů (MTZ) považovat za největší tok odpadu v menších obcích ČR. Tento materiál má značný potenciál pro snížení produkce odpadu, skládkování a spotřeby primárních surovin. Představenými možnostmi využití tohoto potenciálu bude dodržena nejen hierarchie nakládání s odpady, ale i strategie udržitelného rozvoje mnoha obcí. Článek využívá analýzu materiálového složení směsných komunálních odpadů z dobrovolného svazku obcí Horažďovicko k demonstraci možného způsobu zásadní pomoci zejména malým obcím ekologicky nezávadným způsobem plnit jejich závazky vyplývající z nové odpadové legislativy.

ÚVOD

Cirkulární ekonomika kombinuje ekonomický růst s vývojovým cyklem, který zachovává a posiluje přírodní kapitál, optimalizuje produkci zdrojů a minimalizuje rizika prostřednictvím správy omezených zdrojů a obnovitelných smyček. Kromě toho umožňuje společně snížit výrobní náklady a ztráty, vytvářet nové zdroje příjmů a zmírnit jejich závislost na přírodních surovinách. Města a regiony jako hlavní zúčastněné strany v oblastech, jako jsou stavebnictví, mobilita, potravinářství, nakládání s odpady, produkty, služby a další, hrají při přechodu na oběhové hospodářství zásadní roli.

Moderní společnosti spotřebovávají mnoho surovin a produkují značné množství odpadů, především v oblasti stavebnictví. Spotřebované a vypouštěné materiály v tomto odvětví jsou zejména minerální povahy [1].

Plak na přírodní zdroje se stále zvyšuje, přičemž je zapotřebí nová infrastruktura, služby a bydlení. Města již tvoří téměř dvě třetiny celosvětové poptávky po energii, produkují až 50 % pevného odpadu a jsou zodpovědná za 70 % emisí skleníkových plynů. Odhaduje se, že celosvětově se do roku 2050 množství pevného komunálního odpadu zdvojnásobí [2].

Oběhové hospodářství je založeno na třech zásadách:

1. kontrolovat vznik odpadů a znečištění
2. ponechat výrobky a materiály v provozu
3. regenerovat přírodní systémy

Oběhové hospodářství ve městech a regionech znamená systémový posun, při kterém jsou poskytovány služby, efektivně využívány přírodní zdroje primárních materiálů a optimalizováno jejich opětovné využívání. Pro dosažení ekonomické efektivity jsou činnosti plánovány a prováděny tak, aby uzavíraly, zpomalovaly a zužovaly smyčky napříč hodnotovými řetězci. Infrastruktura je navržena a vybudována tak, aby se zabránilo lineárnímu blokování, a tím plynutí materiálem.

Očekává se, že oběhové hospodářství bude mít pozitivní dopady na životní prostředí díky snížení emisí do ovzduší, zvýšení podílu obnovitelné energie a recyklovatelných zdrojů a omezení využívání surovin, vody, půdy a energie. Stále je třeba uvolnit potenciál cirkulární ekonomiky na podporu udržitelných měst, regionů a zemí. K dosažení tohoto cíle je nutné jít nad rámec čistě technických aspektů. Vyžaduje to nastavení správného řízení a mezí prostředí. Rámec 3P („lidé“, „politiky“ a „místa“) znamená, že oběhové hospodářství zahrnuje udržitelné způsoby výroby a spotřeby, ale i nové modely podnikání a správy (lidé). Vyžaduje také holistický a systémový přístup, překračující omezení sektorové politiky, a zároveň funkční přístup, který přesáhne administrativní hranice měst a povede k jejich propojení s jejich centry a venkovem, a tím k uzavření, zúžení a zpomalení cyklů ve správném měřítku (místa) [2].

Touto myšlenkou se nechal inspirovat i tým Ing. Václava Vachušky v Dobrovolném svazku obcí Horažďovicko, který hledá způsoby prevence vzniku odpadů a maximalizace využití odpadů přímo na území obsluhovaných obcí. V současnosti řeší využití dvou největších toků komunálních odpadů – stavebního a demoličního odpadu a popela z MTZ.

POPEL Z MALÝCH TEPELNÝCH ZDROJŮ

Vzhledem ke geografickým podmínkám ČR a rozsahu plynofikace venkova je pevné palivo jediným vstupem pro MTZ. Velkou tradici má využívání uhlí, jak černého, tak hnědého. Dalším významným palivem je dřevo štípané nebo ve formě štěpky, pelet a briket. S rostoucí cenou zemního plynu a elektřiny pak logicky dochází k opětovnému využívání uhlí, dřevěných pelet či kusového dřeva.

Výsledkem spalování je popel. Jeho množství závisí na mnoha faktorech, na druhu a kvalitě uhlí/dřeva, podmínkách hoření atd. Pro průmyslové účely obvykle slouží kotle vybavené drtiči, kde se uhlí drtí najemno, aby se optimalizovala rychlost spalování a účinnost výroby tepla. Produkty pálení uhlí v průmyslu jsou často využívány jako pomocný stavební materiál při budování silnic nebo přípravě betonů [3]. Pro účely vytápění jednotlivých domácností se však používá mnohem výhřevnější druh uhlí, přičemž výsledný popel nemá v současnosti prakticky žádné uplatnění z důvodu nižšího produkovaného množství a potenciálně vysokých nákladů na jeho sběr.

Tab. 1. Obsah škodlivin v popelu ze spalování biomasy v MTZ [8]

Tab. 1. Content of pollutants in ash from biomass combustion in small heat sources [8]

Prvek	Výsledky analýz jednotlivých vzorků popelů [mg/kg sušiny]															Vyhláška č. 474/2000 Sb.	Vyhláška č. 312/2021 Sb.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
As	9,47	3,22	4,52	5,28	6,20	1,35	9,32	4,52	7,61	2,22	8,10	57,50	1,00	3,30	1,69	20	30
Cd	2,13	2,46	2,94	2,81	4,98	1,57	2,67	0,14	0,33	0,32	3,50	24,90	0,10	3,40	1,19	5	5
Cr	36,60	14,90	2,64	38,30	18,90	29,10	24,10	26,90	27,80	41,80	55,60	78,00	11,00	40,70	6,40	50	100
Hg	0,14	0,07	< 0,05	0,10	< 0,05	0,08	0,12	0	0,03	< 0,005	0,03	1,6	0,07	0,06	0,02	0,5	0,5
Pb	24,00	6,72	26,80	31,50	38,40	4,73	13,40	3,66	19,30	11,40	43,00	222,00	1,50	2,47	< 2,7	50	100
PAU	< 0,50	< 0,50	2,48	< 0,50	8,33	1,42	1,65	< 0,50	2,95	0,15	2,45	3,65	< 0,50	3,65	187	20	20

Zdroj: ARNIKA a VÚV TGM

Při zjišťování bližších informací o složení pospalinových zbytků se všechny zdroje zabývaly emisemi do ovzduší, zatímco složení popelů bylo řešeno převážně jen u velkých producentů, jako jsou elektrárny a teplárny.

Popel vzniklý v MTZ spalováním čisté biomasy je prezentován jako nezávadný, vhodný pro široké využití na zahradách a v domácnostech [4–6]. Existují však názory [7, 8], podložené výsledky laboratorních analýz, že stromy mohou absorbovat a hromadit látky ze vzduchu a půdy. Proto dřevo často obsahuje znečišťující látky ve formě těžkých kovů, jejichž koncentrace se liší v závislosti na druhu stromu a lokalitě jeho růstu. Při nedokonalém spalování tak vznikají mimo jiné i organické znečišťující látky. Tyto a všechny nehořlavé složky dřeva zůstávají po spalování koncentrovány v popelu. Kromě minerálů, jako jsou draslík nebo fosfor, jsou to rovněž těžké kovy (arsen, olovo, kadmium, chrom, měď atd.) a různé organické znečišťující látky (polycyklické aromatické uhlovodíky, dioxiny nebo furany), z nichž některé jsou toxické a/nebo karcinogenní. Použití dřevěného popela v zemědělství nebo na zahradě je tedy problematické a může poškodit půdu i vodu.

Konkrétní výsledky analýz popela ze samotného spalování biomasy v MTZ jsou v tab. 1. Pro porovnání připojujeme limitní hodnoty rizikových prvků obsažených v popelu ze spalování biomasy, které dle přílohy č. 1 vyhlášky č. 474/2000 Sb., lze použít jako hnojivo na zemědělské půdy nebo do kompostu (od 1. října 2021 byly limity navýšeny, viz Příloha č. 1 k vyhlášce č. 312/2021 Sb.). Použití popela z biomasy při kultivaci zemědělské půdy se řídí zákonem

č. 156/1998 Sb., o hnojivech, ve znění pozdějších předpisů, což znamená, že popel podléhá registraci jako hnojivo a musí splňovat požadavky Přílohy č. 1 k vyhlášce č. 474/2000 Sb., respektive č. 312/2021 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva, ve znění pozdějších předpisů.

Obsahy rizikových prvků uvádí práce výzkumníků Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava [9], která popisuje výsledky analýz popelů vzniklých spalováním v MTZ tří druhů hnědého uhlí běžně využívaných v České republice. Dokument uvádí, že převážná většina sledovaných prvků (Al, Si, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Rb) se hromadila v ložovém popelu; Se a Pb byly dominantně zastoupeny v úletovém popelu, zatímco v plynných emisích se nacházely S, Cl, Br a Hg. Při porovnání s distribucí prvků vzniklých spalováním uhlí ve velkých průmyslových systémech byl nalezen rozdíl hlavně u As a Zn, který pravděpodobně souvisel s relativně nízkými teplotami v topeništi i teplotami odcházejících spalin. Konkrétní výsledky jsou uvedeny v tab. 2.

Polská studie [10] porovnávala spalování černého uhlí v MTZ s teplárnami. Ve vzorcích z MTZ bylo významně více stopových prvků (Cd, Tl, Pb, As, Ba a Ni) než ve vzorcích teplárenských ložových popelů. Průměrný obsah těchto prvků byl 1,5 až 3,5krát vyšší než ve vzorcích teplárenských ložových popelů. Obsahy stopových prvků v popelech černého uhlí spáleného v MTZ jsou pro srovnání rovněž uvedeny v tab. 2.

Tab. 2. Obsahy prvků v ložových popelech hnědého a černého uhlí z MTZ [9, 10]

Tab. 2. Contents of elements in bed ashes of brown and black coal from small heat sources [9, 10]

Prvek	Výsledky analýz jednotlivých druhů hnědého (HU) a černého uhlí (ČU) [mg/kg sušiny]						
	HU I	HU II	HU III	ČU I	ČU II	ČU III	ČU IV
Cd	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno	0,7	1,3	1,5	1,7
Cl	160,9	378,8	437,0	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno
V	242,3	614,8	370,2	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno
Cr	110,2	292,4	175,2	33	87	101	112
Mn	191,3	158,4	256,4	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno
Fe	101,0	53,0	73,2	4,9	2,8	3,1	3,0
Co	70,0	57,7	96,0	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno
Ni	103,0	93,7	120,2	20,0	99,0	135,0	143,0
Cu	42,2	309,2	158,9	77,0	96,0	117,0	98,0
Zn	76,5	51,9	160,5	645,0	660,0	672,0	644,0
As	282,4	352,2	1582,0	12,0	18,0	26,0	24,0
Se	0,1	0,1	0,1	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno
Ba	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno	750,0	1125,0	1260,0	1168,0
Br	10,5	13,9	13,0	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno
Rb	34,8	25,0	39,3	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno
Hg	0,030	0,035	0,061	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno
Pb	7,5	16,5	27,4	48,0	66,0	78,0	99,0

Zdroj: [9, 10]

Tab. 3. Výsledky analýz výluhů ložových popelů ze spalování hnědého uhlí v MTZ

Tab. 3. Results of analyzes of leachate ash extracts from brown coal combustion in small heat resources

Ukazatel	Výsledky analýz [mg/l]			Vyhláška č. 273/2021 Sb. třída IIa
	HU I	HU II	HU III	
pH	6,1	5,8	5,9	≥ 6
konduktivita	1,0	2,8	2,9	
chloridy	< 3,5	< 3,5	< 3,5	1 500
sírany	630,4	2 243,8	2 202,7	3 000
Co	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-
Cr	< 0,1	< 0,1	< 0,1	7
Cu	< 0,2	< 0,2	< 0,2	10
Fe	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-
Mn	0,2	1,0	0,8	-
Ni	< 0,1	0,1	0,1	4
Zn	< 0,1	0,1	0,1	20

Zdroj: [9]

Tab. 4. Produkce popelů a odhad indikativní produkce směsného odpadu v obcích DSO
 Tab. 4. Ash production and indicative output estimation of mixed waste in DSO municipalities

Obec	Popel z uhlí	SKOmin	SKOmax	SKOmin	SKOmax
	[kg/ob/rok]	[kg/ob/rok]	[kg/ob/rok]	[t/rok]	[t/rok]
Břežany	60,6	131,6	197,1	25,92	38,82
Hejtná	56,1	127,5	193,4	20,78	31,52
Horažďovice	29,9	93,6	156,1	499,53	832,89
Hradešice	78,3	150,4	215,7	63,63	91,23
Chanovice	40,0	109,4	175,1	79,41	127,08
Kejnice	69,5	146,5	214,3	15,67	22,93
Kovčín	73,5	153,3	222,3	12,88	18,67
Kvášňovice	75,4	152,5	220,1	17,54	25,31
Malý Bor	78,4	148,5	212,9	73,05	104,73
Maňovice	33,2	114,0	187,4	5,36	8,81
Myslív	79,9	156,3	223,4	64,57	92,26
Nalžovské Hory	67,7	145,3	213,6	170,17	250,12
Olšany	71,0	139,5	203,4	28,88	42,11
Pačejov	63,3	131,7	195,7	99,28	147,58
Slatina	53,0	125,4	192,1	13,05	19,98
Velké Hydčice	31,6	95,8	158,5	24,23	40,10
Velký Bor	37,5	105,5	170,4	57,17	92,36

Zdroj: Vlastní výpočet Dobrovolného svazku obcí Horažďovicko

Zvýšený obsah síranů ve výlučích byl pravděpodobně důvodem i vyšší hodnoty konduktivity vodných výluhů ložových popelů a splnil pouze třídu IIa Přílohy č. 10 k vyhlášce č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.

Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů, v odstavci 6 § 16 uvádí, že: „Odpad podle jiného právního předpisu [zákonu o odpadech] s výjimkou odpadu uvedeného v prováděcím právním předpisu, může být tepelně zpracován jen ve stacionárním zdroji, ve kterém je tepelné zpracování odpadu povoleno podle § 11 odst. 2 písm. d). Tepelné zpracování odpadu je možné pouze pod dohledem osoby autorizované podle § 32 odst. 1 písm. c).“ V § 17 odstavci 1 je také uvedeno, že: „Provozovatel stacionárního zdroje je povinen spalovat ve stacionárním zdroji pouze paliva, která splňují požadavky na kvalitu paliv stanovené prováděcím právním předpisem, a jsou určena výrobcem stacionárního zdroje nebo paliva uvedená v povolení provozu.“ To tedy znamená, že v MTZ je spalování odpadů nelegální.

Ke zjištění, že domácnost takto nezákonně nakládá s odpadem, lze dojít dvěma způsoby. Prvním, poněkud obtížně prokazatelným, je sledování barvy a intenzity kouře z MTZ, druhým, přesnějším, tzv. metoda SEMAFOR [11].

Je to metoda, která byla vytvořena za účelem posouzení popelů z pohledu spalování odpadů v MTZ. Cílem této metody je po vyhodnocení výsledků označit popel jako červený (prokázáno spalování kontaminovaného paliva), oranžový (spalování kontaminovaného paliva nelze prokázat ani vyloučit), nebo zelený (neprokázáno spalování kontaminovaného paliva). Součástí metodiky [11] je i katalog popelů.

Analýzy popelů vzniklých spalováním uhlí společně s komunálním odpadem přináší článek Kicinské [12]. Studie prezentuje výsledky analýzy popílku, který je výsledkem spalování tuhých paliv smíchaných s komunálním odpadem, a hodnotí environmentální a zdravotní riziko spojené s infiltrací vybraných kovů do životního prostředí. Fázové složení naznačuje, že materiál je extrémně smíšený a různorodý. Nízkoteplotní složky byly smíchány s látkami vytvářenými při vysokých teplotách. Variabilní složení odpadu z různých domácích pecí s vysokým obsahem amorfní fáze (jež se ve vodě rozpouští snadněji než její krystalické ekvivalenty) může být škodlivé pro lidské zdraví i životní prostředí.

Jako dominantní prvky byly zjištěny křemičitany a hlinitokřemičitany – křemen, živec a plagioklas (albit). Hojně se zde vyskytovaly také hliněné minerály (kaolinit a mullit), uhličitany (kalcit), oxidy/oxidhydroxidy železa a síranové minerály (sádra a anhydrit). Hlavními složkami částic byly oxidy Si, Al, Ca a Fe (85,5 %), zatímco oxidy S, Mg, Na, K a Ti představovaly 12,6 % z celkového obsahu.

Kodex hodnocení rizika navrhl:

- nízké riziko pro As, Co, Cr, Ni
- střední riziko pro Cd, Cu a Pb
- vysoké riziko pro Zn

ANALÝZA SLOŽENÍ ODPADŮ

VÚV TGM v rámci řešení projektu CZ.071.02/0.0/0.0/16_040/0000379 „Odpady a předcházení jejich vzniku – praktické postupy a činnosti při realizaci závazků krajského Plánu odpadového hospodářství hlavního města Prahy“ [13] a dalších zakázek provádí rozbor smíšeného komunálního odpadu v sídlištní, venkovské i centrální zástavbě hlavního města Prahy. Díky centrálnímu vytápění a plynofikaci se popel ve smíšeném komunálním odpadu téměř nevyskytuje. Dle ČSÚ [14] se procento domácností používajících pevná paliva v jednotlivých krajích pohybuje v rozmezí od 0,4 % (hlavní město Praha) až pro 22,6 % (Středočeský kraj).

Pro občany, respektive domácnosti v malých obcích, vlastníci MTZ je popel zásadní složkou obsahu smíšeného komunálního odpadu (SKO). Při předběžném monitoringu produkce popelů v pilotní oblasti Horažďovicko bylo Ing. Vachuškou zjištěno, že v obcích Dobrovolného svazku obcí (DSO) Horažďovicko vzniká 520 tun popelů ročně. Jedná se převážně o popel ze spalování uhlí, přičemž jeden občan ročně vyprodukuje v průměru 46 kg popela. V jednotlivých obcích DSO se roční produkce popelů pohybuje v rozmezí 30–80 kg na obyvatele (viz tab. 4).

Takovéto množství představuje i vzhledem k avizovaným vzrůstajícím cenám za uložení odpadu na skládky (podle nového zákona o odpadech č. 541/2020 Sb., [15] bude cena za tunu využitelného odpadu postupně navyšována až na částku 1 850 Kč v roce 2030) velmi citelným nákladem jak pro obce, tak následně pro samotného občana. Současně takové množství ztěžuje plnění recyklačních povinností, ke kterým se ČR zavázala (do roku 2035 dosáhnout 65 % opětovně využitého nebo recyklovaného komunálního odpadu z celkové hmotnosti komunálních odpadů vyprodukovaných na území ČR [15]).



Obr. 1. Druhy popelů z MTZ (z biomasy vlevo a uhelný vpravo)

Fig. 1. Types of ashes from small heat sources (from biomass on the left and coal on the right)

ZPŮSOB ÚPRAVY A ZPRACOVÁNÍ

V současné době je popel z MTZ odkládán do popelnic a s dalším smíšeným komunálním odpadem odstraňován ukládáním na skládky, případně spalován ve spalovnách. Pokud je soustřeďován odděleně, má výrazně jiné vlastnosti než smíšený komunální odpad. Například nedosahuje výhřevnosti 6,5 MJ/kg v sušině a je biologicky stabilní. Od 1. ledna 2024 bude možné separovaný popel z MTZ zařadit jako poddruh smíšeného komunálního odpadu s katalogovým označením 20 03 01 01 – Odděleně soustřeďovaný popel z domácností. Tento poddruh odpadu dle Přílohy č. 52 k vyhlášce č. 273/2021 Sb., o nakládání s odpady patří mezi technologické odpady, a je proto zahrnut do dílčího poplatku za ukládání technologických odpadů na skládku. Sazba za tunu vyříděného skládkovaného popela činí 45 Kč. Popel lze při odděleném sběru v obcích kumulovat již nyní na vybraném místě v regionu a dalším zpracováním z něj vyrobit posypové kamenivo pro zimní údržbu komunikací nebo podsypový a zásypový materiál liniových staveb. Obec tak splní recyklační povinnosti a ušetří přírodní neobnovitelné zdroje.

Posypové/umělé kamenivo je možné vyrobit speciálními technologiemi z popela, příměsí, pojiv a přísad, které jsou dostupné. Výroba posypového/umělého kameniva již byla laboratorně a poloprovozně ověřena. V současné době je možné zavedení tohoto způsobu recyklace popela z MTZ realizováno první etapou, tedy podáním žádosti o podporu projektu „Potenciál materiálového využití popela v rámci cirkulární ekonomiky obcí“ pro 5. veřejnou soutěž programu Prostředí pro život vyhlášeného Technologickou agenturou ČR (TA ČR). Dalšími etapami recyklace popela z MTZ bude podpora zavádění a organizace jeho odděleného sběru v obcích a pořízení technologie na jeho zpracování.

Podle poznatků Ing. Vachušky je výhodou posypového/umělého kameniva z popela MTZ možnost řízení jeho vybraných mechanicko-fyzikálních vlastností a životnosti. To znamená, že při zpracování popela z MTZ je možné předem nastavit vlastnosti posypového/umělého kameniva, jako například pevnost, nasákavost a další, pro environmentálně bezpečné použití důležité vlastnosti.

ZÁVĚR

Technologický odpad, mezi který patří například škváry, strusky, shrabky z česlí i odděleně soustřeďovaný popel z domácností, je zařazen do skupiny odpadů, jež se Ministerstvo životního prostředí snaží odstranit na skládky. Chce tímto způsobem vyřešit problém nadměrného využívání těchto minimálně upravených odpadů na povrchu terénu, a zabránit tak možné kontaminaci životního prostředí. Výše uvedený způsob třídění a recyklace popelů z MTZ zajistí environmentálně bezpečný materiál s širokým využitím a současně přispěje ke splnění závazků obcí v rámci zásad oběhového hospodářství.

Tab. 5. Produkce odpadů v obcích DSO Horažďovicko v letech 2016–2019 [kg/ob]

Tab. 5. Waste production in DSO Horažďovicko municipalities in the years 2016–2019 [kg/citizen]

Rok	Smíšený odpad [kg/ob]	Papír [kg/ob]	Plasty [kg/ob]	Sklo [kg/ob]	Bioodpad [kg/ob]	Zbytek [kg/ob]	Celkem [kg/ob]
2016	187,1	12,3	10,6	14,3	100,7	100,0	425,0
2017	197,4	10,7	9,3	13,9	96,9	96,0	424,2
2018	207,8	14,7	10,9	14,1	83,7	114,6	445,6
2019	204,0	19,1	14,2	15,1	95,3	101,9	449,6

Zdroj: Vlastní výpočet Dobrovolného svazku obcí Horažďovicko

Poděkování

Příspěvek byl podpořen z institucionálních prostředků na rozvoj výzkumné organizace – VÚV TGM v rámci interního grantu č. U4802/2021.

Poznámky

1. Od 1. října 2021 vstoupil v platnost zákon č. 299/2021 Sb., kterým se mění zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony.

Literatura

- [1] MAYER, A., HAAS, W., WIEDENHOFER, D., KRAUSMANN, F., NUSS, P., BLENGINI, G. A. Measuring Progress towards a Circular Economy: A Monitoring Framework for Economy-Wide Material Loop Closing in the EU28. *Journal of Industrial Ecology* [on-line]. 2019, 23(1), s. 62–76. ISSN 1088-1980, 1530-9290. Dostupné z: doi: 10.1111/jiec.12809
- [2] *The Circular Economy in Cities and Regions: Synthesis Report* | OECD iLibrary [on-line]. [vid. 23. srpen 2021]. Dostupné z: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/10ac6ae4-en/..lcfce-2020-811-en/index.html>
- [3] SARKAR, D. K. *Thermal Power Plant: Design and Operation*. 1. Amsterdam: Elsevier, 2015. ISBN 978-0-12-801575-9.
- [4] 70+ Uses for Wood Ash. *Practical Self Reliance* [on-line]. 27. prosinec 2018 [vid. 27. srpen 2021]. Dostupné z: <https://practicalselfreliance.com/wood-ash-uses/>
- [5] *Holzpellets DINplus – Pellets online vergleichen, günstig bestellen & sparen* [on-line]. [vid. 24. srpen 2021]. Dostupné z: <https://www.meine-holzpellets.de/>
- [6] *Entsorgung der Asche bei Pelletheizungen und Pelletöfen* [on-line]. [vid. 27. srpen 2021]. Dostupné z: <https://www.wohlundwarm.de/glossar/entsorgung-der-asche>
- [7] *Merkblatt_Holzasche_def_web.pdf* [on-line]. [vid. 27. srpen 2021]. Dostupné z: https://www.abfall.ch/pages/info/pdf/Merkblatt_Holzasche_def_web.pdf
- [8] HAVEL, M. *Odpadové hospodářství malých obcí – příručka pro obce, aktualizace 2020* [on-line]. B. m.: ARNIKA, 2020. Dostupné z: <https://arnika.org/odpadove-hospodarstvi-malych-obci-aktualizace-2020>
- [9] RITZ, M., JUREČKA, P., KLIKA, Z., CHALUPA, V., MOHYLA, D., ŠTEFANIDESOVÁ, V. Produkty spalování tuhých paliv v malých domácích topeništích. I. Spalování hnědého uhlí. *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava. Řada hornicko-geologická*. 2005, č. 1, s. 14. ISSN 0474-8476. Dostupné z: <http://gse.vsb.cz/2005/LI-2005-1-55-68.pdf>
- [10] SMOŁKA-DANIEŁOWSKA, D., KĄDZIŃKA-GAWEL, M., KRZYKAWSKI, T. Chemical and Mineral Composition of Furnace Slags Produced in the Combustion Process of Hard Coal. *International Journal of Environmental Science and Technology* [on-line]. 2019, 16(10), s. 5387–5396. ISSN 1735-2630. Dostupné z: doi: 10.1007/s13762-018-2122-z
- [11] Pokud někdo doma spaluje odpad, existuje metoda, jak mu to prokázat? *TZB-info* [on-line]. [vid. 27. srpen 2021]. Dostupné z: <https://vytapieni.tzb-info.cz/vytapime-pevnymi-palivy/18367-pokud-nekdo-doma-spaluje-odpad-existuje-metoda-jak-mu-to-prokazat>
- [12] KICIŃSKA, A. Chemical and Mineral Composition of Fly Ashes from Home Furnaces, and Health and Environmental Risk Related to their Presence in the Environment. *Chemosphere* [on-line]. 2019, 215, s. 574–585. ISSN 0045-6535. Dostupné z: doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.10.061
- [13] VOLOŠINOVÁ, D., KOŘÍNEK, R., MAKOVCOVÁ, M. Monitoring odpadové obslužnosti pro tříděné složky komunálního odpadu na území hlavního města Prahy. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2019, 61(6), s. 40–46. ISSN 0322–8916, 1805–6555.
- [14] Energo 2015. *Energo 2015* [on-line]. [vid. 15. červen 2021]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/energo-2015>
- [15] INFO@AION.CZ, A.C.-. 541/2020 Sb., Zákon o odpadech. *Zákony pro lidi* [on-line]. [vid. 14. červen 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541>

Autoři

Ing. Dagmar Vološinová¹
✉ dagmar.volosinova@vuv.cz
ORCID: 0000-0003-1195-7046

Ing. Elžbieta Čejka¹
✉ elzbieta.cejka@vuv.cz

Ing. Robert Kořínek¹
✉ robert.korinek@vuv.cz
ORCID: 0000-0001-5849-5606

Ing. Václav Vachuška²
✉ vachuska@ekostat.cz

Ing. Aleš Vachuška²
✉ aless.vachuska@seznam.cz

Ing. Jan Vachuška²
✉ jan.vachuska@mineral.eu

¹Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha
²EKOSTAT a. s.

Příspěvek prošel lektorským řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2021.09.002

ASH MANAGEMENT IN THE CIRCULAR ECONOMY OF MUNICIPALITIES

VOLOSINOVA, D.¹; VACHUSKA, V.¹; CEJKA, E.¹; KORINEK, R.²; VACHUSKA, A.²; VACHUSKA, J.²

¹T. G. Masaryk Water Research Institute Prague
²EKOSTAT JSC

Keywords: ash – waste – municipal waste – waste management – circular economy

Ash from small heat sources is produced by burning solid fuels such as wood and coal. Based on a survey conducted by the article authors, ash from small heat sources can be considered the most significant waste stream in smaller municipalities in the Czech Republic. This material has considerable potential for reducing waste production, landfilling and consumption of primary raw materials. The presented possibilities of using this potential will comply with the hierarchy of waste management, but also with the strategy of sustainable development of many municipalities. This article uses the analysis of the material composition of mixed municipal waste from the voluntary union of municipalities Horažďovicko to demonstrate a possible way of fundamental assistance, especially to small municipalities, in an environmentally friendly way, to fulfil their obligations arising from the new waste legislation.