

CENIA
Česká informační agentura životního prostředí
Moskevská 1523/63
Praha 10, 101 00

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
Fakulta technologie ochrany prostředí
Technická 5, Praha 6, 166 28



SOUHRNNÁ VÝZKUMNÁ ZPRÁVA K VÝSLEDKU

**Souhrnná zpráva k historickému vývoji složení odpadu
v ČR a zahraničí**

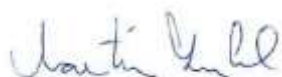
kód výsledku: SS02030008 - V146

Zprávu vypracoval:

prof. Dr. Ing. Martin Kubal

Ústav chemie ochrany prostředí
Fakulta technologie ochrany prostředí
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

V Praze dne 21. 12. 2023



prof. Dr. Ing. Martin Kubal

Obsah:

| | |
|------------------------------------------------------|----|
| 1. Úvod a zadání studie | 4 |
| 2. Obecné aspekty nakládání s odpady v minulosti | 5 |
| 3. Vymezení pojmu „odpad“, typy odpadů | 7 |
| 4. Historický vývoj složení jednotlivých typů odpadů | 8 |
| 4.1. Průmyslové odpady | 8 |
| 4.1.1. Stavební a demoliční odpady | 8 |
| 4.1.2. Odpady z tepelných procesů | 10 |
| 4.2. Komunální odpady | 17 |
| 5. Experimentální aktivity v rámci balíčku 2C | 24 |
| 6. Závěr a shrnutí | 26 |

1. Úvod a zadání studie

Zde prezentovaná souhrnná výzkumná studie byla vypracována v průběhu roku 2023, v rámci řešení projektu „Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost“. Vypracovaný text je předkládán jako plánovaný výsledek s kódem SS 02030008 – V146 a plným názvem: „*Souhrnná zpráva k historickému vývoji složení odpadu v ČR a zahraničí*“. Věcně i časově navazuje zde předkládaný text na dřívější studii, která byla vypracována ke konci roku 2021 pod názvem „*Rešerše kontaminovaných míst vhodných pro analýzu složení historických odpadů*“ a přispívá k naplnění širšího cíle balíčku 2.C., kterým je monitoring kontaminovaných míst v České republice.

V souladu s výchozím plánem řešení byla předložená studie zaměřena na popis historického vývoje podmínek, za kterých byl lidskou společností produkován odpad a na odraz těchto podmínek do složení produkovaného odpadu. Reflektovány zde byly odpady z různých typů lidské činnosti, stejně jako podmínky domácí a zahraniční.

Na tomto místě je vhodné připomenout závěry předcházející studie, na kterou stávající text bezprostředně navazuje. V předcházející studii bylo provedeno vyhledání a kritické zhodnocení lokalit, na kterých byl v minulých letech ukládán odpad (v nejširším možném výkladu tohoto termínu) a které by byly vhodné pro studium charakteristik dříve ukládaných odpadů. Při kompletování rešerše byly tehdy jako informační zdroje využity databáze SEKM a NIKM, národní a cizojazyčné monografie a časopisy, informační systém EIA, další informační systémy a osobní zkušenosti autorů. Průzkumem v databázi SEKM bylo celkem získáno 5319 odkazů, jejichž postupnou filtrací bylo pro další období vymezeno zhruba 300 lokalit. Průzkumem informačního systému EIA bylo identifikováno celkem 250 záznamů, které odpovídají cca 170 aktuálně provozovaným skládkám, z nichž pro další etapy projektu bylo vytipováno již pouze několik skládek nacházejících se v Praze či blízkém okolí. Pro další etapy projektu bylo rovněž navrženo zahrnutí bývalých či stále provozovaných povrchových důlních děl, při jejichž rekultivaci se častou používají odpady nebo materiály s podobnými vlastnostmi. Posléze bylo pro další etapy projektu navrženo využití lokalit, na kterých se členové řešitelského týmu v minulosti pohybovali či stále pohybují.

Současně je již v této úvodní kapitole nutné zdůraznit, že celý balíček 2C je dominantně zacílen na odpady uložené či aktuálně ukládané na skládkách (ve smyslu „řádě a plně v souladu s aktuálně platnými předpisy provozovaných skládkách“) případně na nechráněném povrchu terénu, pokud je těmto odpadům udělen statut výrobků (typicky stavebních výrobků). Rovněž tak i budoucí plánované výsledky balíčku 2C budou zaměřeny na skládky a skládkované odpady a v tomto smyslu bylo tedy ukládání odpadů v nyní předkládané studii reflektováno v největší míře.

V neposlední řadě byla potom při vypracování stávajícího textu brána v úvahu skutečnost, že Česká republika přijala směrem ke skládkování odpadů řadu závazků, jejich naplnění je očekáváno ve velmi blízké budoucnosti, přičemž reálné technické a ekonomické zázemí v oblasti nakládání s odpady naznačuje řadu komplikací, které budou naplnění těchto závazků a jejich časový rozvrh silně determinovat.

2. Obecná a historická východiska k otázce historického vývoje složení odpadů

Otázku historického vývoje složení odpadů je nutné primárně vnímat v širším kontextu podmínek a okolností, za kterých byly v jednotlivých etapách vývoje lidské společnosti odpady generovány. V tomto smyslu dokážeme identifikovat tři nestatejně dlouhé periody, kde každé můžeme přisoudit charakteristické složení odpadu, případně charakteristický přístup k odpadům. První periodu můžeme umístit mezi samotný počátek vývoje lidské společnosti a začátek průmyslové revoluce, přibližně tedy do poloviny 18. století. Navazující druhá perioda by končila přibližně na konci dvacátého století, zatímco třetí perioda právě zde začíná a zatím probíhá.

Období do začátku průmyslové revoluce

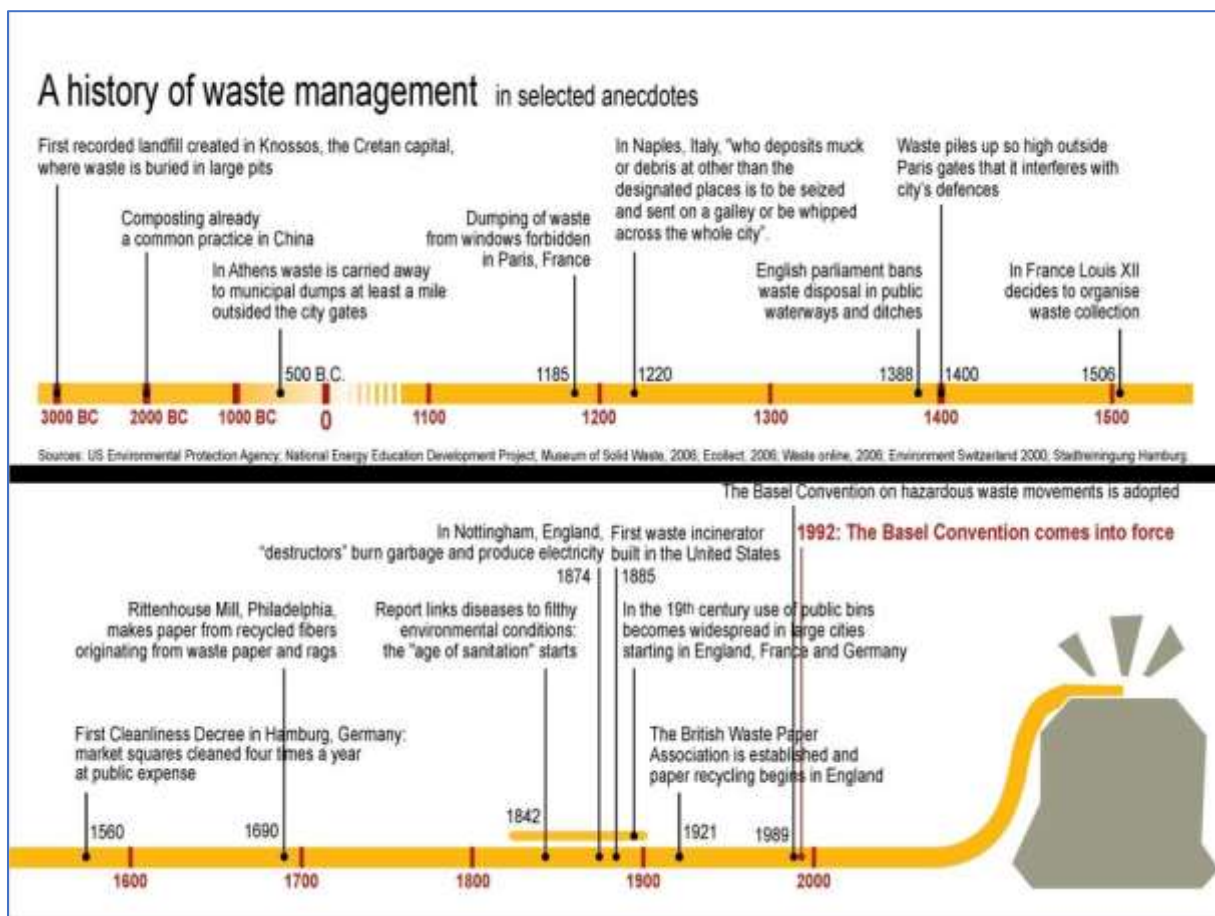
Počátek historie nakládání s odpady můžeme v principu datovat do stejné doby jako počátek existence lidské civilizace. Technicky vzato produkuje odpad každý živý organismus. Po zásadní většinu historie lidské civilizace (vyjádřeno minimálně v tisíciletích) bylo celkové i jednotkové množství odpadu produkovaného lidskou společností obecně velmi malé (nízká populační hustota, nevýznamné využívání přírodních zdrojů). Běžné typy odpadů (pokud by tento pojem byl našim předkům vůbec srozumitelný) představoval popel a lidské, zvířecí nebo zemědělské zbytky, kde se prakticky bez výjimky jednalo o degradovatelné či výhodně použitelné materiály jejichž negativní dopad na prostředí byl nepatrný. V odborných textech se uvádí, že denní produkce takto vymezeného odpadu na jednoho člověka se pohybovala zhruba na úrovni jednoho kilogramu. Zajímavá je zde skutečnost, že již na úrovni nižších jednotek tisíc let, byly používány technické principy současných základních technologií pro zpracování odpadů - tedy skládkování, spalování, kompostování a recyklaci. Lze tedy usuzovat, že již ve velmi vzdálené minulosti bylo vnímáno a reflektováno materiálové složení odpadů, minimálně na úrovni jejich rozložitelnosti. Současně je téměř jisté, že takto vymezené odpadní materiály nebyly v běžné každodenní realitě vnímány negativně.

Počátky negativního vnímání odpadů můžeme s velkým zjednodušením datovat do vzniku větších městských aglomerací charakteristických relativně velkou akumulací obyvatel na malém prostoru. I zde zůstávala celková i jednotková produkce odpadů velmi nízká, nicméně jejich hromadění se již projevovalo nebo přispívalo k výskytu závažných nemocí (mor, cholera, tyfus) s vysokou mortalitou. Chápání souvislosti mezi produkcí odpadů, jejich složením a původem a těmito negativními jevy vznikalo velmi pomalu a spíše s místním přesahem. Technické prostředky, které si lidská civilizace postupně pro nakládání s odpady vytvářela, se v různých částech světa vyvíjely různou rychlostí a nebylo výjimkou, že zde vývoj nabral i obrácený směr. Kvalita běžných komunálních služeb, kterou si vypracoval starověký Řím, představovala nedosažitelný technický, hygienický a administrativní standard o mnoho století později v evropských středověkých městech.

Rozdíly v materiálovém složení odpadů se v takto vymezeném časovém období velmi pravděpodobně odehrávaly na úrovni vesnice – město. V městských aglomeracích nepochybně vznikaly stavební odpady, které se ovšem (podobně jako dnes) stávaly součástí nových staveb a spíše než na obtíž byly považovány za přínosné.

Období od začátku průmyslové revoluce do konce dvacátého století

Počátky dějů a souvislostí, které vedly k dnešnímu pohledu na odpady (včetně legislativního zázemí), můžeme časově umístit přibližně do poloviny osmnáctého století. Zhruba zde je zřejmý začátek velmi intenzivního rozvoje průmyslu a tomu odpovídající rychle rostoucí poptávku po surovinách, akumulaci výroby a pracovních sil, nárůst počtu a velikosti městských aglomerací. Samotné množství odpadů a jejich jednotková produkce narůstala ještě relativně pomalu, významně se ale odpady začaly rozdělovat svým složením a zejména začínala být vnímána jejich akumulace v lokalitách s průmyslovým rozvojem, jehož projevem bylo také uvolňování toxických či jinak nebezpečných odpadů.



Obr.1: Graficky znázorněná historie vývoje odpadového hospodářství

Akumulace průmyslové výroby (včetně navazující produkce odpadů či jiných výstupů do životního prostředí) v zásadě kopírovala vývoj kapitalistického náhledu na svět a otázky ochrany životního prostředí byly poměrně dlouhou dobu na okraji zájmu. Stávající pohled na odpady, který tvoří jen součást celkové strategie ochrany životního prostředí, byl zformulován v podstatě až ve dvacátém století, přesněji v jeho druhé polovině. Pro výzkum historického vývoje složení odpadů můžeme tedy za jeden z hraničních milníků považovat současný stav. Ten je charakterizován komplexním a dobře provázaným souborem průřezových i složkových zákonů (v zásadě nadnárodního charakteru) a rovněž tak dobře nastaveným systémem pravidel

a financování pro oblast starých ekologických zátěží. Zásadní na tomto stavu je, že se strategie ochrany životního prostředí nesnažila dosud výrazněji působit na strategie hospodářské, kulturní, sociální a další, i když se s nimi samozřejmě do jisté míry potkávala. Ochrana životního prostředí byla až do současnosti vnímána zejména jako souhrn technických opatření zajišťujících v rámci existující ekonomické reality pokud možno co nejlepší kvalitu složek životního prostředí.

Období od roku 2000

Nové století přináší do oblasti nakládání s odpady, přesněji do celkové strategie ochrany životního prostředí, zcela nové trendy, kde nejdůležitější novinkou je snaha nadřadit environmentální zájmy ekonomické realitě. Dopad do oblasti nakládání s odpady zde bude velký a projeví se nepochybně i skokovými změnami ve složení odpadů a produkovaném množství.

3. Vymezení pojmu „odpad“ v historickém kontextu, typy odpadů

V této části studie je pro dosažení cíle zapotřebí pohybovat se v čase zpátky. Analyzovat a vyhodnocovat složení odpadu je možné pouze při dostupnosti číselných dat. Data v současné době existují, jsou velmi podrobná, veřejně dostupná a lze je získávat pro národní i nadnárodní úroveň. Tento informační luxus platí ovšem pouze nedlouho do minulosti, zhruba dvacet let zpátky. Získávání starších dat již naráží na relativně krátkou dobu existence on-line informačních systémů a poměrně časté změny v odpadové legislativě.

První zákon o odpadech byl ještě před rozpadem Československa přijat v roce 1991 (zákon č. 238/1991 Sb. o odpadech). Zde se v našem státě poprvé objevila legislativní definice odpadu, která se v principu dodnes nezměnila. V navazujících právních předpisech pak byl definován katalog odpadů, jehož základní struktura rovněž v zásadě platí. Zhruba od počátku devadesátých let tedy existuje objektivní legislativní a administrativní zázemí, na jehož základě lze v rámci České republiky analyzovat historické složení odpadů ve struktuře dané katalogem odpadů. Složení odpadů tak lze v čase hodnotit počínaje jejich skupinami, kterých je dvacet, až po úroveň jednotlivých katalogových čísel. Dostupné informační zdroje potom pro nejbližší minulost nabízejí tako rozlišení dat podle krajů, případně až na úroveň obce s rozšířenou působností.

Posuneme-li se v čase před rok 1991, narazíme nejen na absenci srovnatelné odpadové legislativy, ale i silně omezené množství dat a jejich minimální dostupnost. Pokud se číselné informace ke složení nebo produkci odpadů podaří nalézt, jedná se zpravidla o data publikovaná mimo území současné České republiky. Hranici pro získávání dat ke složení a množství odpadů představuje přibližně začátek dvacátého století. Dále do minulosti lze až na malé výjimky dohledávat nejvýše obecné popisné informace.

Struktura produkovaných odpadů, jak je definována v katalogu odpadů, je pro účely této studie příliš složitá. Z celkem 20 skupin odpadů se bilančně významných způsobem podílí na produkci jen několik málo skupin, mezi kterými je potom nutné věnovat pozornost zejména odpadu komunálnímu. Čistě tedy v rámci této studie budou tedy odpady rozděleny na odpady

průmyslové a komunální. Mezi průmyslovými odpady pak budou zvlášť uvažovány stavební a demoliční odpady a odpady z těžby.

4. Historický vývoj složení jednotlivých typů odpadů

4.1. Průmyslové odpady

V celkové roční produkci odpadů tvoří průmyslové odpady vždy zásadní bilanční podíl a pokrývají také většinu z 20 skupin podle katalogu odpadů. Oproti odpadům komunálním a odpadům zemědělským (které nejsou v této studii reflektovány) platí pro průmyslové odpady několik specifických charakteristik z hlediska vývoje jejich složení a produkovaného množství.

V první řadě jsou průmyslové odpady velmi přesně vázány na procesy jejich vzniku a v tomto smyslu také strukturovány až na úroveň dílčích katalogových čísel. V relevantních informačních zdrojích lze najít velmi přesné údaje (a často na úrovni zcela nevýznamných bilančních množství) k velmi specifickým typům odpadů. Bez problémů lze dohledat data pro celou republiku a jednotlivé kraje, s trochou úsilí a možná i peněz až k obcím s rozšířenou působností. Není ale bohužel na základě veřejně dostupných dat možné jít v identifikaci původu tohoto odpadu až na úroveň původce a zařadit produkci odpadu do širších technologických či jiných souvislostí. Zde už se narazí na řadu zákonných omezení, a i když lze s pomocí jiných informačních zdrojů řadu věcí odhadovat či dovozovat, nelze pak takto získanou informaci doložit referencí a pro publikování má jen malou cenu.

Druhým specifickým rysem týkajícím se průmyslových odpadů a důležitým pro tuto studii je možnost skokové změny v produkci odpadu po zásahu silného průmyslového či ekonomického subjektu. Typickým a zřejmě i nejlepším příkladem je vývoj produkce odpadu ve skupině 10, který je podrobněji popsán v kapitole 4.1.2.. Čistě administrativním rozhodnutím došlo v této skupině v období kolem roku 2004 k zásadnímu poklesu produkce odpadu, bez toho, že by tento odpad prošel významnější technologickou proměnou. Třetí specifický rys zde potom souvisí se skutečností, že některé velkoobjemové materiály prakticky totožných vlastností jednou odpadem jsou a v jiné situaci již ne, přičemž rozdíl je dán přímo výjimkou ze zákona, viz například odpady z těžby.

4.1.1. Stavební a demoliční odpady

Celkové množství odpadů produkovaných ročně na území České republiky se v posledních letech blíží úrovni 40 000 000 tun. V tabulce 1 je ukázán vývoj celkové produkce při specifikaci podílu stavebních a demoličních odpadů. Na první pohled je zde zřejmé, že kolísání celkového ročního množství těsně koreluje s množstvím stavebních odpadů, které se obecně na celkové produkci podílejí zhruba 65%. Jinak řečeno zde platí, že nárůst celkového množství odpadů jde většinou za stavebním a demoličním odpadem. Stavební a demoliční odpady se podrobněji strukturují podle typových materiálů – beton, cihly, kamenivo, vytěžená zemina, dřevo apod. Pro účely této studie byl s pomocí pracovníků agentury CENIA získán rozsáhlý soubor dat, kde pro vybrané typové materiály jsou produkovaná množství agregována podle obce s rozšířenou působností. Ilustrativní příklad je ukázán na Obr. 3 pro vytěženou zeminu.

Tabulka 1: Celkové množství odpadů produkovaných v České republice s vymezením stavebních a demoličních odpadů.

| | celkové množství odpadů produkovaných v ČR | | stavební a demoliční odpady | |
|------|--------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| | celkem (tun) | z toho nebezpečný (tun) | celkem (tun) | z toho nebezpečný (tun) |
| 2021 | 39 896 584 | 1 636 744 | 25 937 244 | 437 338 |
| 2020 | 38 503 658 | 1 781 816 | 25 050 135 | 597 532 |
| 2019 | 37 362 257 | 1 758 505 | 23 534 431 | 545 680 |
| 2018 | 37 784 843 | 1 767 965 | 23 701 321 | 452 480 |
| 2017 | 34 512 615 | 1 507 679 | 20 742 812 | 256 560 |
| 2016 | 34 242 076 | 1 443 759 | 20 669 215 | 301 381 |
| 2015 | 37 338 298 | 1 503 979 | 24 291 868 | 413 613 |
| 2014 | 32 028 422 | 1 565 888 | 19 124 592 | 458 027 |
| 2013 | 30 620 616 | 1 443 358 | 17 904 590 | 412 064 |
| 2012 | 30 023 111 | 1 636 790 | 17 318 625 | 570 751 |
| 2011 | 30 672 123 | 1 840 809 | 17 387 158 | 427 221 |
| 2010 | 31 811 245 | 1 784 126 | 18 480 355 | 509 943 |
| 2009 | 32 267 286 | 2 161 390 | 18 520 614 | 798 904 |

| Rok | Název ORP | Katalogové číslo odpadu | Produkce odpadu (t) | Rok | Název ORP | Katalogové číslo odpadu | Produkce odpadu (t) |
|------|-----------|-------------------------|---------------------|------|------------------|-------------------------|---------------------|
| | | | 0,00 | | | | 0,00 |
| 2010 | Ostrava | 170504 | 487 707,78 | 2011 | Soběslav | 170504 | 518 552,93 |
| 2010 | Praha 4 | 170504 | 484 339,54 | 2011 | Praha 6 | 170504 | 503 548,63 |
| 2010 | Soběslav | 170504 | 471 439,63 | 2011 | Ostrava | 170504 | 480 444,84 |
| 2010 | Praha 6 | 170504 | 471 346,98 | 2011 | Luhačovice | 170504 | 378 194,75 |
| 2010 | Brno | 170504 | 443 202,74 | 2011 | České Budějovice | 170504 | 345 335,30 |
| 2010 | Praha 7 | 170504 | 394 362,24 | 2011 | Brno | 170504 | 340 058,35 |
| 2010 | Votice | 170504 | 364 719,43 | 2011 | Praha 5 | 170504 | 274 479,13 |
| 2010 | Praha 8 | 170504 | 306 359,45 | 2011 | Praha 1 | 170504 | 264 644,35 |
| 2010 | Pízeň | 170504 | 262 143,75 | 2011 | Olomouc | 170504 | 244 879,85 |
| 2010 | Praha 16 | 170504 | 217 835,49 | 2011 | Chomutov | 170504 | 239 841,76 |

| Rok | Název ORP | Katalogové číslo odpadu | Produkce odpadu (t) | Rok | Název ORP | Katalogové číslo odpadu | Produkce odpadu (t) |
|------|-----------|-------------------------|---------------------|------|------------------|-------------------------|---------------------|
| | | | 0,00 | | | | 0,00 |
| 2012 | Ostrava | 170504 | 382 410,24 | 2013 | Brno | 170504 | 802 696,52 |
| 2012 | Pízeň | 170504 | 307 582,04 | 2013 | Soběslav | 170504 | 752 789,99 |
| 2012 | Černošice | 170504 | 285 575,96 | 2013 | Pízeň | 170504 | 566 568,78 |
| 2012 | Olomouc | 170504 | 272 517,05 | 2013 | Ostrava | 170504 | 427 729,58 |
| 2012 | Praha 4 | 170504 | 245 244,80 | 2013 | Černošice | 170504 | 318 358,37 |
| 2012 | Praha 6 | 170504 | 227 466,46 | 2013 | Olomouc | 170504 | 286 221,74 |
| 2012 | Praha 1 | 170504 | 215 808,10 | 2013 | Tábor | 170504 | 270 023,36 |
| 2012 | Votice | 170504 | 203 161,79 | 2013 | Kladno | 170504 | 218 002,52 |
| 2012 | Praha 5 | 170504 | 195 172,73 | 2013 | Praha I | 170504 | 195 437,42 |
| 2012 | Praha 8 | 170504 | 180 426,34 | 2013 | České Budějovice | 170504 | 182 838,13 |

Obr. 2: Množství odpadu katalogového čísla 17 05 04 (Zemina a kamení neuvedená pod číslem 17 05 03) podle největších množství nahlášených v letech 2010 – 2013. Data získána s pomocí pracovníků agentury CENIA a lokalizována až na úroveň obce s rozšířenou působností.

Prostřednictvím Obr. 3 jsou ilustrována data pro jeden typ stavebního odpadu – vytěženou zeminu katalogového čísla 17 05 04, kde pro každý kalendářní rok je ukázáno deset nejvyšších ohlašovaných množství. Údaj je vždy vztažen k obci s rozšířenou působností, kde má trvalé působiště subjekt, který provedl hlášení. Toto nemusí znamenat, že na daném území odpad skutečně fyzicky vznikl, data jsou v informačních systémech agregována podle sídla subjektu, který údaj ohlašuje. Bez ohledu na tuto skutečnost je jasné zřejmé, že činnosti, při kterých byla mimořádně velká množství odpadu 17 05 04 produkována, jsou jednorázového charakteru a vcelku logicky mají vazbu na velké stavby. Podobné tabulky lze snadno ukázat pro další katalogová čísla ze skupiny odpadů 17. Složení stavebních a demoličních odpadů a jejich produkci tak zásadním způsobem ovlivňují rozsáhlé stavební projekty, jejichž věcnou a časovou logiku určují okolnosti ležící nad rámcem technické péče o životní prostředí, například masivní dotace do liniových staveb z fondů EU.

V souvislosti s produkcí odpadů ze skupiny 17, kde bilančně nejvýznamnější položku představují výkopové zeminy, je zajímavý jeden technický aspekt. Ze samotné produkce odpadů skupiny 17 není zřejmý další osud těchto odpadů. Obecně ale platí, že odpady z této skupiny jsou bez problémů a prakticky plně opětovně využívány a jejich negativní environmentální dopady jsou minimální.

Dílčí závěr k historii složení stavebních a demoličních odpadů

Analýza historických dat stavebních a demoličních odpadů za období, které je plně pokryto stávajícími informačními systémy ukazuje, že produkovaná množství a složení v této skupině odpadů korelují s velkými stavebními projekty a produkce odpadu zde na úrovni obce s rozšířenou působností skokově narůstá či klesá během jediného kalendářního roku. Veřejnosti není dostupná informace ohledně identifikace subjektu, který údaj ohlásil, ani další podrobnosti týkající se nakládání s ohlášeným odpadem. Samotné agentuře CENIA jsou tato data přístupná. Odpady ze skupiny 17 se zároveň zásadním způsobem propisují do údaje k celkové produkci odpadů v daném roce, jak je v tabulce 1 názorně ilustrováno srovnáním roků 2011 a 2021. Odečteme-li produkci stavebních odpadů od celkové produkce odpadů v České republice, dostaneme pro oba uvedené roky v podstatě stejný výsledek. Celková produkce pro rok 2021 je přitom o čtvrtinu větší než pro rok 2011.

4.1.2. Odpady z tepelných procesů

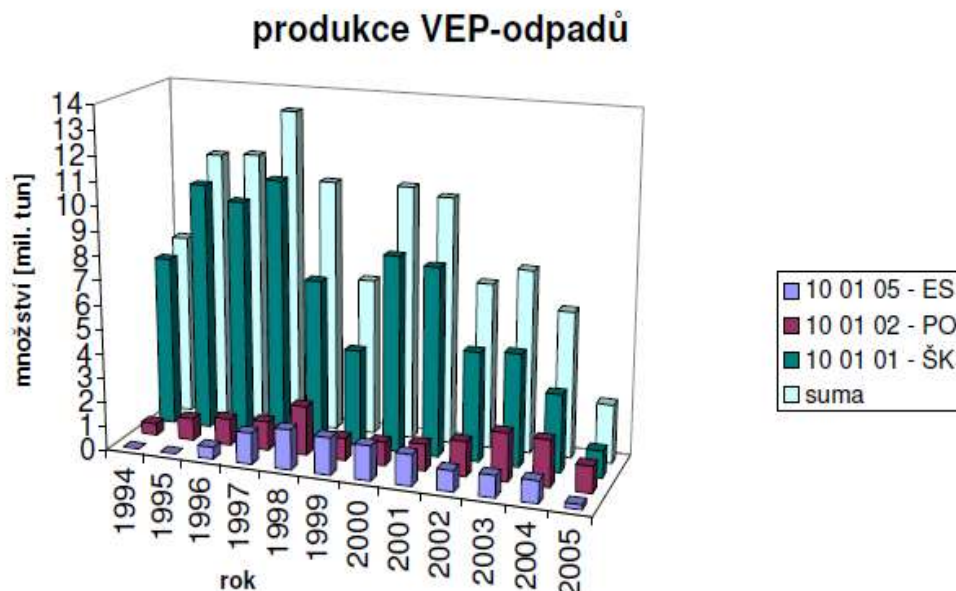
Specifickou skupinou odpadů je v kontextu této studie skupina odpadů 10 – tedy odpady z tepelných procesů. Z hlediska historického složení odpadů je tato skupina zajímavá tím, že zde došlo bez jakékoli technologické potřeby a bez reálné změny v nakládání ke skokovému snížení vykazované produkce. Analýza této skutečnosti je uvedena v dalším textu.

Zhruba do roku 2004 byly tuhé zbytky po spalování uhlí, případně po spalování jiných materiálů, považovány za odpad a vykazovány ve skupině 10. Jak bude podrobně ukázáno dále, jedná se tady každoročně o zhruba 10 000 000 tun odpadních materiálů. Pokud byly tyto odpadní materiály ukládány na běžných úložištích (typicky ve vlastnictví producenta a na jeho vlastním pozemku) nebyly vyžadovány poplatky za uložení. Ve zmíněném období se ovšem situace změnila a ze strany producentů začaly být zbytky po spalování uhlí (či jiných materiálů)

deklarovány jako výrobky. Vyvážení z kategorie odpad zde tedy nastalo čistě z ekonomických důvodů a administrativní cestou bez toho, že by se v nakládání s těmito materiály udály výraznější změny. S ohledem na rostoucí význam strategie oběhového hospodářství je užitečné si některé aspekty této skutečnosti v této studii upřesnit.

Skokové snížení produkce ve skupině odpadů 10 kolem roku 2004, které je vázáno na změnu formálního označení vedlo k zavedení pojmů „vedlejší energetické produkty“ případně „tuhé zbytky po spalování uhlí“. Druhý uvedený termín je doslovným překladem anglického „Coal Combustion Residues“ a příliš se nepoužívá. V České republice se mezi odbornou veřejností dobře zavedlo označení první, a to nejčastěji ve formě zkratkového slova „VEP“. Termín "vedlejší energetické produkty" (zkráceně tedy VEP) je v posledních letech používán pro souhrnné označení tuhých produktů odcházejících z elektrárenských a teplárenských kotlů. Do této skupiny materiálů náleží úletový popílek, ložový popel, struska, energosádrovec a různé směsné produkty těchto tří složek.

V České republice vzniká každý rok přibližně deset milionů tun vedlejších energetických produktů. Malá část tohoto množství je stále uvolňována do životního prostředí ve formě odpadů, větší část potom nabízena na trh ve formě výrobků. V kontextu tohoto příspěvku je zajímavý vývoj distribuce vedlejších energetických produktů zhruba v letech 1994 - 2005. Obecně platilo a stále platí, že pokud producent VEP označí daný materiál jako odpad, musí (kromě jiného) zaplatit poplatek za uložení odpadu a také příspěvek na finanční rezervu. Tato povinnost platí i v případě, kdy producent ukládá na svém vlastním pozemku. Jedná se tedy z pohledu producenta o nevíтанý výdaj, který lze eliminovat tím, že VEP prohlásíme za výrobek.



Obr. 3: Produkce jednotlivých typů VEP v letech 1994 - 2005 (ES - energosađrovec, PO - popílek, ŠK - struska)

Z Obr. 3 je zřejmé, že v daném časovém rozmezí (kromě roku 1999) relativně monotónním způsobem klesá celkové množství produkovaných VEP - odpadů, což dobře koresponduje s vývojem legislativy. Za platnosti postupně tří zákonu o odpadech (zákon č. 238/1991 Sb., zákon č. 125/1997 Sb. a zákon č. 185/2001 Sb.) byla stanovena různě vysoké sazby za ukládání odpadu a na finanční rezervu. Skoky ve výši poplatku plně korespondují se skoky v produkci VEP - odpadu. Posuneme-li se blíže současnosti, potom platí, že v České republice bylo v letech 2010 - 2014 energeticky využito 43,009; 45,896; 42,864; 39,791 respektive 38,886 milionů tun hnědého uhlí, a dále 5,478; 5,850; 4,727; 5,079 respektive 3,834 milionů tun černého uhlí. Při průměrné uvažované 25% popelnatosti můžeme tedy z obou typů uhlí v letech 2010 - 2014 uvažovat vznik popílku a strusky v množství 12,121; 12,937; 11,898; 11,218 respektive 10,680 milionů tun (bez energosádrovce)

Fyzikální, chemické, mineralogické, morfologické a technologické vlastnosti VEP jsou závislé na kvalitě a druhu, lokalitě a sloji použitého uhlí, na technologii spalovacího procesu, na způsobu odběru, u také na typu technologie odsíření. Pro spalování energetického uhlí můžeme v zásadě uvažovat tři typy kotlů - kotel roštový, granulační a fluidní.

Roštový kotel slouží ke spalování kusových tuhých paliv (cca 25-32 mm) v klidné vrstvě na roštu, který vytváří a udržuje vrstvu paliva požadované tloušťky a prodyšnosti. Teplota paliva ve vrstvě dosahuje až 1600 °C. Pevným produktem je zde škvára. V současné době je tento typ kotle využíván jen velmi zřídka.

V granulačním kotli se spaluje jemně namleté uhlí (70 % < 74 - μ m), které je injektováno hořáky do spalovacího prostoru. Nevýhodou je vznik většího množství jemnozrnných pevných odpadních produktu ze spalování. V granulačním kotli se teplota v jádru plamene pohybuje v rozmezí 1100 °C až 1500 °C podle druhu paliva tak, aby nedocházelo k tvorbě tekuté strusky a zastruskování kotle. Při ochlazení vzniká tuhá škvára, která padá ke dnu kotle tvarovanému jakovýsypka, odkud se trvale mechanicky nebo hydraulicky odvádí. Ve škváře se zachytí 15 až 25 % popelovin obsažených v uhlí. Jemný podíl tuhého zbytku - popílek - je po ochlazení spalin zachycován většinou na elektrostatických odlučovačích.

Fluidní kotle spalují drcené palivo (3-30 mm). Aktivní spalovací zónou je na zápalnou teplotu paliva ohřátý inertní materiál, který je vzduchovými přírady uveden do vířivého stavu. Do této vířivé vrstvy je přiváděno palivo. Rozlišují se dva typy fluidní vrstvy: stacionární (tzv. vroucí až bublinkující) a cirkulující. Pevné zbytky po spálení se nesmí spékat (docházelo by ke slepování částic), tj. musí mít maximální teplotu nižší, než je teplota měknutí popelovin. Provozní teplota spalování je tedy nízká, okolo 850 °C. Při přidávání vápence k uhlí probíhá odsířování spalin přímo již ve fluidní vrstvě. Produktem je tzv. fluidní popel.

Některé charakteristické parametry pro popílek a strusku (škváru) z různých typů kotlů jsou ukázány v Tab. 2 - 5. Zde je nutné uvést, že pojmy struska a škvára se často zaměňují. Norma ČSN 07 7002 „Likvidace tuhých zbytků po spalování“ definuje škváru jako tuhé zbytky po spalování uhlí ve vrstvě, odváděné přímo z roštového topeniště, strusku definuje jako tuhé zbytky po spalování uhelného prášku ve vnosu, odloučené přímo v topeništi-ohništi. Obvykle se struskou rozumí materiál, který prošel tavením, škvárou pak materiál, který tavením neprošel.

Tab. 2: Poměrné množství tuhých zbytků pro různé typy kotlů (ohnišť)

| ohnišťe | škvára, struska | popílek |
|---------------------|-----------------|-----------|
| roštové | 0,6-0,77 | 0,13-0,33 |
| práškové granulační | 0,1-0,2 | 0,75-0,85 |
| práškové výtavné | 0,35-0,5 | 0,40-0,55 |
| fluidní | 0,45-0,7 | 0,3-0,55 |

Tab. 3: Základní chemické složení škváry (v hmotnostních procentech)

| oxid | mostecké hnědé uhlí | sokolovské hnědé uhlí |
|------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| SiO ₂ | 11 - 60 | 14 - 17 |
| Fe ₂ O ₃ | 4 - 38 | 3 - 36 |
| Al ₂ O ₃ | 5 - 38 | 7 - 39 |
| TiO ₂ | 0,2 - 4 | 0,1 - 10 |
| CaO | 1,7 - 22 | 3,6 - 18 |
| MgO | 0,2 - 7,6 | 0,2 - 2,4 |
| K ₂ O+Na ₂ O | 0,7 - 3,6 | - |
| SO ₃ | 1,7 - 25 | 1,7 - 25 |

Tab. 4: Základní chemické složení popílku (v hmotnostních procentech)

| složka | černé uhlí [%] | hnědé uhlí [%] |
|--------------------------------|----------------|----------------|
| SiO ₂ | 52,1-57,9 | 50,2-51,2 |
| Al ₂ O ₃ | 20,6-27,3 | 22,3-25,6 |
| CaO | 1,4-6,1 | 3,5-4,5 |
| MgO | 1,9-3,9 | 2,4 |
| TiO ₂ | 0,8-1,1 | 1,4-1,5 |
| Fe ₂ O ₃ | 4,9-9,6 | 12,2-15,9 |
| Na ₂ O | 0,3-1,5 | 0,53-0,55 |
| K ₂ O | 2,9-3,4 | 0,97-1,15 |

Tab. 5: Složení klasického (granulační kotel) a fluidního popílku (v hmotnostních procentech)

| popílek | Zastoupení složek [%] | | | | | | | | | |
|----------|-----------------------|--------------------------------|-------|------|------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | TiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | SO ₃ | Na ₂ O | K ₂ O | ztráta žháním |
| klasický | 52,22 | 28,01 | 3,09 | 1,38 | 2,37 | 9,66 | 0,6 | 0,51 | 1,59 | 5,9 |
| fluidní | 42,34 | 19,44 | 18,21 | 2,49 | 1,55 | 5,79 | 5,26 | 0,37 | 1,41 | 10,7 |

Vedlejší energetické produkty nacházejí poměrně široké uplatnění v různých oblastech, zejména ve stavebnictví, při rekultivacích a v technologii stabilizace/solidifikace. Významná část těchto produktů dosud pouze směřuje na úložiště. V kontextu této studie je ale velmi důležité upozornit na skutečnost, že toto uplatnění není vázáno na formální statut materiálu. Pokud existuje reálná poptávka po určitém materiálu, je tato v dobře nastavených tržních podmínkách bez ohledu na to, je-li tento materiál odpadem nebo výrobkem. Jistý ekonomický tlak zde samozřejmě po roce 2004 nastal a projevuje se snahou navázat do každého volného prostoru, který je k dispozici, viz jeden z mnoha příkladů ukázaný na Obr. 4.



Obr. 4: Ukládání popílku z fluidního spalování hnědého uhlí do prostoru vytěžené pískovny.

Technicky racionální, ekonomicky podložené a environmentálně bezpečné využití nacházejí VEP již dlouhou řadu let ve stavebnictví, přičemž systematické zkoumání možností využívat tyto materiály ve stavebnictví se začalo již ve 30. letech 20. století v USA. Je zde potom do značné míry lhostejné, mají-li tyto materiály statut výrobku nebo odpadu.

Použití VEP ve stavebnictví lze rozdělit do dvou základních skupin: 1) výroba stavebních materiálů a jejich využití ve stavebnictví, 2) využití v dopravním a pozemním stavitelství. Pro stavebnictví je obecně důležité, jaké složky popílek obsahuje z hlediska mineralogie. Odlišují se zde čtyři složky: hydraulicky aktivní složky (hlinitokremicité minerály, skla, vápenaté alumináty, vápenaté silikáty), nehydraulické minerály – někdy působící jako budiče hydraulicity (anhydrit, CaO, MgO), iniciační - budící složky hydraulicity (sulfidy, alkalické soli) a inaktivní látky (krystalický křemen, hematit, magnetit, kyselé silikáty, mullit). Jako příklady specifických postupů stavební výroby s využitím VEP lze zmínit proces peletizace (zvlhčování popílku vodou v rotujícím agregátu, kde výsledné pelety lze využít jako podsypový, zásypový, stavební, izolační materiál), výrobu umělého kameniva (technologie výroby za studena, technologie za zvýšené teploty, technologie za zvýšené teploty a tlaku a technologie spékáním, kde výsledné kamenivo lze použít pro výrobu betonu), výrobu cihel

(kde VEP mohou sloužit jako plastifikační přísada a lehčivo zvyšující pórovitost, neboť obsahuje spalitelné látky), výrobu maltovin (kde VEP vystupují nejen jako výplň směsi, ale využívá se i jejich pucolánové a případně i hydraulické aktivity), výrobu cementu (kde VEP tvoří jednu ze složek surovinových směsí nebo hydraulickou přísadu pro regulaci tuhnutí), výrobu izolačních materiálů a výrobu keramiky. Pro využití v dopravním stavitelství jsou VEP jak z úložišť, tak i přímo z odběrných míst v elektrárnách využívány pro výstavbu a údržbu dopravních staveb pro zhutněné násypy, zásypy a obsypy jako pojivo nebo jako příměs kameniva. Popílek lze použít i pro suspenzi pro prolití kamenné kostry (kamenivo zpevněné popílkovou suspenzí, tzv. KAPS).

Technologie stabilizace/solidifikace je jedním ze způsobů fyzikálně-chemické úpravy odpadu. Technologie stabilizace/solidifikace se používá hlavně pro zpracování anorganického odpadu k zadržování především těžkých kovů. Stabilizace je přeměna odpadu na nerozpustný produkt pomocí chemických procesů či jeho zachycení na vhodný sorbent. Solidifikace je založena na zpevnění odpadu, dy se do formy bloku převádí roztok, suspenze apod. Účelem solidifikace je zamezení či zpomalení migrace nebezpečné složky do životního prostředí (omezení vyluhovatelnosti) a získání produktu v snadno manipulovatelné formě. Pro zpevnění odpadu se používají různé druhy materiálu, které někdy chemicky reagují s odpadem, jindy pouze obalují jeho částice bez probíhajících chemických reakcí. Jako aktivní pojiva jsou nejčastěji používána maltotvorná, hydraulická pojiva - různé druhy cementu (cementace), vápno apod. Lze použít také směs cementu a popílku. Jako solidifikační pojivo lze využít i samotné fluidní popílky.

Dlouhodobě využívaným způsobem nakládání s VEP je jejich umístění na úložištích. Standardním typem úložiště je odkaliště, kde se popílky a strusky mohou ukládat ve formě hydrosměsi tzv. plavením. Na odkališti dochází k usazování tuhých částic. Čistá voda z povrchu se přepadovým systémem odebírá a čerpá zpět nebo se vypouští do vodního toku. Po vyplavení jedné etáže („patra“) se na obvodu odkaliště vybuduje tzv. zvyšovací hráze, vytvoří se tak nový bazén ve vyšší patře. Hráze odkaliště jsou vybaveny drenážním systémem zabráňujícím průsakům vody z prostoru odkaliště do okolí. Popílek může být ukládán také v hlubinných dolech, kdy se smíchaný s vodou splavuje potrubím do podzemí jako tzv. základková směs. Někdy se přidává do směsi ještě cement pro zvýšení pevnosti. Poměr popílku a vody fáze se pohybuje od 0,6 do 1 kg na jeden litr vody. Postup se využívá k sanaci opuštěných důlních děl – plavenou směsí se díla vyplní nebo se vytvářejí izolační hráze či žebra pro jejich uzavření. Na území České republiky není potom výjimečné ani prosté ukládání nijak neupravených VEP na nechráněný povrch terénu.

Výše naznačený výčet způsobů využití VEP je stále doplňován a nové postupy, z nichž je zde jako ilustrativní příklad zmíněno možné surovinové využití. Vedlejší energetické produkty jsou z největší části tvořeny oxidy křemíku, hliníku, železa, vápníku a některých dalších běžných prvků. Tuto základní matici popílků a strusek potom ale doplňuje široké spektrum minoritních či stopových prvků, mezi kterými lze jmenovat například rubidium, cesium, galium a germanium, dále přechodné kovy (skandium, titan, vanad) a lanthanoidy (lanthan, cer, praseodym, neodym, samarium, gadolinium, erbium, thulium). Za nejhodnotnější minoritní složku VEP jsou obecně považovány tzv. prvky vzácných zemin. Technologické postupy pro separaci zájmových prvků jsou v současné době teprve vyvíjeny.

Téměř úplné vyjmutí vedlejších energetických produktů z působnosti zákona o odpadech, ke kterému došlo kolem roku 2004, nabídlo producentům možnost distribuovat popílky a strusky bez výraznějších omezení na území České republiky. U řady způsobů nakládání lze potom zaznamenat značný potenciál ohrožení složek životního prostředí. Ilustrativní příklad takového způsobu nakládání je ukázán na Obr. 2., kde je popílek z fluidních kotlů ukládán do vytěžené části pískovny. Každoročně ukládané množství zde činí cca 200 000 tun, přičemž popílek je ukládán prakticky za sucha, respektive zřejmě po dílčím zvlhčení, které ale například prašnost příliš neomezuje. Pokud by tento ukládaný popílek byl deklarován jako odpad, musel by splnit vcelku rozsáhlý soubor kritérií určených pro ukládání odpadu na povrchu terénu. Fakticky je ale popílek ukládán se statutem certifikovaného produktu, což v praxi znamená, že musí splnit pouze taková kritéria, které si producent sám určí a jejichž splnění si posléze nechá osvědčit certifikačním orgánem.

Tabulka 6: Celkové množství odpadů produkovaných v České republice s vymezením odpadů z tepelných procesů:

| | celkové množství odpadů produkovaných v ČR | | odpady z tepelných procesů | |
|------|--------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| | celkem (tun) | z toho nebezpečný (tun) | celkem (tun) | z toho nebezpečný (tun) |
| 2021 | 39 896 584 | 1 636 744 | 1 086 168 | 153 366 |
| 2020 | 38 503 658 | 1 781 816 | 1 163 788 | 139 562 |
| 2019 | 37 362 257 | 1 758 505 | 1 439 436 | 126 568 |
| 2018 | 37 784 843 | 1 767 965 | 1 782 032 | 141 604 |
| 2017 | 34 512 615 | 1 507 679 | 1 755 342 | 192 611 |
| 2016 | 34 242 076 | 1 443 759 | 1 807 099 | 151 407 |
| 2015 | 37 338 298 | 1 503 979 | 1 882 484 | 132 541 |
| 2014 | 32 028 422 | 1 565 888 | 1 858 591 | 127 842 |
| 2013 | 30 620 616 | 1 443 358 | 2 124 872 | 120 052 |
| 2012 | 30 023 111 | 1 636 790 | 1 949 153 | 194 281 |
| 2011 | 30 672 123 | 1 840 809 | 1 965 194 | 234 208 |
| 2010 | 31 811 245 | 1 784 126 | 2 236 190 | 209 605 |
| 2009 | 32 267 286 | 2 161 390 | 2 736 186 | 203 580 |

Dílčí závěr k historii složení odpadů z tepelných procesů

V České republice vzniká každý rok při spalování uhlí přibližně 10 milionů tun vedlejších energetických produktů - zejména popílku a strusky. Zhruba do roku 2000 byla většina tohoto množství považována za odpad, poté byly během několika málo let tyto materiály ve své naprosté většině prohlášeny za výrobky, bez toho, že by došlo k výraznější změně v nakládání. Proces přeměny vedlejších energetických produktů z odpadu na výrobek ilustruje některá rizika, která mohou v budoucích letech provázet zavádění principů oběhového hospodářství do praxe.

4.2. Komunální odpady

Za nejvýznamnější skupinu odpadů můžeme v rámci řešeného projektu považovat odpady komunální. Právě na tuto skupinu odpadů jsou vázány aktuální progresivní strategie (zejména strategie cirkulární ekonomiky, identifikace druhotných surovin a jejich maximální využívání, povinné využívání recyklátů) a právě sem je nasměrována většina pozornosti odborné i laické veřejnosti. Současné platí, že ke komunálním odpadům je ve veřejně dostupných zdrojích nejvíce číselných dat.

Komunální odpady (tedy odpady skupiny 20) představují v celkové produkci odpadů v České republice vcelku významný podíl, což je zejména zřejmé, když odečteme navíc stavební a demoliční odpady, které si čistě technicky a s jistou nadsázkou označení „odpad“ v podstatě nezaslouží. Souhrnná číselná data k produkci komunálních odpadů jsou ukázána v tabulce 7. V uvedené celkové produkci je vždy zahrnuto množství komunálních odpadů od obyvatel spolu s odpadem živnostenským, který je svým složením v podstatě totožný a je také stejným způsobem svážen.

Tabulka 7: Celkové množství odpadů produkovaných v České republice s vymezením komunálních odpadů:

| | celkové množství odpadů produkovaných v ČR | | komunální odpad | |
|------|--------------------------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|
| | celkem (tun) | z toho nebezpečný (tun) | celkem (tun) | z toho nebezpečný (tun) |
| 2021 | 39 896 584 | 1 636 744 | 5 999 720 | 40 708 |
| 2020 | 38 503 658 | 1 781 816 | 5 765 570 | 43 799 |
| 2019 | 37 362 257 | 1 758 505 | 5 763 843 | 41 651 |
| 2018 | 37 784 843 | 1 767 965 | 5 634 539 | 38 190 |
| 2017 | 34 512 615 | 1 507 679 | 5 542 537 | 38 115 |
| 2016 | 34 242 076 | 1 443 759 | 5 453 139 | 39 742 |
| 2015 | 37 338 298 | 1 503 979 | 5 133 755 | 38 335 |
| 2014 | 32 028 422 | 1 565 888 | 5 184 788 | 37 743 |
| 2013 | 30 620 616 | 1 443 358 | 5 028 289 | 38 308 |
| 2012 | 30 023 111 | 1 636 790 | 5 042 114 | 36 355 |
| 2011 | 30 672 123 | 1 840 809 | 5 231 822 | 31 890 |
| 2010 | 31 811 245 | 1 784 126 | 5 223 789 | 31 919 |
| 2009 | 32 267 286 | 2 161 390 | 5 125 081 | 33 217 |

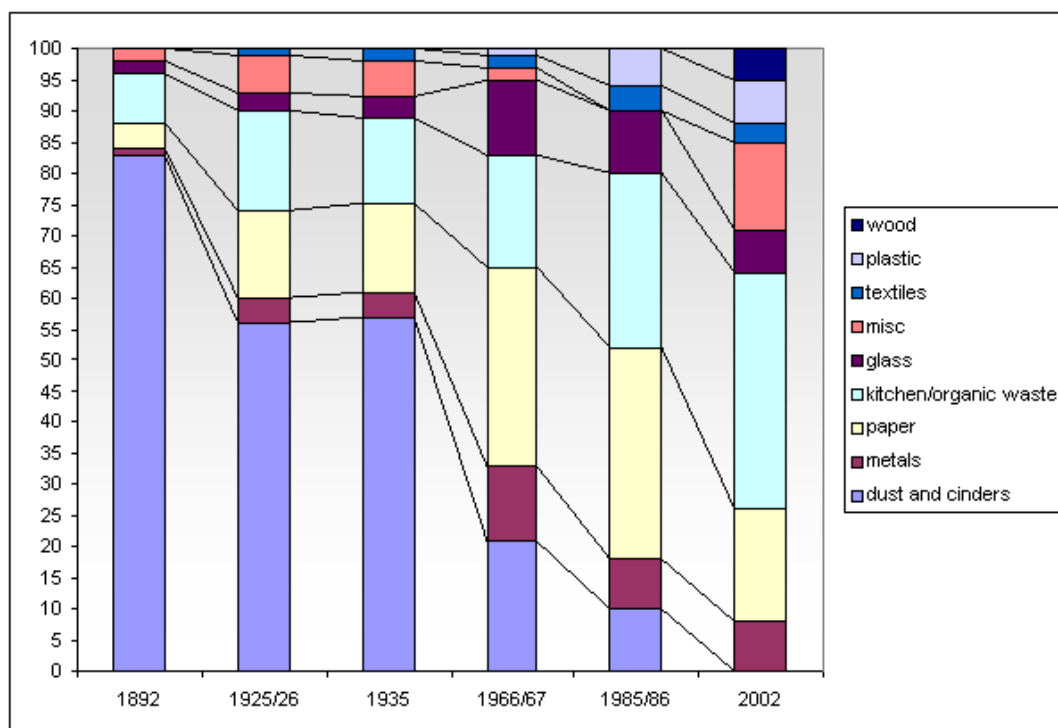
Historické složení komunálního odpadu lze věrohodně doložit zhruba od druhé poloviny devatenáctého století. Pojem „komunální odpad“ byl v této době téměř výhradně vázán na městské aglomerace a byl za něj považován odpad z domácností a odpad shromážděný při úklidu ulic. Dominantní složkou komunálního odpadu zde byl popel z lokálního vytápění, v menší míře byly zastoupeny smetky. Z této doby je již k dispozici fotografická dokumentace, jejíž ilustrativní příklady jsou ukázány na Obr. 5 a 6.



Obr. 5 a 6: Shromažďování komunálního odpadu na úrovni velkoměsta, jeho svoz a ukládání na zvolené lokalitě.

Vývoj složení komunálního odpadu v průběhu dvacátého století je ukázán na Obr. 7, kde je velmi názorně vidět celkový dopad technologického vývoje na strukturu odpadu, opět na úrovni velkého města. V první řadě zde mezi počátkem a koncem století prakticky vymizel popel, a to díky přechodu z lokálního na centrální vytápění. Širší používání obalových materiálů (jak z hlediska jejich množství, tak i komplexnější strukturou materiálů) vedlo k jejich postupně rostoucímu zastoupení ke výslednému odpadu. Zásadním způsobem během jednoho století narostlo zastoupení biologicky rozložitelného podílu. Zde uvedený sloupcový diagram poskytuje ohledně této frakce odpadu bohužel jen velmi hrubou představu. Bližší zkoumání ukazuje, že biologicky rozložitelnou frakci tvořily na počátku dvacátého století typicky jen nezpracovatelné části potravinářských surovin, nejvýše potom zkažené potraviny. Představa, že by se na komunální úrovni v této době do odpadu dostávalo jídlo, je prakticky vyloučená. Přebytky potravin a nešetrné zacházení s nimi nicméně ve druhé polovině století skutečně vedly k jejich ukládání do odpadu. Zajímavý je zde poměrně málo stoupající podíl skla, přesněji skleněných obalů, na které se již řadu desetiletí váže velmi efektivní systém recyklace a zpětného využití.

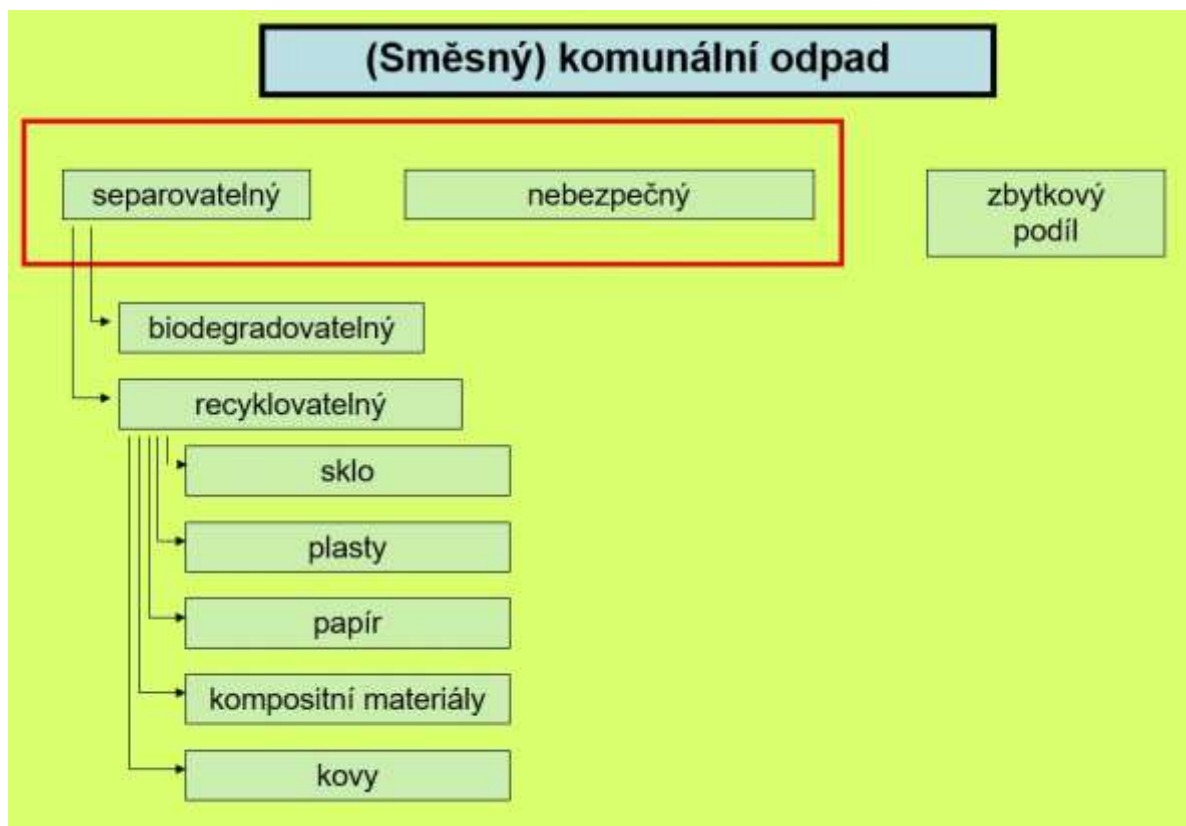
Na tomto místě je zapotřebí upozornit, že vývoj složení komunálních odpadů mimo velké městské aglomerace probíhal se značným zpožděním, a i dnes je při fyzickém zkoumání struktury komunálních odpadů velmi výrazný rozdíl mezi velkým městem, malým městem a vesnicí. Je ještě v čerstvé paměti, že zavádění popelnic do chatových osad (a zavedení odpovídajícího poplatku) budilo silný odpor majitelů chat, kde zásadní (a zcela pravdivý) argument vyzníval ve smyslu – „já žádný odpad neprodukuji a tedy popelnici nepotřebuji“.



Obr. 7: Změny ve složení komunálního odpadu v průběhu dvacátého století (*Waste and Recycling: an exploration of contemporary environmental policy. Sources: Atkinson, W. and New, R. (1993)*)

Současné složení komunálního odpadu, a to v národním i evropském náhledu, vystihuje diagram ukázaný na Obr. 8. Zde jsou plně v souladu s platnou legislativou definovány jednotlivé složky komunálního odpadu a zároveň také podchycena primární logika separovaného sběru, včetně oddělení nebezpečných složek. Zde je nutné připomenout, že podle stávajícího zákona o odpadech (i podle zákonů předcházejících) se na komunální odpad nepohlíží jako na odpad nebezpečný i v případě, kdy nebezpečné složky obsahuje, přesněji řečeno je s nimi smíchán. Tato velmi neobvyklá dikce zákona reflektuje skutečnost, že zkontrolovat každou popelnici na obsah nebezpečných složek reálně nelze a jediný funkční mechanismus spočívá v disciplíně obyvatel či živnostníků. Komunální odpad se tedy v současné době primárně dělí na separovatelné složky a tzv. zbytkový odpad. Na této úrovni je nastaveno i financování, kde nakládání s vyseparovanými složkami zajišťuje (v jistém zjednodušení) stát, zatímco odstranění zbytkového odpadu jde za obcí. Zbytkový odpad je nyní buď ukládán na skládky či navážen do spaloven. U separovaných složek existuje trvalá snaha o jejich maximální možnou recyklaci. Pro nejbližší budoucnost lze v uvedené struktuře očekávat dvě výrazně změny. První se bude týkat separace textilních materiálů nad rámec dnes obvyklé charity, druhá potom možného zálohování PET lahví. O obou těchto možných změnách se vedou intenzivní diskuse a je zřejmé, že zejména zavedení druhé změny by výrazně ovlivnilo složení zbytkového komunálního odpadu, neboť by s velkou pravděpodobností došlo k poklesu nyní velmi vysoké občanské disciplíny při separaci plastů.

Průměrné procentuální zastoupení jednotlivých složek komunálního odpadu je pro celoevropskou úroveň ukázáno na Obr. 9.

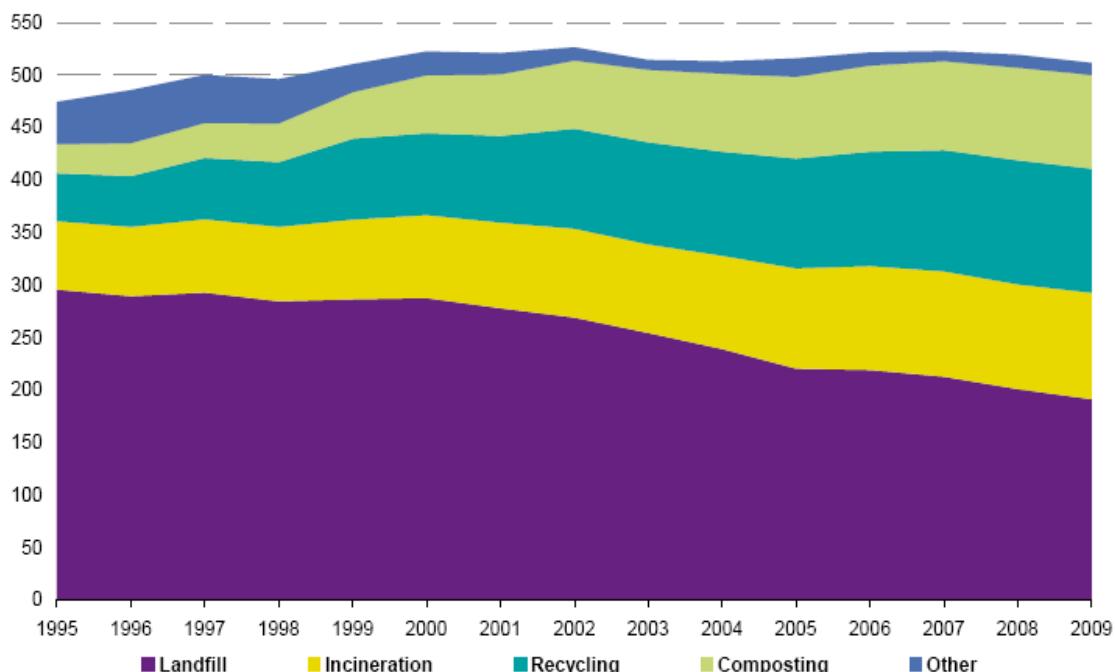


Obr. 8: Základní struktura komunálního odpadu platná pro současnou dobu



COMPONENTS OF U.S. MUNICIPAL WASTE

Obr. 9: Průměrně celkové složení komunálního odpadu v členských zemích EU, číselné údaje zde odpovídají celkovému složení, tedy bez uvážení separovaného sběru.



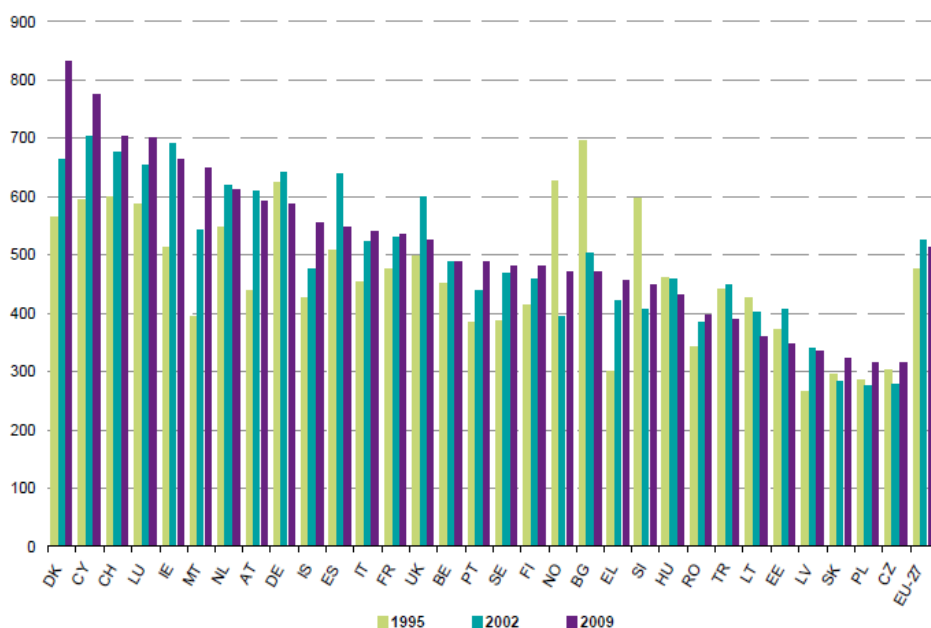
Obr. 10: Základní způsoby nakládání s komunálním odpadem v rámci členských zemí EU, data zprůměrována pro 27 členských států

S vývojem historické struktury složení komunálních odpadů úzce souvisí také otázka produkovaných množství na úrovni jednotlivých členských států EU (neboť zde se fakticky odpadová legislativa tvoří) a rovněž tak otázka dalšího nakládání s komunálním odpadem.

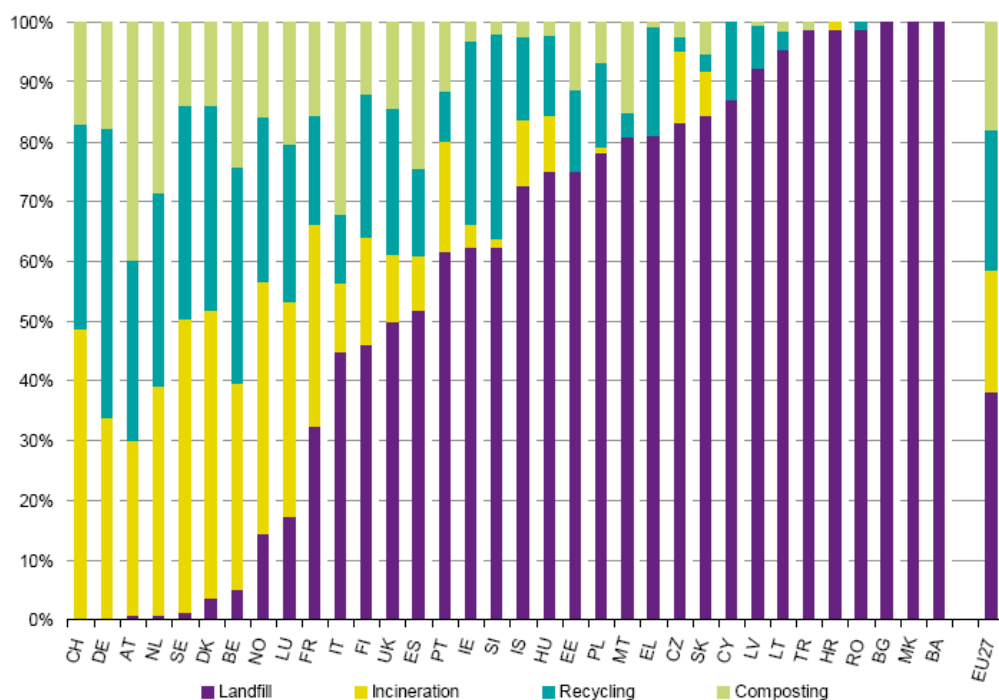
Základní způsoby nakládání s komunálním odpadem v průřezovém vyjádření pro celou EU jsou pro dvě nedávné dekády ukázány na Obr. 10. Zcela zřejmý je z uvedeného grafu postupný generelní odklon od skládkování a narůstající podíl energetického či materiálového využití vyseparovaných složek. Data ukázaná na Obr. 10 končí rokem 2009, kdy se ještě nezačaly projevovat aktuální environmentální strategie, které zcela nepochybně znázorněné trendy ještě více urychlí.

Průřezová data ukázaná na Obr. 10 lze na základě dat generovaných agenturou EUROSTAT upřesnit až na úroveň jednotlivých členských zemí, jak je ilustrováno na Obr. 11 a 12. Jsou zde zcela zřejmé zásadní rozdíly jak ve struktuře a množství odpadu, tak i z hlediska nakládání s komunálním odpadem. Podrobnější interpretace, která by šla nad rámec dat na Obr. 11 a 12 by již vyžadovala mnoho doplňujících informací a toto není z hlediska účely této souhrnné zprávy zapotřebí. Z pozice České republiky jsou zde ale důležité dvě skutečnosti. V první řadě vykazuje Česká republika nejmenší jednotkovou produkci komunálního odpadu, při vztahování na počet obyvatel. Interpretace této skutečnosti není jednoduchá, nicméně jistou nápoděvu dává fakt, že na druhém konci spektra leží Dánsko – tedy země s extrémně citlivým přístupem k ochraně prostředí, zejména prostředí své země. Možným vysvětlením je vysoký standard bydlení v Dánsku (rodinný dům se zahradou), kde se do produkce komunálního odpadu počítá pravidelně ošetřovaný trávník. Druhou důležitou skutečností je potom relativně vysoký podíl skládkování ve srovnání se dvěma důležitými sousedy – Rakouskem a Německem.

Figure 1: Municipal waste generated by country in 1995, 2002 and 2009, sorted by 2009 level (kg per capita)



Obr. 11: Produkce komunálního odpadu v rozmezí dvou dekad na jednoho obyvatele



Obr. 12: Základní způsoby nakládání s komunálním odpadem podle členských zemí EU

Dílčí závěr k historii složení komunálních odpadů

Složení komunálních odpadů bylo podrobně studováno pro období, které začíná druhou polovinou devatenáctého století. Byly zde identifikovány a doloženy zásadní změny v typových materiálech, které komunální odpad tvoří a jejich proměna v čase a v rámci členských zemí EU. Byla ukázána vazba mezi složením komunálního odpadu a způsobem nakládání s ním.

5. Experimentální aktivity v rámci balíčku 2C

Pro další etapy balíčku 2C projektu „Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost“ se jako významné ukázaly být i experimentální aktivity. Pro studium historického složení komunálních odpadů tak byla vybrána a dohodnuta možnost odběru vzorků na skládce Ekologie s.r.o. v Lánech. Na této skládce bylo využito dočasné otevření staré (již zatěsněné a rekultivované etapy) pro odběr reprezentativního vzorku dříve uloženého odpadu. Jednalo se o odpad navážený na konci devadesátých let, tedy v době, kdy ještě nebyl v provozu stávající separovaný sběr elektrošrotu a rovněž tak nebyla významněji oddělována biologicky rozložitelná frakce. Přibližně deset tun zpětně odtěženého odpadu bylo nejprve síťováním zbaveno technologického materiálu, z nadsítné frakce byl kvartováním získán vzorek o hmotnosti 200 kg a tento vzorek byl následně zpracován na čtvrtprovozních zařízeních (čelistový drtič, síťování, magnetická separace). Na takto získaných dílčích frakcích jsou dále prováděny experimenty zacílené na stanovení prvkového složení, obsahu kontaminujících látek, výhřevnosti, parametru AT₄ a další parametry. Provedené experimenty jsou ilustrovány na Obr. 13 a 14.



Obr. 13: Odtěžování komunálního odpadu uloženého ve skládce po dobu 20 let



Obr. 14: Mechanická předúprava reprezentativního vzorku historického komunálního odpadu zacílená na získání analytických vzorků.

6. Závěr a shrnutí

V průběhu hodnoceného roku řešení balíčku 2C, projektu „Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost“ byl vytvořen plánovaný výsledek s kódem SS 02030008 – V146 a plným názvem: „*Souhrnná zpráva k historickému vývoji složení odpadu v ČR a zahraničí*“. V souladu s plánem byly činnosti nutné pro dosažení výsledku zacíleny na tři bilančně nejvýznamnější skupiny odpadů – tedy odpady skupiny 10, 17 a 20. Ke každé z těchto skupin byla na základě veřejně přístupných dat provedena analýza složení.

Na základě shrnutí dílčích závěrů lze konstatovat dále uvedené skutečnosti.

Analýza historických dat stavebních a demoličních odpadů (tedy odpadů skupiny 17) za období, které je plně pokryto stávajícími informačními systémy ukazuje, že produkovaná množství a složení v této skupině odpadů korelují s velkými stavebními projekty a produkce odpadu zde na úrovni obce s rozšířenou působností skokově narůstá či klesá během jediného kalendářního roku. Veřejnosti není dostupná informace ohledně identifikace subjektu, který údaj ohlásil, ani další podrobnosti týkající se nakládání s ohlášeným odpadem. Samotné agentuře CENIA jsou tato data přístupná. Odpady ze skupiny 17 se zároveň zásadním způsobem propisují do údaje k celkové produkci odpadů v daném roce, jak je v tabulce 1 názorně ilustrováno srovnáním roků 2011 a 2021. Odečteme-li produkci stavebních odpadů od celkové produkce odpadů v České republice, dostaneme pro oba uvedené roky v podstatě stejný výsledek. Celková produkce pro rok 2021 je přitom o čtvrtinu větší než pro rok 2011.

V České republice vzniká každý rok při spalování uhlí přibližně 10 milionů tun vedlejších energetických produktů, zejména popílku a strusky, které se při získání statutu odpadu řadí pod skupinu 10. Zhruba do roku 2000 byla většina tohoto množství považována za odpad, poté byly během několika málo let tyto materiály ve své naprosté většině prohlášeny za výrobky, bez toho, že by došlo k výraznější změně v nakládání. Proces přeměny vedlejších energetických produktů z odpadu na výrobek ilustruje některá rizika, která mohou v budoucích letech provázet zavádění principů oběhového hospodářství do praxe.

Složení komunálních odpadů bylo podrobně studováno pro období, které začíná druhou polovinou devatenáctého století. Byly zde identifikovány a doloženy zásadní změny v typových materiálech, které komunální odpad tvoří a jejich proměna v čase a v rámci členských zemí EU. Byla ukázána vazba mezi složením komunálního odpadu a způsobem nakládání s ním.