

## **Souhrnná zpráva balíčku 1.E popisující postupy při tvorbě platformy PruSYM a databáze a rozšířené platformy ParaBAT za rok 2023**

Monika Vitvarová

Aleš Paulu

Jan Vlachý

Vladimír Kočí

## Obsah

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Úvod</b>                                                                                        | 4  |
| <b>2. Databáze ParaBAT</b>                                                                            | 4  |
| 2.1. Databáze ParaBAT                                                                                 | 4  |
| 2.2. Platforma pro sdílení a analýzu environmentálních indikátorů z databáze ParaBAT                  | 5  |
| 2.2.1. Struktura platformy databáze ParaBAT                                                           | 5  |
| 2.2.2. Struktura environmentálních faktorů/indikátorů                                                 | 7  |
| 2.2.3. Výstupy databáze ParaBAT a její platformy pro sdílení a analýzu dat                            | 8  |
| 2.3. Použitelnost dat z databáze a platformy pro sdílení a analýzu dat ParaBAT                        | 10 |
| 2.4. Softwarové prostředí a základní požadavky pro použití platformy pro sdílení dat databáze ParaBAT | 11 |
| <b>3. Platforma PruSym</b>                                                                            | 11 |
| 3.1. Vize platformy PruSym                                                                            | 11 |
| 3.2. Rešerše průmyslové symbiózy a identifikace klíčových průmyslových odvětví                        | 12 |
| 3.3. Návrh uživatelského rozhraní platformy PruSym                                                    | 12 |
| 3.4. Sběr dat pro platformu                                                                           | 13 |
| 3.5. Tvorba environmentálního modelu                                                                  | 14 |
| 3.6. Tvorba modelu dopravy                                                                            | 16 |
| 3.7. Tvorba cenového modelu                                                                           | 17 |
| 3.8. Tvorba výpočtového jádra a webové aplikace PruSym                                                | 22 |
| 3.9. Testování a prezentace platformy PruSym                                                          | 23 |
| 3.10. Uživatelský návod pro používání pilotní verze platformy PruSym                                  | 24 |
| <b>4. Propojení platformy PruSym a databáze ParaBAT s platformou sdílení a analýzy dat</b>            | 27 |

## Seznam Obrázků

|                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obrázek 1: Model pro databázi ParaBAT v softwarovém prostředí Expert for LCA – Elektrická oblouková pec .....                                                            | 5  |
| Obrázek 2: Platforma pro sdílení a analýzu dat – databáze ParaBAT.....                                                                                                   | 6  |
| Obrázek 3: Sestava zobrazující vybrané parametry zdrojů z platformy databáze ParaBAT – Karta zdroje .....                                                                | 9  |
| Obrázek 4: Sestava zobrazující vybrané parametry analyzovaných technologií zachytu BAT/BREF .....                                                                        | 9  |
| Obrázek 5: Postup tvorby emisní mapy technologie zachytu s dat získaných z modelů technologií v databázi ParaBAT .....                                                   | 10 |
| Obrázek 6: Změna ročního objemu emisí pro kategorii BAT 1(v) (vlevo) a environmentální profilu zdroje na úrovni indikátoru PEF (vpravo) pro roky 2017-2020.....          | 11 |
| Obrázek 7: Návrh uživatelského rozhraní platformy PruSym v softwaru Figma .....                                                                                          | 13 |
| Obrázek 8: Uhlíková stopa nakládání s 1 kg vybraných odpadů a druhotných surovin produkovaných na území České republiky, včetně dopravy 1000 km daného materiálu. ....   | 15 |
| Obrázek 9: Výsledky environmentálního pontifikátu průmyslové symbiózy v České republice pro vedlejší energetické produkty a stavební a demoliční odpady. ....            | 16 |
| Obrázek 10: Základní struktura návrhu LCC modelu - pevné odpady/druhotné produkty z velkých spalovacích zařízení .....                                                   | 19 |
| Obrázek 11: Výstupy modelu pro možné alternativní scénáře nakládání s odpadem/druhotným produktem s vyčíslením klíčových ekonomických parametrů (cen).....               | 20 |
| Obrázek 12: Výstupy modelu pro možné alternativní scénáře nakládání s odpadem/druhotným produktem s vyčíslením klíčových ekonomických parametrů (cen) – druhá část ..... | 20 |
| Obrázek 13: Výstupy modelu pro možné alternativní scénáře nakládání s odpadem/druhotným produktem s vyčíslením klíčových ekonomických parametrů (cen) – část 3.....      | 21 |
| Obrázek 14: Vizualizace/Mapa ekonomicky efektivních přínosů implementace symbiózy druhotných produktů/pevných odpadů za primární suroviny. ....                          | 22 |
| Obrázek 15: Sekce pro sdílení dat mezi platformou PruSym, modelem dopravy a databází s platformou pro sdílení a analýzu dat ParaBAT. ....                                | 28 |

## 1. Úvod

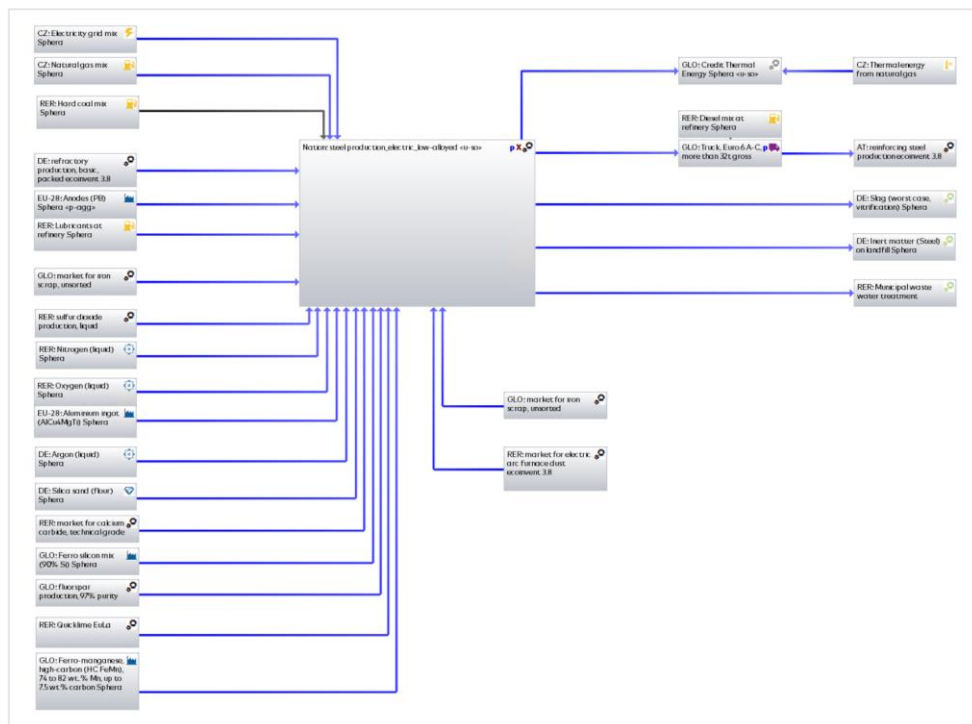
Souhrnná zpráva shrnuje hlavní postupy při vývoji a ověření platformy PruSym a databáze ParaBAT, respektive její rozšiřující platformu pro sdílení dat v databázi MS Access. Shrnuje základní strukturu obou ústředních aktivit včetně modelu LCC pro zahrnutí ekonomických/cenových aspektů implementace průmyslové symbiózy pro pevné odpady, respektive sekundární surovinu.

## 2. Databáze ParaBAT

Následující část souhrnné zprávy shrnuje dosavadní postupy při vývoji Databáze ParaBAT respektive její rozšíření o platformu sdílení dat v softwarovém prostředí MS Access a návrh propojení s platformou PruSYM.

### 2.1. Databáze ParaBAT

Cílem databáze paraBAT bylo vytvoření environmentálního profilu technologií a zdrojů splňující požadavky kategorií BAT/BREF v podmínkách České Republiky s využitím postupů LCA (tj. metodiky posuzování životního prostředí) a metodiky Evropské unie pro environmentální hodnocení produktů, tzv. Environmentální stopu produktu verze 3.0, respektive 3.1 (PEF 3.0/3.1 – Product Environmental Footprint). Modely systémů a technologií byly vytvořeny v softwarovém prostředí Expert for LCA, respektive Sphera, či Gabi. Tyto modely umožňují analyzovat vliv snižování emisních limitů z pohledu environmentálních dopadů. Ukázka modelu pro databázi ParaBAT umožňující analyzovat environmentální dopady změny limitů BAT/BREF pro Elektrickou obloukovou Pec (EAF) v softwarovém prostředí Expert for LCA je zobrazen na obr. 1.



Obrázek 1: Model pro databázi ParaBAT v softwarovém prostředí Expert for LCA – Elektrická oblouková pec

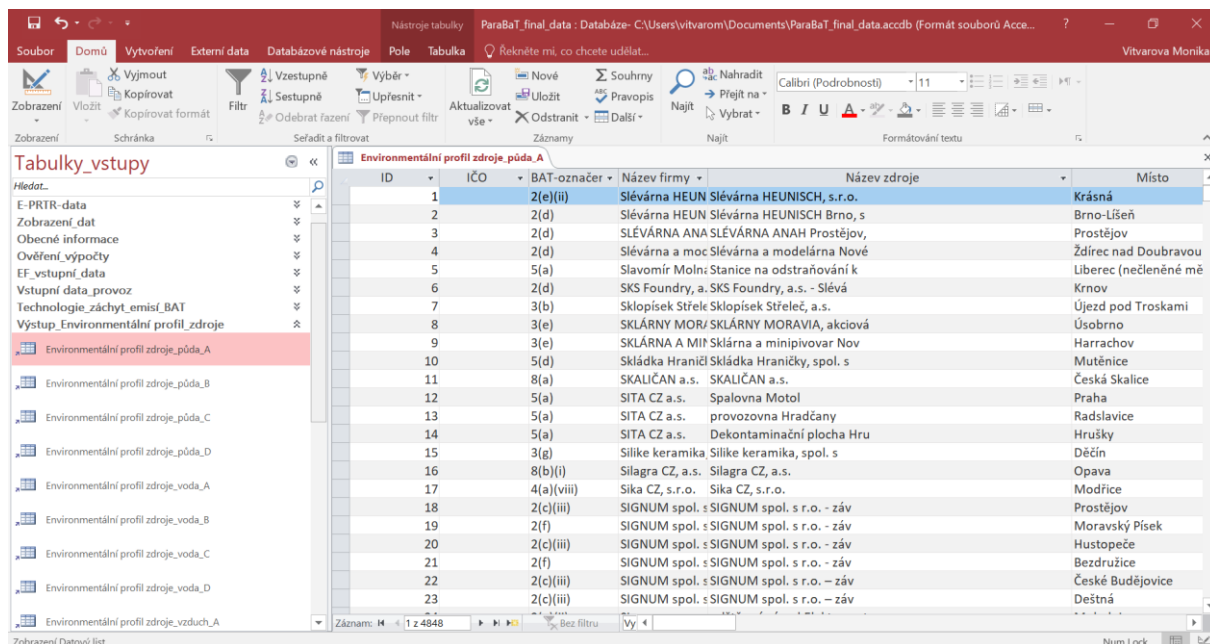
Výstupem modelů je set environmentálních indikátorů na úrovni tzv. charakterizace (např. uhlíková stopa či Klimatická změna, Vodní stopa, Acidifikace atd.) a na úrovni souhrnného indikátoru Environmentální stopy produktu.

## 2.2. Platforma pro sdílení a analýzu environmentálních indikátorů z databáze ParaBAT

Po diskuzi se zástupci MŽP byla databáze ParaBAT rozšířena o novou platformu pro sdílení a analýzu environmentálních indikátorů analyzovaných systémů. Pro sdílení a analýzu setů dat pro jednotlivé kategorie BAT/BREF bylo využito softwarového prostředí MS Access 2016 a vyšší a rozšíření/modifikace hranice systému, respektive environmentálních indikátorů pro jejich jednoduché použití a následné využití pro vnitřní analýzy externího uživatele včetně začlenění dat s platformy PruSYM, jejíž struktura je popsána v další části této souhrnné zprávy.

### 2.2.1. Struktura platformy databáze ParaBAT

Databáze je strukturována formou tabulek a sestav s integrovanými výpočty tzv. environmentálního profilu zdroje, rozděleného do tří oddělených prostředí (vzduch, voda a půda). Základní zobrazení platformy je ukázáno na obr. 2



| ID | IČO | BAT-označení | Název firmy                                | Název zdroje          | Místo |
|----|-----|--------------|--------------------------------------------|-----------------------|-------|
| 1  |     | 2(e)(ii)     | Slévárna HEUN Slévárna HEUNISCH, s.r.o.    | Krásná                |       |
| 2  |     | 2(d)         | Slévárna HEUN Slévárna HEUNISCH Brno, s    | Brno-Líšeň            |       |
| 3  |     | 2(d)         | SLÉVÁRNA ANA SLÉVÁRNA ANAH Prostějov,      | Prostějov             |       |
| 4  |     | 2(d)         | Slévárna a moc Slévárna a modelárna Nové   | Ždírec nad Doubravou  |       |
| 5  |     | 5(a)         | Slavomír Molní Stanice na odstraňování k   | Liberec (nežehněné mě |       |
| 6  |     | 2(d)         | SKS Foundry, a. SKS Foundry, a.s. - Slévá  | Krnov                 |       |
| 7  |     | 3(b)         | Sklárenský Střeškovský Střeškovský, a.s.   | Újezd pod Troskami    |       |
| 8  |     | 3(e)         | SKLÁRNA MOR/ SKLÁRNA MORAVIA, akciová      | Úsobrno               |       |
| 9  |     | 3(e)         | SKLÁRNA A MIN Sklárna a minipivovar Nov    | Harrachov             |       |
| 10 |     | 5(d)         | Skládka Hranický Skládka Hranický, spol. s | Mutěnice              |       |
| 11 |     | 8(a)         | SKALIČAN a.s. SKALIČAN a.s.                | Česká Skalice         |       |
| 12 |     | 5(a)         | SITA CZ a.s. Spalovna Motal                | Praha                 |       |
| 13 |     | 5(a)         | SITA CZ a.s. provozovna Hradčany           | Radslavice            |       |
| 14 |     | 5(a)         | SITA CZ a.s. Dekontaminační plocha Hru     | Hrušky                |       |
| 15 |     | 3(g)         | Silike keramika Silike keramika, spol. s   | Děčín                 |       |
| 16 |     | 8(b)(i)      | Silagra CZ, a.s. Silagra CZ, a.s.          | Opava                 |       |
| 17 |     | 4(a)(viii)   | Sika CZ, s.r.o. Sika CZ, s.r.o.            | Modřice               |       |
| 18 |     | 2(c)(iii)    | SIGNUM spol. s SIGNUM spol. s r.o. - záv   | Prostějov             |       |
| 19 |     | 2(f)         | SIGNUM spol. s SIGNUM spol. s r.o. - záv   | Moravský Písek        |       |
| 20 |     | 2(c)(iii)    | SIGNUM spol. s SIGNUM spol. s r.o. - záv   | Hustopeče             |       |
| 21 |     | 2(f)         | SIGNUM spol. s SIGNUM spol. s r.o. - záv   | Bezručov              |       |
| 22 |     | 2(c)(iii)    | SIGNUM spol. s SIGNUM spol. s r.o. - záv   | České Budějovice      |       |
| 23 |     | 2(c)(iii)    | SIGNUM spol. s SIGNUM spol. s r.o. - záv   | Dešná                 |       |

Obrázek 2: Platforma pro sdílení a analýzu dat – databáze ParaBAT

## Obecná informace

V této sekci jsou zahrnuty základní vstupní data, definice indikátorů, sjednocení kategorizace BAT/BREF v IRZ A E-PRTR a použité zkratky, či označení, včetně použitých jednotek.

## Vstupní data provoz

Vstupní provozní data (respektive souhrnné tabulky v této sekci), respektive emise/úniky do prostředí jsou převzata z veřejně dostupných databází E-PRTR a IRZ (uložené v sekci E-PRTR data). V platformě jsou přednastavena/zahrnuta data za roky 2018, 2019, 2020, 2021 a 2022. Pro každý zdroj je uvedena informace o kategorie BAT/BREF do které zdroj spadá, název firmy, název zdroje, umístění zdroje, a kraj zdroje, emise do vzduchu, vody a půdy specifikované dle předchozích let. Platforma je uživatelsky flexibilní, je možné do ní vložit i další zdroje, či doplnit chybějící informace.

Součástí platformy je předpřipravený set, respektive tabulka, jež umožňuje doplnit i roční produkci hlavních produktů a odpadů pro uvedené roky a následně ji využít pro výpočet měrných hodnot vybraných environmentálních indikátorů, který je součástí sekce „Vstupní provozní data“.

## EF vstupní data

V sekci EF vstupní data jsou shrnuta vstupní data environmentálních faktorů pro jednotlivé specifikované prostředí pro metodiku PEF 3.1. Pro zobecnění byla vytvořena souhrnná tabulka, v níž jsou definovány vždy dva sady environmentálních faktorů pro specifikované emise/úniky, označené min. a max, jež jsou dále využity pro výpočet environmentálního profilu zdroje.

## Environmentální profil zdroje

V této sekci jsou shrnuty hodnoty tzv. environmentálního profilu zdroje pro jednotlivé zdroje a roky na úrovni vybraných charakterizačních indikátorů a environmentální stopy produktu. Tyto výstupy je možné využít pro analýzu/vlivu meziroční změny provozu zdroje pro jednotlivé prostředí „s označením „půda, voda, vzduch““ a souhrnně za všechna tři prostředí. Součástí je i průměrná hodnota za poslední 3 roky.

## Výstup PEF emise

V této sekci jsou vytvořeny tabulky pro sdílení dat, tj. průměrnou hodnotu environmentálního profilu zdroje, z nichž mohou být zobrazeny vlivy jednotlivých emisí na hodnotu environmentálního profilu zdroje pro jednotlivé zdroje na úrovni jednotlivých prostředí.

## Technologie nakládání s odpadem

V této sekci jsou vytvořeny tabulky, do kterých je možné zahrnout data z modelování platformy PruSYM, jež následně budou využity ke stanovení/výpočtu celkového souhrnného indikátoru pro implementaci nových opatření v rámci BAT/BREF, či nakládání s odpady pro vybraný typový zdroj.

## Technologie zachytu emisí BAT/BREF

V této sekci jsou shrnuty výsledné hodnoty environmentálních indikátorů z databáze ParaBAT (respektive procesně-environmentálních modelů v softwarovém prostředí Expert for LCA, či OpenLCA). Současně jsou zde uvedeny vybrané provozní limity pro dané technologie. Jednotlivé technologie jsou rozděleny do tabulek dle zachycených emisí. Hodnoty indikátorů jsou uvedeny, respektive vztaženy na 1kg zachycené emise a jsou definované jako max. a min. dle výstupů z provedených citlivostních analýz ve formě tzv. emisních map.

### 2.2.2. Struktura environmentálních faktorů/indikátorů

V návaznosti na limitaci s možností implementace širokého spektra vstupních provozních dat a ze získaných závěrů z provedených analýz na modelech v oblasti Velkých spalovacích zařízení a Výroby železa a oceli byly ověřeny předpoklady, že majoritními provozními toky jsou přímé emise z procesu, spotřeba energií (elektřiny, tepla či spotřebovaného paliva) a nakládání s odpady. Z tohoto důvodu byly modely a s nimi spojené hranice rozděleny na tři, respektive čtyři skupiny/moduly, pro něž jsou jednotlivé environmentální indikátory vypočítávány samostatně a jejich součtem získáme souhrnnou hodnotu, jež bude reprezentovat majoritní složku celkového dopadu zdroje.

První skupina, označována jako Modul 1, zahrnuje pouze vliv přímých emisí a úniků do jednotlivých prostředí. V rámci platformy databáze ParaBAT je dále označován jako „emisní profil zdroje“ na úrovni charakterizačního faktoru (definovaný např. kgCO<sub>2</sub>eq. pro indikátor Klimatická změna) a na úrovni environmentální stopy produktu. Hodnoty environmentálního profilu zdroje jsou v základním nastavení platformy stanoveny z ročního objemu emisí/úniků specifikovaných v sekci „Vstupní provozní data“.



Druhá skupiny, označována jako Modul 2, zahrnuje vliv dopadu spotřebu energií (konkrétně elektřiny a tepla), dále označována environmentální profil spotřebované energie. Hodnotu lze vypočítat z doplnění hodnoty roční spotřeby elektřiny a tepla po odečtení vlastní vnitřní spotřeby a výběru typu zdroje energie (např. solární, větrná, vodní, etc.). Vstupní hodnoty měrných indikátorů jsou převzaty z publikovaných dat z projektu TH03020169. V případě známé hodnoty od dodavatele lze tuto hodnotu upravit dle doložené reference.

Třetí skupiny, označována jako Modul IT, zahrnuje indikátor vlivu dopadu změny/implementace technologií pro zachyt emisí na rámec BAT/BREF. Hodnoty environmentálních indikátorů jsou shrnuty v sekci „Technologie zachytu emisí BAT/BREF“. Hodnota faktoru, indikátoru je definována na 1kg zachycené emise, včetně případného objemu výroby pevných odpadů, respektive druhotných produktů k nakládání do modulu s převzatými daty z platformy PruSYM.

Čtvrtou skupinou, označovanou jako Modul D,N, zahrnuje hodnoty environmentálních indikátorů z platformy PruSym, který si může uživatel doplnit pro výpočet souhrnného indikátoru.

### **2.2.3. Výstupy databáze ParaBAT a její platformy pro sdílení a analýzu dat**

V rámci platformy lze pracovat se dvěma sety výstupních dat. První ve formě tabulek specifikovaných v sekcích Environmentálních profil zdrojů. Druhou sadou jsou tzv. sestavy, jež zobrazují data uvedená pro jednotlivé zdroje, či technologie zachytu emisí BAT/BREF ve formě tzv. emisních map.

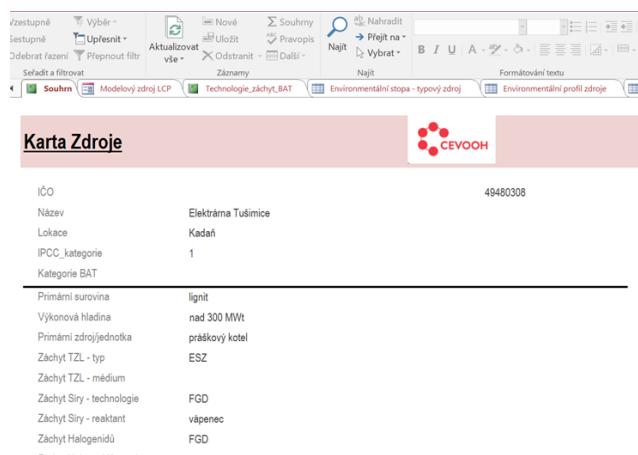
#### **Karta Zdroje**

Karta zdroje, jejíž sestava je zobrazena na obrázku 3, zobrazuje vybrané parametry ze vstupních výstupních tabulek, tj. Název zdroje, Vlastník zdroje či IČO, Lokace zdroje (dle GPS z EPTR databáze), Kategorii BAT/BREF jejíž podmínky splňuje, Environmentální Emisní profil zdroje (dle kategorií), vzduch, voda, půda (úniky/emise do prostředí), napojení na modul Environmentální profil spotřebované energie a dat z nakládání s odpady dle modelování v platformě PruSym.

#### **Karta technologie**

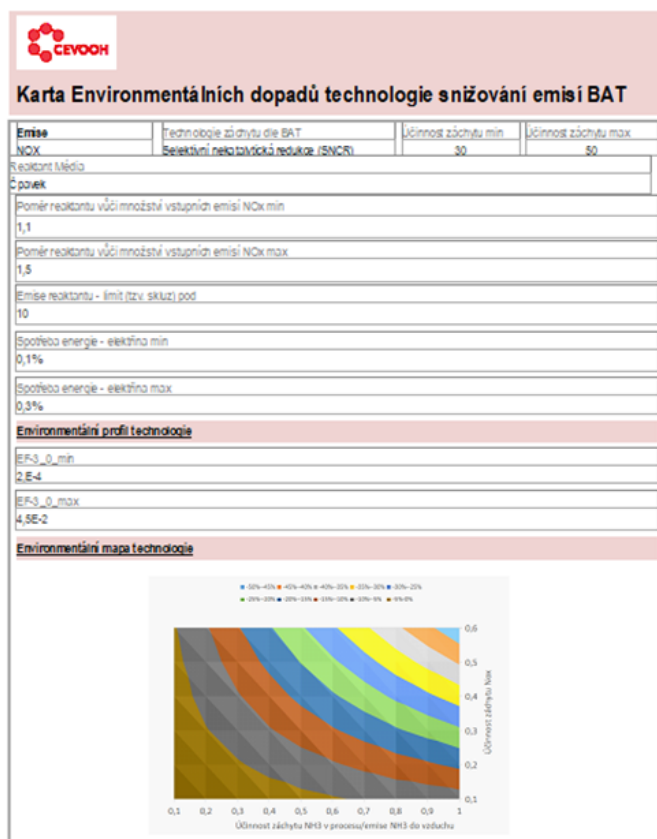
Karta technologie, jejíž sestava je zobrazena na obrázku 4, zobrazuje vybrané parametry ze vstupních výstupních tabulek, Název technologie/Označení, kategorie BAT/BREF pro níž je možné tyto technologie implementovat, Vybrané technické parametry z BAT/BREF, Max. provozní limit, který umí dosáhnout, postup odhadu pevných odpadů z provozu technologie (měrný odhad, min max dle specifikace), EF min a max (v zadaných provozních parametrech dle BAT/BREF, literatury), a tzv. Emisní mapa se závislostí na klíčových parametrech (spotřebě energie, média, účinnosti etc.)





| Karta Zdroje              |                     | CEVOOH |
|---------------------------|---------------------|--------|
| IČO                       | 49460308            |        |
| Název                     | Elektrárna Tušimice |        |
| Lokace                    | Kadaň               |        |
| IPCC_kategorie            | 1                   |        |
| Kategorie BAT             |                     |        |
| Primární surovina         | lignit              |        |
| Výkonová hladina          | nad 300 MWt         |        |
| Primární zdroj/jednotka   | práškový kotel      |        |
| Záchyt TZL - typ          | ESZ                 |        |
| Záchyt TZL - médium       |                     |        |
| Záchyt Siřy - technologie | FGD                 |        |
| Záchyt Siřy - reaktant    | vápenec             |        |
| Záchyt Halogenidů         | FGD                 |        |

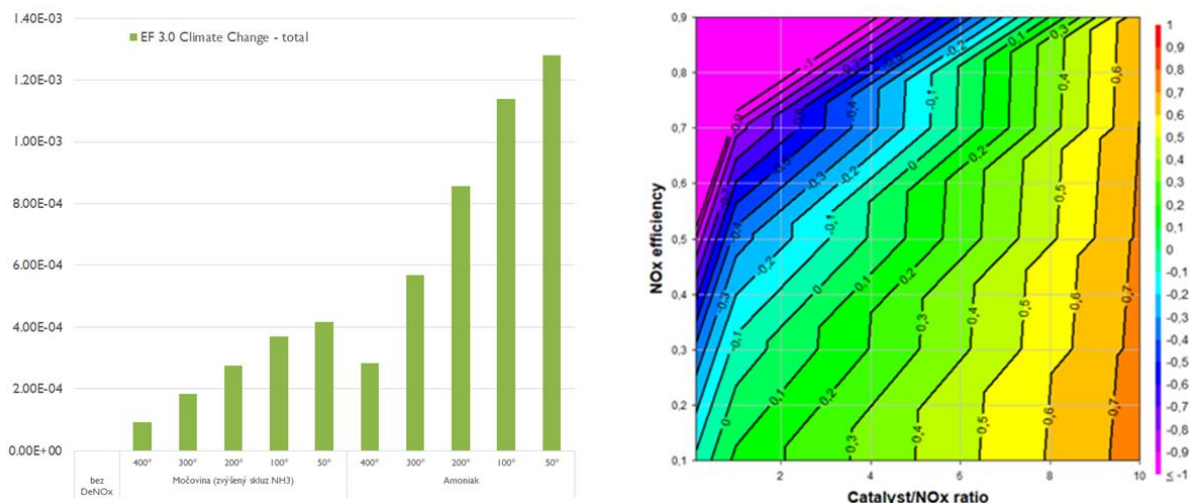
Obrázek 3: Sestava zobrazující vybrané parametry zdrojů z platformy databáze ParaBAT – Karta zdroje



Obrázek 4: Sestava zobrazující vybrané parametry analyzovaných technologií záchytu BAT/BREF

## Emisní mapa technologie

Emisní mapa technologie shrnuje výstupy citlivostní analýzy modelu v databázi ParaBAT na základních technické parametry, viz obrázek 5. V rámci karty „Technologie“ jsou zobrazeny max. dvě emisní mapy pro vybraná klíčové parametry. Pro zahrnutí vlivu změny provozních parametrů na výslednou hodnotu implementace navrhované technologie se vynásobí hodnota indikátoru v tabulce „Technologie záchytu BAT/BREF“ označené min s hodnotou odečtenou z grafu dle vybraných provozních parametrů. Tím je možné získat výslednou hodnotu environmentálního indikátoru s vlivem rozdílných provozních parametrů.

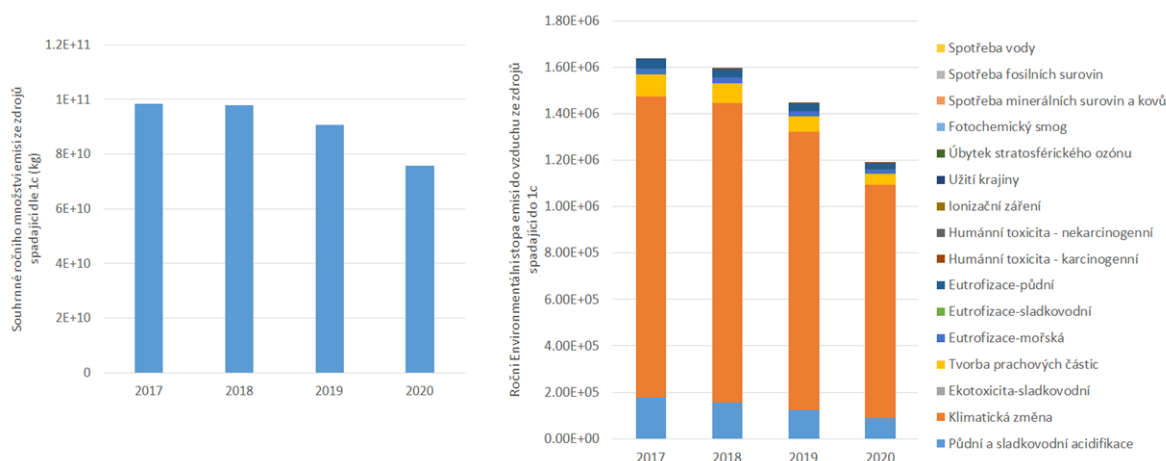


Obrázek 5: Postup tvorby emisní mapy technologie záchytu s dat získaných z modelů technologií v databázi ParaBAT

### 2.3. Použitelnost dat z databáze a platformy pro sdílení a analýzu dat ParaBAT

Vizí databáze, respektive její platformy pro sdílení a analýzu dat je poskytnout externím uživatelům napříč veřejným i soukromým sektorem náhled na environmentální aspekty provozu jednotlivých zdrojů, či sektorů spadající do kategorií BAT/BREF a analyzovat případné dopady/přínosy změny legislativy v oblasti BAT/BREF, investice do nové technologie či implementace technologie pro snižování negativních environmentálních dopadů, včetně nakládání s pevnými odpady, respektive druhotnými produkty pro dosažení cílů a plánu EU v této oblasti.

Data lze sortovat dle zdroje, dle kategorie BAT, dle kraje a získat závěry z analýzy meziročních změn, pro ukázkou 6 je zobrazena analýza souhrnného environmentálního profilu zdrojů spadající do kategorie Velká spalovací zařízení na úrovni absolutní hodnoty ročního objemu emisí a Environmentální stopy produktu.



Obrázek 6: Změna ročního objemu emisí pro kategorii BAT 1(v) (vlevo) a environmentální profilu zdroje na úrovni indikátoru PEF (vpravo) pro roky 2017-2020

## 2.4. Softwarové prostředí a základní požadavky pro použití platformy pro sdílení dat databáze ParaBAT

Platforma pro sdílení dat databáze ParaBAT je vytvořena v MS Access verzi 2016 a vyšší s implementovaným modelováním v sql jazyce. Součástí databáze jsou implementována data z databáze E-PRTR a IRZ, jež jsou nedílnou součástí. Platforma bude stažitelná ve formátu rar/zip, s požadavkem na minimální velikost uložení 500 MB.

Součástí platformy bude i sešit excel s implementovaným programováním v jazyku Visual Basic, jež umožní automaticky implementovat vybrané tabulky výstupních parametrů s integrovanými předdefinovanými grafy pro 3 tabulky, jež bude realizováno v 1Q/2024.

## 3. Platforma PruSym

Následující část souhrnné zprávy má za cíl shrnout dosavadní kroky při vývoji platformy PruSym, nastítnit rozhodovací proces vývoje a sepsat všechny důležité výstupy. Proces vývoje je shrnut do devíti kroků. Desátou částí této kapitoly je uživatelský návod pro používání vytvořené pilotní verze platformy PruSym.

### 3.1. Vize platformy PruSym

Projekt PruSym (od slova Průmyslová Symbióza) započal v roce 2021 se záměrem vytvořit inovativní platformu, která by monitorovala produkci odpadů a druhotných surovin na území České republiky a zároveň umožňovala modelovat environmentální a potenciálně i ekonomické dopady alternativních scénářů nakládání s těmito materiály. Vize této platformy byla formována se zaměřením na propojení jednotlivých průmyslových subjektů, zpracování dat z různých zdrojů a vytvoření uživatelsky přívětivého

rozhraní pro snadnou manipulaci s daty a modely. Produkce průmyslových odpadů a následné nakládání s těmito odpady má prokazatelný vliv na životní prostředí. I proto se dnes v rámci rozvoje oběhového hospodářství vyvíjí koncept průmyslové symbiózy, který má za cíl propojovat jednotlivé průmyslové subjekty skrze výměnu materiálových a energetických toků. Výsledkem je snížení spotřeby primárních surovin a současně snížení množství vyprodukovaného odpadu. Cílem platformy PruSym je poskytnout informaci o vzniku odpadů a druhotných surovin produkovaných na území České republiky. Zároveň dokáže modelovat environmentální dopady a náklady různých scénářů nakládání s těmito materiály, včetně dopravy, a také dokáže identifikovat nové možnosti průmyslové symbiózy. Dané funkcionality jsou určeny využití zejména ze strany producentů a odběratelů průmyslových odpadů a druhotných surovin. Dále by platformu ale mohli také využívat výzkumní pracovníci oběhového hospodářství, orgány státní správy, nevládní organizace i veřejnost.

### **3.2. Rešerše průmyslové symbiózy a identifikace klíčových průmyslových odvětví**

Z kraje roku 2021 byla provedena rešerše v oblasti uplatňování průmyslové symbiózy v ČR a v zahraničí. Vyústěním bylo zveřejnění dílčí výzkumné zprávy v březnu 2021, jejíž součástí bylo: uvedení problematiky oběhového hospodářství a průmyslové symbiózy, popis a příklady eko-průmyslových parků v zahraničí, příklady znovu využívání průmyslových odpadů, rešerše literatury zabývající se průmyslovou symbiózou, příklady uplatňování principů průmyslové symbiózy v ČR a možnosti přístupů k její implementaci.

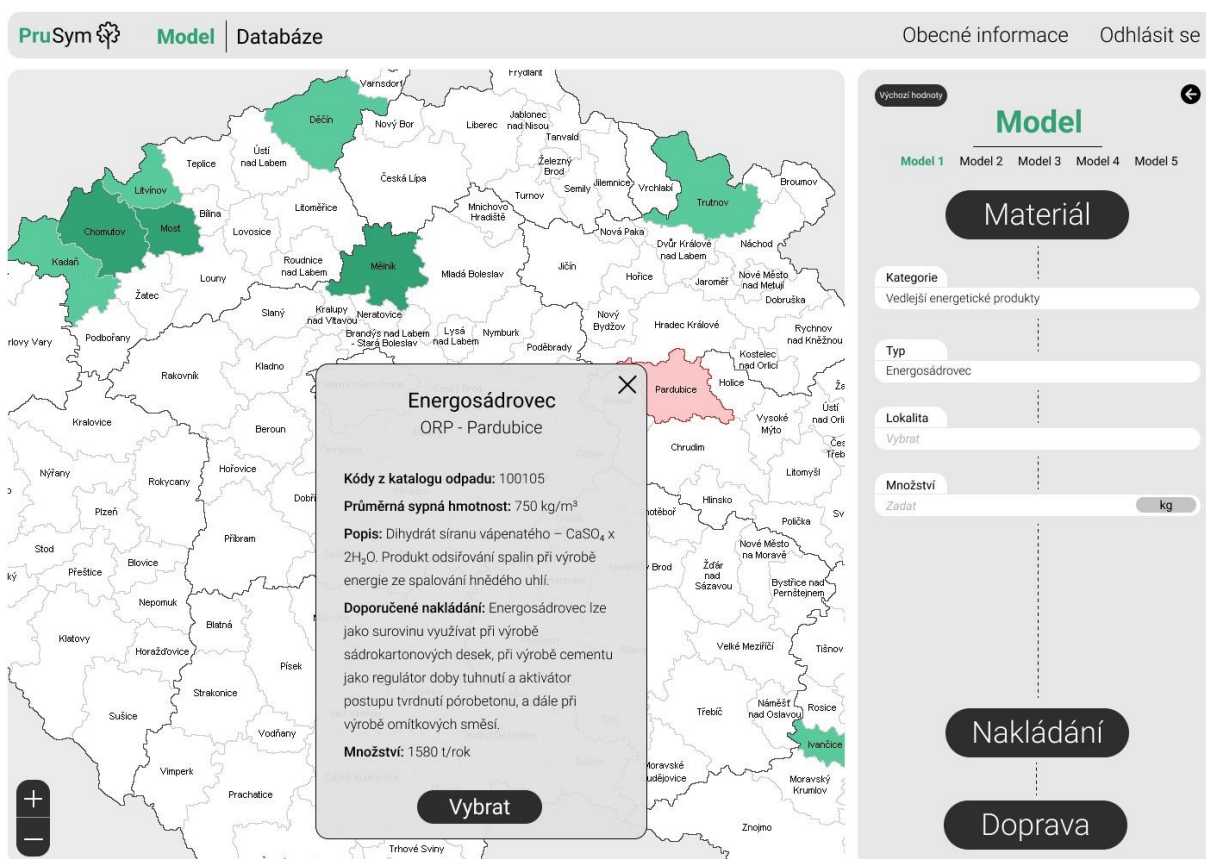
Na základě rešerše byla následně zvolena tzv. klíčová průmyslová odvětví, na kterých se bude ladit provoz prvních datových operací PruSym a která mají největší potenciál pro zamezení environmentálních dopadů. Mezi vybraná odvětví patří: Stavebnictví - produkce stavebních a demoličních odpadů (SDO) – odpady jako beton a cihly; a Energetický průmysl - produkce vedlejších energetických produktů (VEP) – odpady jako popílký, energosádovec nebo struska. Nezbytným odvětvím pro modelování je také odpadové hospodářství, a tedy místa odstranění, zpracování či využití SDO i VEP. Stavebnictví a energetický průmysl byly vybrány jako sektory s produkcí největšího množství odpadu a druhotných surovin na území ČR, přičemž znovu využívání těchto materiálů je integrální součástí Plánu odpadového hospodářství ČR 2015 – 2024.

### **3.3. Návrh uživatelského rozhraní platformy PruSym**

Z kraje projektu byl vytvořen návrh koncepce platformy PruSym, který představoval 5 základních částí platformy (mapa, vyhledávací rozhraní, karta materiálu, model životního cyklu materiálu a model dopravy). Jako monitorované materiály byly navrženy odpady nebo druhotné suroviny v kategoriích: stavební materiály, plast, kov, dřevo, sklo, textil, papír, organický odpad, elektroodpad, chemické látky. Jako součást mapy byly prezentovány emisní vrstvy monitorující emise základních midpointových kategorií dopadů na životní prostředí na území ČR.

V další fázi projektu byl vytvořen komplexnější a interaktivní návrh uživatelského rozhraní v softwaru Figma (příklad na Obrázku 7), který již plnohodnotně sloužil jako podklad pro další fázi programování

platformy. Pro platformu byly navrženy dva základní režimy procházení. Režim modelu umožňuje modelování environmentálních a ekonomických dopadů různých scénářů nakládání s odpady a druhotnými surovinami v ČR. Režim databáze umožňuje volné procházení platformou nebo vložení vlastních dat o produkci nebo možnosti využití odpadů a druhotných surovin. Při zadání všech parametrů při modelování a jejich vypočtení by platforma také přešla do režimu výsledků, který by graficky znázorňoval výsledky environmentálních a ekonomických dopadů modelovaných scénářů. Součástí návrhu je byla také úvodní stránka platformy, obsahující všechny důležité informace o její funkci a účelu, včetně všech potřebných logolinků.



Obrázek 7: Návrh uživatelského rozhraní platformy PruSym v softwaru Figma.

### 3.4. Sběr dat pro platformu

Data o produkci odpadů a druhotných surovin, a také data o zařízeních schopných nakládat s těmito materiály, byla čerpána z databáze České informační agentura životního prostředí (CENIA). CENIA je provozovatelem integrovaného systému plnění a ohlašovacích povinností (ISPOP), kde jsou určité subjekty v České republice (obce, provozovatelé zařízení a obchodníci s odpady, producenti alespoň

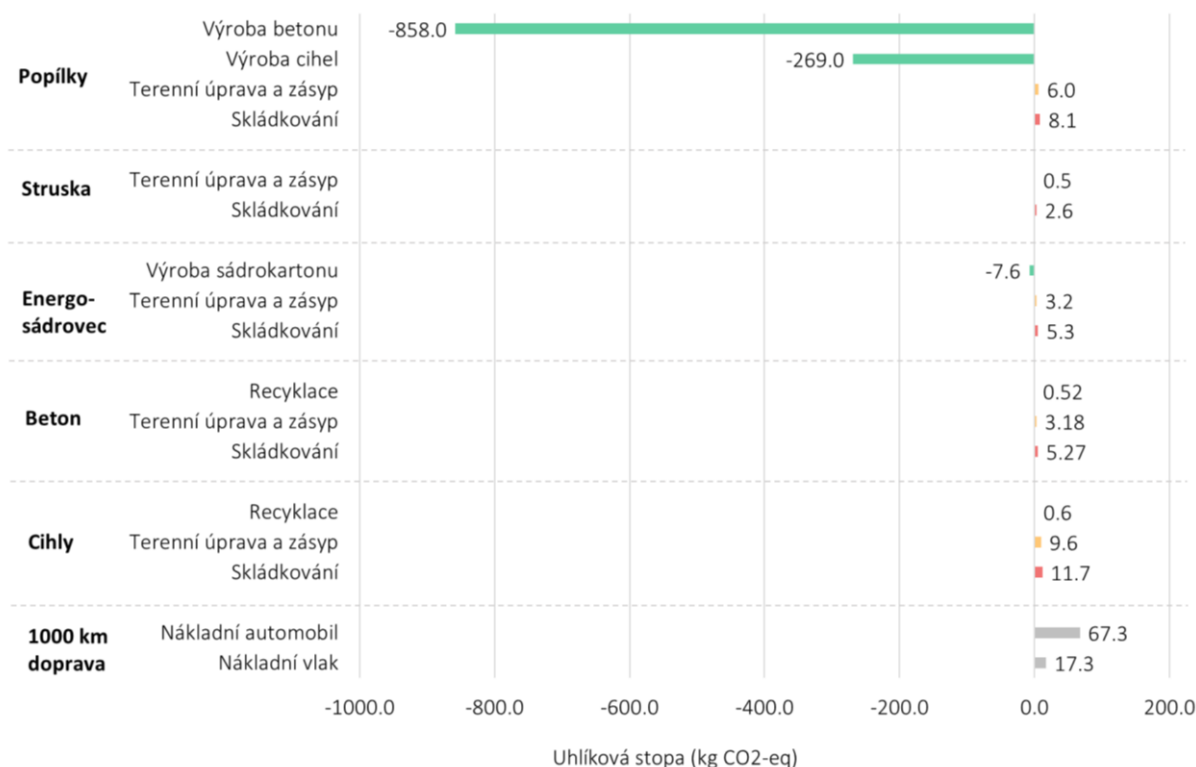


100 tun odpadu nebo 600 kg nebezpečného odpadu za rok) povinné průběžně evidovat produkci a nakládání s jejich odpady.

Konkrétní množství produkovaných odpadů je sice evidováno v systému ISPOP, jejich sdílení veřejnosti je ovšem doposud legislativně chráněno. Z tohoto důvodu bylo nutné množství produkce odpadů shrnout na úroveň obcí s rozšířenou působností (ORP) a zjednodušit plánované mapové prostředí platformy PruSym pouze na tyto .

### **3.5. Tvorba environmentálního modelu**

Vzhledem k tomu, že nedílnou součástí platformy PruSym je umožnění environmentálních propočtů různých scénářů nakládání s odpady, bylo nutné vytvořit komplexní environmentální model, který by na základě několika vstupních proměnných kvantifikoval dopady na životní prostředí pomocí několika srozumitelných indikátorů. Těmito proměnnými byly kategorie a typ odpadu, jeho množství, a také zvolená metoda nakládání. Jako první byly modelovány environmentální indikátory specifické pro zvolená průmyslová odvětví. Konkrétně byly modelovány indikátory nakládání (skládka, materiálová substituce, třídění, doprava) SDO i VEP pomocí metody Life-cycle assessment (LCA) = posuzování životního cyklu. Pro modelování byl využit software LCA For Experts společnosti Sphera, a data byla čerpána z generických datasetů Sphera a Ecoinvent. Pro každý materiál byly vypočteny environmentální indikátory různých metod nakládání. Např. pro elektrárenský popílek: materiálová substituce Portlandského cementu pro výrobu betonu; materiálová substituce jílu pro výrobu cihel; materiálová substituce šterku frakce 2/32 jako zásypový materiál; odstranění pomocí skládkování. Stejným způsobem byly vypočteny i environmentální indikátory dopravy nákladním automobilem nebo vlakem, vztažené na 1 kg hmotnosti materiálu a 1 km vzdálenosti. Výsledky pro indikátor uhlíkové stopy jsou znázorněny na Obrázku 8.



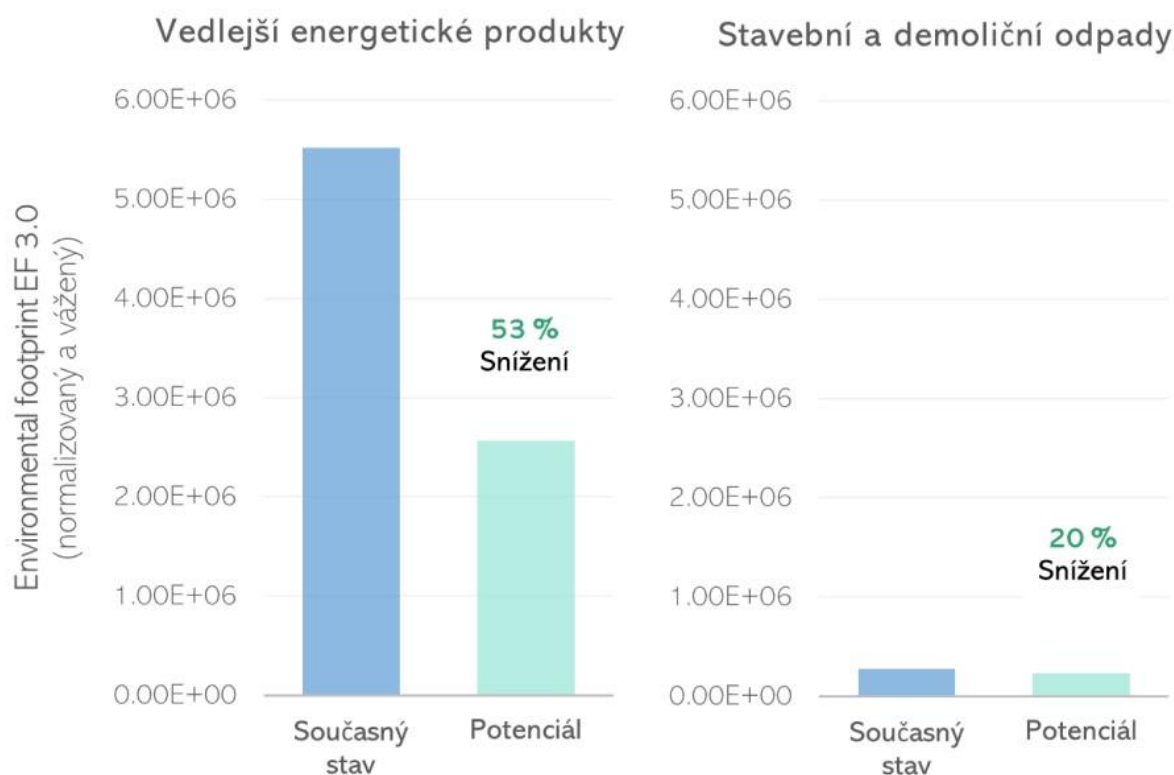
Obrázek 8: Uhlíková stopa nakládání s 1 kg vybraných odpadů a druhotných surovin produkovaných na území České republiky, včetně dopravy 1000 km daného materiálu.

Na základě výstupu „Model dopravy odpadů – tvorba cenového modelu“ vytvořeného VUT Brno v roce 2022 byl dále také vytvořen environmentální model komplementární k dopravnímu modelu od VUT. Environmentální model byl v této vytvořen pro pět systémů dopravy popsanych v následující sekci. Rovnice environmentálního modelu dopravy je závislá na hmotnosti nákladu, nosnosti vozu a počtu dopravních cest a počítá výsledek environmentálního indikátoru vztažený na modelovaný scénář dopravy.

Pro interpretaci environmentálních dopadů byla v prvotní verzi platformy zvolen jako indikátor tzv. uhlíková stopa. Uhlíková stopa je indikátor vyjadřující veškeré množství skleníkových plynů emitovaných do životního prostředí během celého životního cyklu provozu, produktu nebo služby. Nadměrné emise skleníkových plynů jsou hybatelem klimatických změn, které jsou jedněmi z největších globálních výzev, kterým dnes čelíme. I proto se uhlíková stopa stala klíčovým nástrojem pro organizace, vlády i jednotlivce při řešení problematiky klimatické krize a udržitelnosti. Vedle uhlíkové stopy je také potenciálním indikátorem pro interpretaci bezrozměrný indikátor „Environmental Footprint“, který je v současné době vyvíjen evropskou komisí jako komplexní indikátor obsahující ve svém výpočtu širokou škálu možných dopadů lidské spotřeby na životní prostředí.



V neposlední řadě, na základě environmentálních indikátorů nakládání (skládka, materiálová substituce, třídění, doprava) s SDO i VEP vytvořených pomocí metody LCA v roce 2022 byly sestaveny také celorepublikové scénáře průmyslové symbiózy a byl vyčíslen potenciál těchto teoretických scénářů. Celkový potenciál průmyslové symbiózy VEP byl kvantifikován jako snížení celkové environmentální stopy (Environmental Footprint 3.0) o 53 % oproti současnému stavu a potenciál SDO byl kvantifikován jako snížení této stopy o 20 % oproti současnému stavu (Obrázek 3). Potenciál snížení emisí skleníkových plynů při využívání VEP byl vypočítán jako 490 kt CO<sub>2</sub> eq. v ČR. Největší potenciál byl identifikován pro využití elektrárenských popílků na výrobu betonu. Tato studie byla takové publikována jako odborný článek v časopise Sustainable Production and Consumption s názvem „Quantifying the industry-wide symbiotic potential: LCA of construction and energy waste management in the Czech Republic“.



Obrázek 9: Výsledky environmentálního pontifikálu průmyslové symbiózy v České republice pro vedlejší energetické produkty a stavební a demoliční odpady.

### 3.6. Tvorba modelu dopravy

Další nedílnou součástí platformy PruSym je modelování propojení jednotlivých lokalit, kde se průmyslové podniky nacházejí, skrze dopravu vyměňovaných materiálů. Za tímto účelem byla

vytvořena zpráva „*Model dopravy odpadů – tvorba cenového modelu*“, která obsahuje detailní popis vytvořeného modelu dopravy pro implementaci do platformy PruSym, včetně výstupu pro implementaci v programovacím jazyce Python. Zpráva popisuje stanovení dopravních nákladů pro silniční dopravu, respektive zjednodušení technicko-ekonomického (TE) modelu silniční dopravy tak, aby bylo snadné ho integrovat do dalších aplikací. Děje se tak na základě empiricky stanovených rovnic a přidružených výpočtů, které vycházejí z dat vygenerovaných TE modelem silniční dopravy a následně matematicky zpracovaných. Dopravní model byl zpracován na základě několika předpokladů a řada parametrů se v modelu zjednodušeně uvádí jako konstanta, např. životnost či cena pneumatik, čas nakládky apod. Parametry, které mohou mít výrazný vliv na výsledné náklady a uživatel je schopný je sám zadat bez hlubší rešerše, jsou uvažovány jako vstupní parametry dopravního modelu. Kromě zadaných lokalit se jedná především o cenu za 1 litr paliva, mzdové náklady na řidiče či uvažovanou sypanou hmotnost přepravovaného materiálu (odpadu). Model dopravy byl v této fázi vytvořen pro 5 základních systémů dopravy: Systém 1 – 2x kontejner 30 m<sup>3</sup> otevřený, Systém 2 – sklápěč 3 nápravy, Systém 3 – sklápěč 4 nápravy, Systém 4 – tahač + sklápěcí návěs 3 nápravy, a Systém 5 – tahač + sklápěcí návěs 2 nápravy.

### 3.7. Tvorba cenového modelu

V roce 2023 byla vytvořena komparativní studie LCC a LCA. Ta, společně s předběžnými výstupy z tvorby modelu LCA, umožnila v souladu se záměry projektu přikročit k prvotnímu návrhu ekonomického/cenového modelu průmyslové symbiózy. Ten byl navržen tak, aby v maximální možné míře odpovídal struktuře a využití paralelně vyvíjeného modelu LCA, což usnadní potenciální integraci obou systémů, a také ověření a komparaci výsledků na vhodných případových studiích s využitím reálných dat. V této fázi již jde o funkční softwarové řešení naprogramované v prostředí MS Excel.

Model ve své aktuální podobě umožňuje simulaci podmínek, za kterých se ekonomicky vyplatí nebo nevyplatí substituce surovin alternativním materiálem, se zohledněním přepravních vzdáleností, nákladů na zpracování a dalších faktorů. Při simulaci je možné pracovat s variantami potenciálního zohlednění externalit, například vývojem poplatků za skládkování, což bude mít význam pro výzkum dopadů environmentálních politik.

Ve své prvotní implementaci model zkoumá ekonomické dopady průmyslové symbiózy při využití popílku, vzniklého spalováním uhlí v tepelných elektrárnách. Ten může za určitých podmínek jako alternativní materiál substituovat:

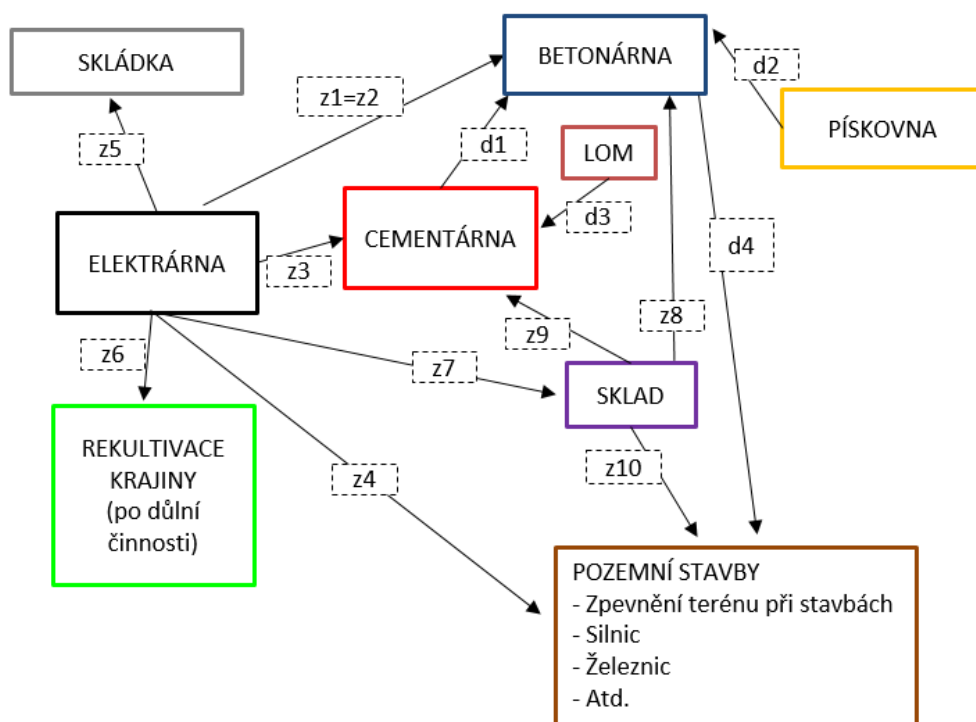
- V betonárnách cement při výrobě betonu,
- V betonárnách písek (plnivo) při výrobě betonu,
- V cementárnách slínek při výrobě cementu,
- Na pozemních stavbách společně s energosádovcem, respektive stabilizátem ke zpevnění povrchu (místo kameniva).

Vstupy do modelu jsou ceny alternativních materiálů, ceny primárních surovin, povolené (tzn. technologicky přípustné) podíly substituce, vzdálenosti pro přepravu primárních surovin a přepravní náklady. Přepravní náklady se přitom skládají ze dvou složek: manipulačního nákladu vztaženého na jednu tunu zpracovaného materiálu a přepravní sazby vztažené na přepravu jedné tuny na vzdálenost jednoho kilometru. Dále se do modelu zadávají ceny a doby skladování alternativních materiálů.

Výstupem z modelu jsou maximální vzdálenosti, na které je možné alternativní materiály přepravovat, aby jejich využití bylo ještě rentabilní. Při zadání přepravních vzdáleností mezi místem vzniku a místem využití alternativního materiálu (např. vzdálenosti mezi elektrárnou a betonárnou) je výstupem mezní hodnota manipulačních nákladů při použití alternativního materiálu (to má svůj význam za situace, kdy by alternativní materiál bylo nutné ve větší míře skladovat, například kvůli rozdílné sezónnosti v obou výrobcích). Dalším výstupem je výše úspor, kterých v konkrétních případech dosáhne použitím alternativních materiálů místo primárních surovin. Formy těchto výstupů ilustrujeme níže.

Při zadání souřadnic jednotlivých objektů (elektrárna, betonárna, cementárna atd.) systém umožňuje i grafickou vizualizaci výsledků, kdy se maximální rentabilní přepravní vzdálenosti vykreslí na mapě České republiky.

Systém za tímto účelem simuluje funkci prostředí, které lze schematicky znázornit následovně. Symbol d vždy vyjadřuje přepravní vzdálenost primární suroviny, symbol z přepravní vzdálenost substitutu.

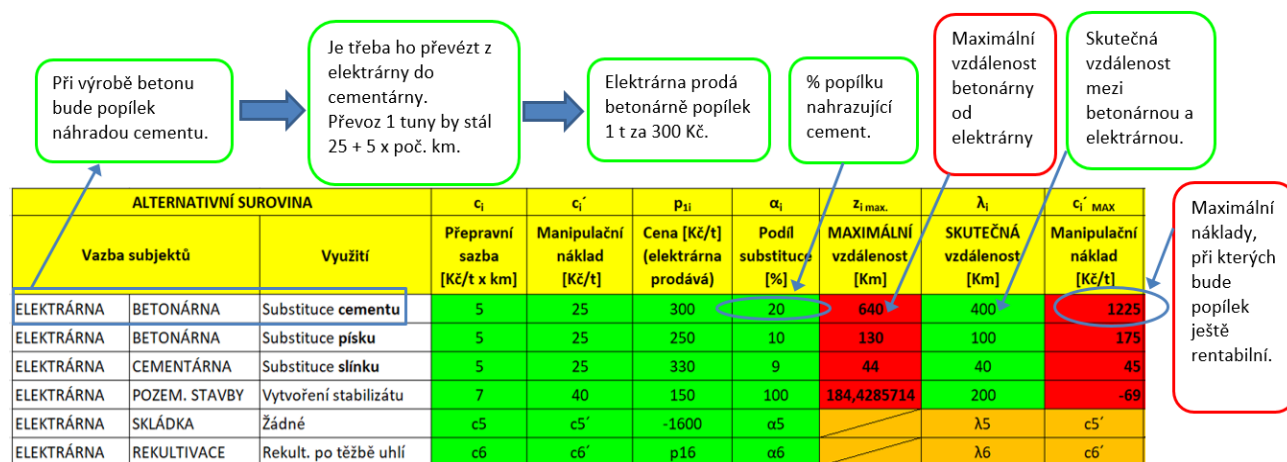


Obrázek 10: Základní struktura návrhu LCC modelu - pevné odpady/druhotné produkty z velkých spalovacích zařízení

V jeho rámci pak automaticky provádí řadu vzájemně propojených výpočtů.

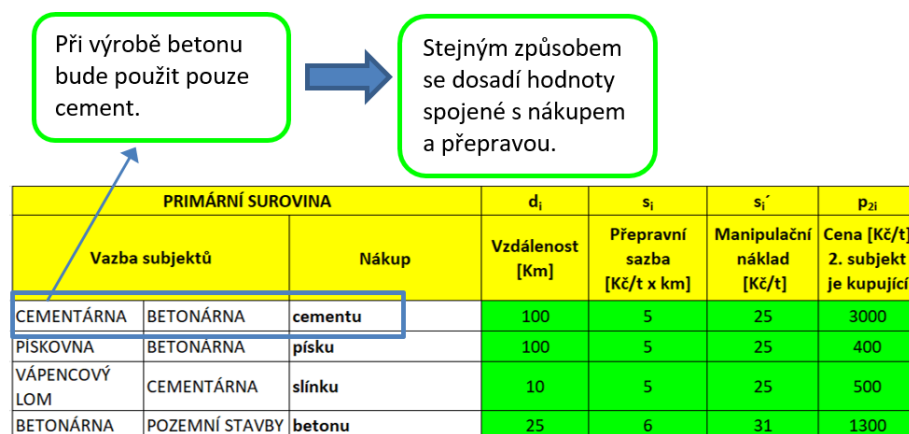
Z uživatelského hlediska má funkční model několik částí (propojených listů), z nichž hlavní analytická část vypadá následovně (v bublinách jsou u všech obrázků vloženy vysvětlující popisky). Zeleně jsou označena pole, do kterých se vkládají vstupy, červeně jsou zvýrazněny výpočty, tedy výstupy modelu. V bílých polích se ve finální verzi budou nacházet konkrétní označení producentů, respektive jejich

závodů/lokalit (například elektráren), substitučních procesů apod., a půjde o údaje automaticky stahované z databáze, společné s modelem LCA.



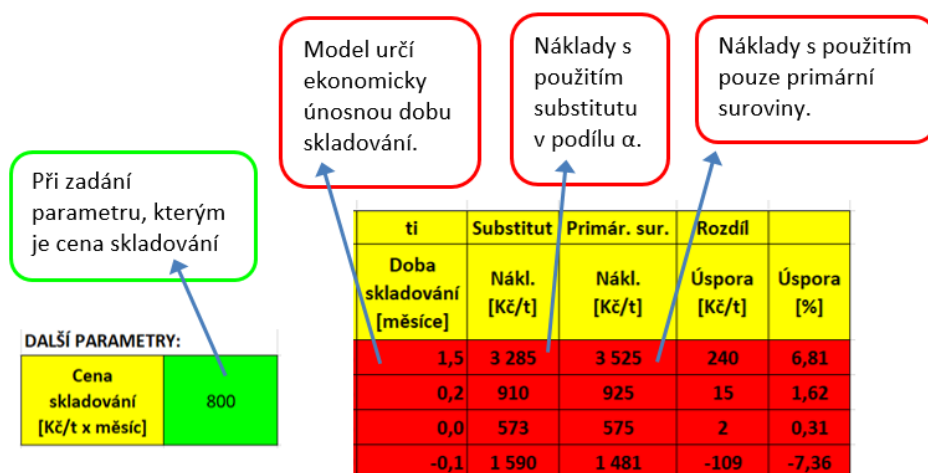
Obrázek 11: Výstupy modelu pro možné alternativní scénáře nakládání s odpadem/druhotným produktem s vyčíslením klíčových ekonomických parametrů (cen)

Údaje o primárních surovinách (které mají alternativní materiály nahrazovat) se do modelu vkládají na dalším listu následovně:



Obrázek 12: Výstupy modelu pro možné alternativní scénáře nakládání s odpadem/druhotným produktem s vyčíslením klíčových ekonomických parametrů (cen) – druhá část

Další výstupy modelu poskytuje následující list:



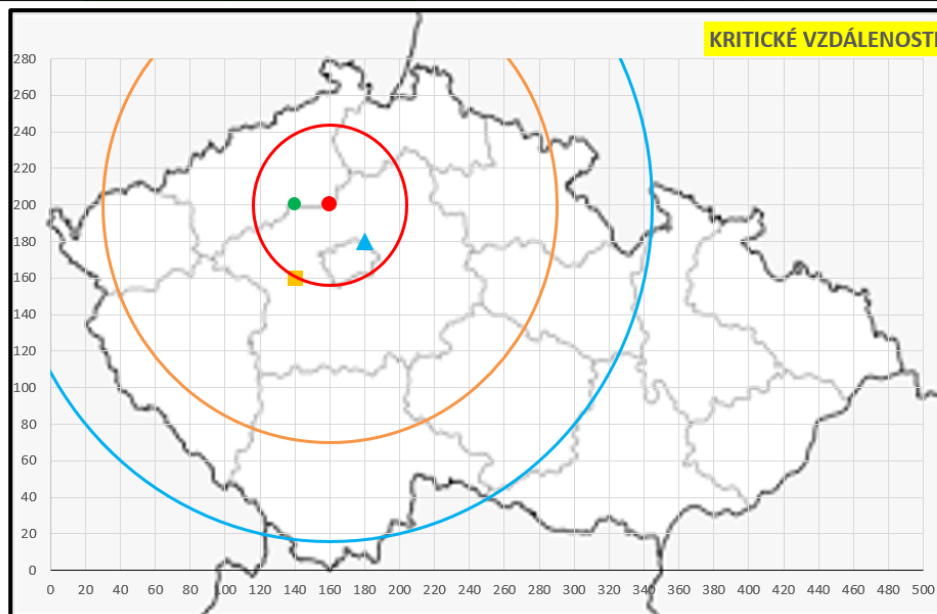
Obrázek 13: Výstupy modelu pro možné alternativní scénáře nakládání s odpadem/druhotným produktem s vyčíslením klíčových ekonomických parametrů (cen) – část 3



Vizualizace maximálních rentabilních přepravních vzdáleností při substituci má v aplikaci následující formu:

#### GRAFICKÁ INTERPRETACE

| SOUŘADNICE    | X   | Y   | SYMBOL | MAXIMÁLNÍ VZDÁLENOST SUBSTITUCE JE VYZNAČENÁ KRUHOVOU OBLASTÍ |   |             |
|---------------|-----|-----|--------|---------------------------------------------------------------|---|-------------|
| ELEKTRÁRNA    | 160 | 200 | ●      | SUBSTITUTE                                                    | ○ | SUBSTITUTE  |
| BETONÁRNA     | 140 | 200 | ●      | CEMENTU                                                       | ○ | PÍSKU       |
| CEMENTÁRNA    | 140 | 160 | ■      | SUBSTITUTE                                                    | ○ | SUBSTITUTE  |
| POZEM. STAVBY | 180 | 180 | ▲      | SLŮNKU                                                        | ○ | STABILIZÁTU |



Obrázek 14: Vizualizace/Mapa ekonomicky efektivních přínosů implementace symbiózy druhotných produktů/pevných odpadů za primární suroviny.

V roce 2024 předpokládáme především důkladné testování modelu na empirických datech, komparaci výsledků s výsledky modelu LCA na vhodných případových studiích, a tím i předběžné ověření teoretického konceptu integrace těchto metod. Dílčí výstupy též budou podrobeny odborné oponentuře, jejich uvedením, resp. publikováním, na konferencích nebo v článcích s recenzním řízením.

### 3.8. Tvorba výpočtového jádra a webové aplikace PruSym

Na základě detailní diskuse mezi členy týmů VŠCHT Praha a CENIA (Oddělení geoinformatiky) byl pro prvotní fázi prací na GIS rozhraní nástroje PruSym zvolen jako primární softwarový prostředek ArcGIS Online. Ten nabízí komplexní integrované prostředí pro tvorbu GIS rozhraní (moduly Map Viewer) včetně možnosti interaktivního sběru dat od potenciálních uživatelů (modul Survey123), a také tvorby

webového rozhraní (modul Experience Builder). ArcGIS Online je také licencován oběma zmíněnými subjekty (VŠCHT Praha a CENIA).

Bylo dohodnuto, že GIS platforma PruSym ve formě webové aplikace bude v bližším přiblížení sestávat z GIS mapové vrstvy, ta také uživatelského rozhraní. GIS mapové vrstvy vycházely z datasetů CENIA pro vybrané materiály z klíčových odvětví a byly vytvořeny s pomocí nástrojů ArcGIS Pro, QGIS, ArcGIS Online Map Viewer. Vrstvy byly koncipovány ve dvou doménách, a to na úrovni provozoven (bez detailů o produkovaných množstvích jednotlivých odpadů) a na úrovni ORP (s celkovými produkovanými množstvími). V GIS vrstvách bylo možné filtrovat dle druhů materiálů a dle druhu nakládání s materiálem. Uživatelské rozhraní pro definované funkcionality definované v předchozím bodu bylo vytvořeno s pomocí ArcGIS Experience Builder. Implementace dopravního, environmentálního a ekonomického modelování byly pak plánovány pomocí doprogramování za využití ArcGIS API for JavaScript, Typescript, React, Redux. Na základě dlouhodobé a detailní diskuze mezi řešiteli projektu bylo ale nakonec rozhodnuto, že od vývoje platformy ve formě GIS vrstvy bude nakonec upuštěno, z hlediska omezené funkce vypsaných nástrojů, nutnosti dalšího komplexního programování, a zejména z důvodu velmi vysoké ceny využívání licencí ArcGIS online. Jako schůdnější řešení bylo navrženo kompletní naprogramování platformy bez využití softwarů třetích stran. Programovací fáze platformy probíhala v programovacím jazyce JavaScript za využití všech doposud zpracovaných dat (environmentální, dopravní a ekonomický model, data produkci, data o nakládání).

První programovací fáze byla ukončena s koncem roku 2023 a první funkční pilotní verze platformy PruSym byla zveřejněna na odkazu <https://prusym.wz.cz/>.

### 3.9. Testování a prezentace platformy PruSym

Za účelem testování a zisku zpětné vazby byl uspořádán workshop s názvem „PruSym – interaktivní platforma pro podporu průmyslové symbiózy v ČR“. Ten se uskutečnil 2. listopadu 2023 v rámci konference „Životní prostředí – Prostor pro život.“ Workshop se skládal ze dvou částí, kdy v první části byl jednotlivými řešiteli představen cíl a postup tvorby platformy PruSym z pohledu vývoje environmentálního modelu a technicko-ekonomického modelu dopravy. Dále byla představena platforma PruSym z pohledu využití GIS aplikací pro ochranu životního prostředí, a také z pohledu využitelnosti dat o odpadech. V druhé, interaktivní části workshopu byla testována samotná platforma PruSym a účastníci si vyzkoušeli několik připravených příkladů využití platformy, pro otestování její funkcionality. Výstupem workshopu byla zpětná vazba od účastníků na využitelnost, funkci a jednoduchost platformy, která bude sloužit jako podklad pro její další rozvoj.

Na základě výsledků testování scénářů průmyslové symbiózy publikovaných v časopise „Sustainable Production and Consumption“ byla navržena další průmyslová odvětví mající potenciál pro zmírnění environmentálních dopadů. Vzhledem k požadavku na propojení platformy PruSym s kategoriemi Katalogu odpadů byla tato odvětví rozdělena do systematických skupin na základě fyzikálních vlastností produkovaných dopadů. Mezi tyto kategorie průmyslových odpadů patří plasty, sklo, papír, kovy a textil. Tyto kategorie průmyslových odpadů budou analyzovány metodologicky obdobně jako stavební a

demoliční odpady a vedlejší energetické produkty s vyčíslením environmentálních dopadů jejich metod nakládání, a také s vyčíslením celkového potenciálu symbiotického využití těchto materiálů v Českém měřítku.

### **3.10. Uživatelský návod pro používání pilotní verze platformy PruSym**

#### **a) Úvod**

Pilotní verze platformy PruSym, zveřejněná v listopadu roku 2023, je dostupná na odkazu <https://prusym.wz.cz/>.

Při otevření platformy je zobrazena úvodní stránka, kde jsou uvedeny základní odpovědi na otázky uživatele, jako „Proč platforma PruSym?“, „Co platforma umí?“ a „Komu je určena?“. V levém horním rohu úvodní stránky se nachází odkaz na projekt CEVOOH zastřešující vývoj platformy PruSym. V pravém horním rohu je možné se prokliknout na další stránku s obecnými informacemi.

Obecné informace obsahují další základní informace o funkcích platformy. Nachází se zde vysvětlení interpretace environmentálních dopadů a výpočet uhlíkové stopy. Je také popsáno odkud jsou čerpána data pro provoz platformy a z jakého důvodu je produkce materiálů specifikována pouze na jednotlivá ORP. Zpáteční šipkou v pravém horním rohu je možné se vrátit na úvodní stránku.

Kliknutím na tlačítko „Začít modelovat“ nacházejícím se na úvodní stránce platformy je možné vstoupit do režimu „Model“.

#### **b) Režim Model**

Režim modelu sestává ze tří hlavních částí: hlavní lišty, mapy a zadávacího rozhraní.

Na hlavní liště se nachází logo platformy PruSym, ikonka domečku umožňující návrat na úvodní stránku, a také výběr mezi režimem „Model“ a režimem „Výsledky“ (V pozdější fázi vývoje platformy může být přidán i režim „Databáze“).

Mapové rozhraní platformy zobrazuje mapu České republiky, rozdělené na jednotlivé obce s rozšířenou působností (ORP). Množství produkce odpadů bylo nutné shrnout na úroveň ORP z důvodu legislativní ochrany citlivých dat společností produkujících odpady. Mapu je možné přibližovat a oddalovat, a také tlačítkem šipky vrátit do původní velikosti.

Zadávací rozhraní platformy umožňuje výběr mezi pěti různými modely pro porovnání výsledků. Pro každý model je nutné zadat specifické parametry rozdělené do tří hlavních skupin: Materiál, Nakládání a Doprava. Zadávací rozhraní také umožňuje automatické zadání příkladového scénáře pomocí tlačítka „Příklad“, nebo také vynulování všech zadaných parametrů pomocí tlačítka „Výchozí hodnoty“. Postup zadávání parametrů do modelu je popsán v další části.

#### **c) Modelování prvního scénáře**

Po rozkliknutí tlačítka „Materiál“ je nutné jako první zadat kategorii a typ modelovaného odpadu nebo druhotné suroviny. Typ materiálu je podřazený dané kategorii materiálu a pro každou kategorii jsou uvedené specifické typy. Při zadání kategorie i typu materiálu se mapa zbarví do **zelené barvy**. Zelená barva reprezentuje produkci daného typu materiálu v jednotlivých ORP. ORP vybarvená tmavě zelenou barvou indikují větší množství produkovaného materiálu. Kliknutím na jakékoliv ORP v mapě se zobrazí karta materiálu. Na kartě materiálu jsou uvedené základní informace o materiálu, jako jsou reprezentované kódy z katalogu odpadu, popis materiálu, doporučené nakládání, a také souhrnné množství produkované v daném ORP. Lokalitu produkce je možné vybrat buď přímo v zadávacím rozhraní v rozbalovacím okně a nebo kliknutím na tlačítko „Vybrat“ v otevřené kartě materiálu daného ORP. V neposlední řadě je nutné v zadávacím rozhraní specifikovat množství modelovaného materiálu v tunách. Zadané množství je libovolné a není omezené kapacitou produkce v daném ORP.

Po rozkliknutí tlačítka „Nakládání“ se otevře druhá část zadávacího rozhraní. Zde je nutné zvolit metodu nakládání pro typ materiálu vybraný v předchozím kroku. Metody nakládání zahrnují jak odstranění materiálu, tak jeho využití. Při výběru metody nakládání se mapa zbarví do **modré barvy**. Modrá barva reprezentuje místa, kde je s vybraným materiálem možné nakládat vybranou metodou nakládání. Modrá barva v mapě v tomto případě není zobrazena pomocí gradientu, protože v této fázi projektu nejsou dostupná data o kapacitě jednotlivých zařízení pro nakládání s materiály. Kliknutím na jakékoliv ORP v mapě se zobrazí karta nakládání. Na kartě nakládání je uvedena informace o počtu provozoven nacházejících se v daném ORP a jsou také uvedené názvy těchto provozoven. Lokalitu nakládání je možné vybrat buď přímo v zadávacím rozhraní v rozbalovacím okně a nebo kliknutím na tlačítko „Vybrat“ v otevřené kartě nakládání daného ORP.

Po rozkliknutí tlačítka „Doprava“ se otevře třetí část zadávacího rozhraní. Zde je nutné zvolit typ dopravy vybraného typu materiálu z lokality produkce do lokality vybrané metody nakládání. V této fázi projektu je na výběr celkem 5 systémů dopravy o specifické nosnosti a pouze s pohonem na diesel. Nezávisle na vybraném systému je nutné také zadat konkrétní cenu paliva pro dopravu a mzdu řidiče pomocí posuvníku. Cena paliva i mzda řidiče má pevně nastavené maximální a minimální hodnoty. Vybrané hodnoty mezi těmito limity je libovolná. V neposlední řadě je nutné zadat informaci o zpáteční cestě dopravy. Možnost „Žádná nebo s jiným nákladem“ specifikuje, že žádné environmentální dopady nebudou vypočítávány pro cestu zpět. Naopak možnost „S prázdným nákladem“ specifikuje, že zpáteční cestě budou vypočítány environmentální dopady na základě dopravy daným systémem s prázdným nákladem.

Až v momentě zadání všech potřebných parametrů modelu se vybarví tlačítko „Vypočítat“, které umožní zobrazit výsledky environmentálních dopadů a nákladů zadaného scénáře.

#### **d) Režim Výsledky**

Režim výsledků sestává z dvou hlavních částí: souhrnné tabulky a grafů.

V souhrnné tabulce jsou uvedeny všechny uživatelem zadané parametry pro analyzovaný model, rozdělené stejně jako v režimu modelu do tří hlavních skupin: Materiál, Nakládání a Doprava. Ve

stejně tabulce jsou pod zadanými parametry také shrnuty výsledky výpočtu pro uhlíkovou stopu a náklady analyzovaného modelu. Uhlíková stopa je uvedena v kg CO<sub>2</sub> eq., náklady v českých korunách, a výsledky jsou opět uvedeny jak v rozdělení na jednotlivé skupiny, tak v celkovém součtu.

Pod souhrnnou tabulkou se nachází grafy výsledné uhlíkové stopy a nákladů, které umožňují grafické porovnání až pěti modelů vedle sebe. Skládané sloupcové uspořádání grafu také umožňuje znázornit příspěvek jednotlivých skupin (Materiál, Nakládání a Doprava) na celkový výsledek.

V celé platformě PruSym je pro přehlednost dodržováno pravidlo, že **zelená barva** reprezentuje produkci materiálu, **modrá barva** reprezentuje nakládání s materiálem a **žlutá barva** reprezentuje dopravu.

Záporná uhlíková stopa značí environmentální benefit, pramenící z ušetřených environmentálních dopadů při náhradě primární suroviny surovinou sekundární (př. odpadní popílek může nahradit cement při výrobě betonu, a tudíž ušetřit produkci cementu jako primární suroviny).

Záporné náklady značí zisky z potenciálního prodeje odpadního materiálu druhé straně (př. prodej energosádrovce výrobci sádrokartonu).

Kliknutím na tlačítko „Model“ na hlavní liště v horní části platformy je možné se vrátit do režimu modelu. Kliknutím na tlačítko „Model2“ v horní části zadávacího rozhraní je možné vytvořit druhý scénář pro následné porovnání s prvním scénářem.

Do režimu výsledku je kdykoliv možné se vrátit kliknutím na tlačítko „Výsledky“ na hlavní liště v horní části platformy.

#### **e) Příklady konkrétních scénářů využití platformy**

Následující příklady ukazují dva různé pohledy uživatele platformy a specifikují konkrétní otázky na které je schopna platforma PruSym daným uživatelům odpovědět. Odpovědi jsou uvedeny na základě pilotní verze platformy z konce roku 2023. V pozdější verzi se tyto výsledky mohou lišit.

##### **KDO?**

Producent stavebního odpadu - cihel (15 tun)

##### **KDE?**

ORP Kadaň

##### **OTÁZKY?**

- Kde nejbližší můžu svůj odpad předat k recyklaci?
- Je transport a recyklace odpadu environmentálně výhodná oproti skládkování v místě produkce? (př. systému dopravy: sklápěč 3 nápravy; žádná zpáteční cesta)
- Kam až dává z environmentálního hlediska smysl odpad dovážet za recyklací?

## ODPOVĚDI

- ORP Most
- Ano, i přes nutnost přepravy materiálu na delší vzdálenost je celková uhlíková stopa scénáře s recyklací nižší.
- Pro daného producenta cihelného odpadu je z environmentálního hlediska výhodné odpad dovážet za účelem recyklace asi do 100 km od místa produkce.

*(Odpověď na tuto otázku lze získat postupným zadáváním vzdálenějších lokalit recyklace do zadávacího rozhraní scénáře recyklace (Model1) a následné kontroly, jestli uhlíková stopa tohoto scénáře ve výsledcích již nepřekročila uhlíkovou stopu scénáře se skládkováním (Model2))*

## KDO?

Zpracovávatel - výrobce sádrokartonu ze sádry (10 tun)

## KDE?

ORP Odry

## OTÁZKY?

- Kde poblíž se produkuje odpadní sádra?
- Je environmentálně výhodné dovážet energosádrovec z místa s největší produkcí v porovnání se zamezenou produkcí primární sádry? (př. systému dopravy: kontejner 30 m<sup>3</sup>; zpáteční cesta s prázdným nákladem)
- Jak můžu snížit svou uhlíkovou stopu při zachování vzdálenosti dopravy?

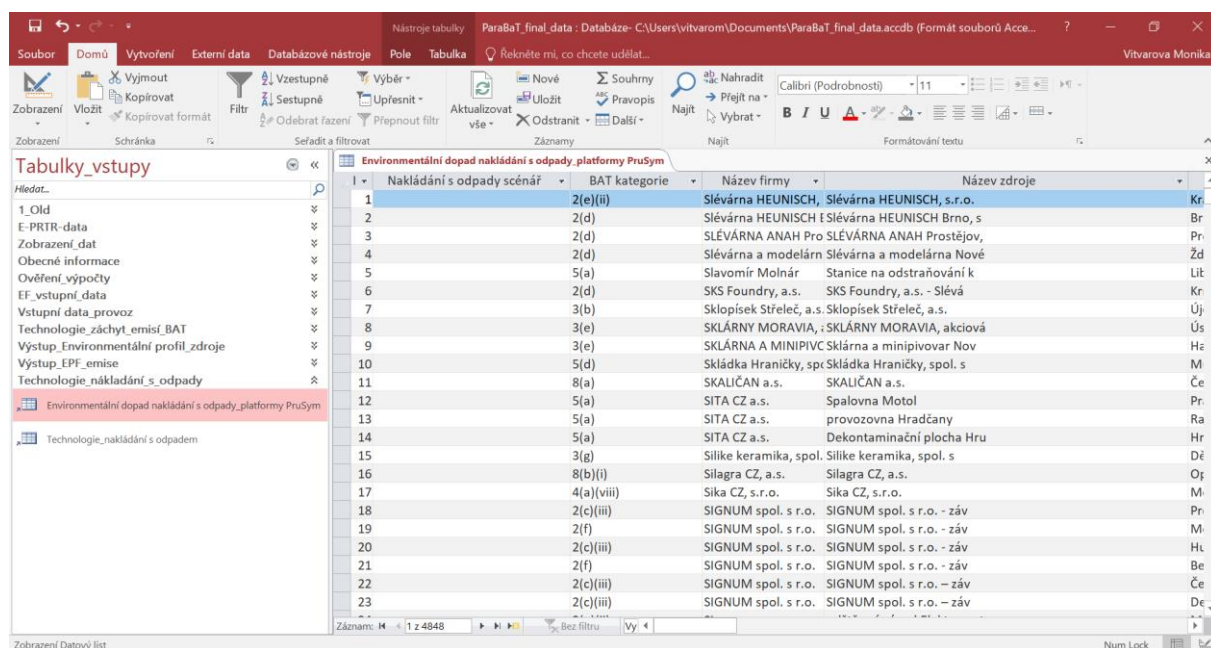
## ODPOVĚDI

- V okolních ORP se největší množství odpadní sádry (energosađrovec) produkuje ve Frýdku-Místku, menší množství také v ORP Ostrava, Třinec, Valašské Meziříčí a Vsetín.  
*(V tomto případě je nutné do vyhledávacího rozhraní první zadat hledaný typ odpadu a dle zeleného zbarvení na mapě zjistit, kde se odpad produkuje blízko definovaného ORP Odry)*
- Pro daného zpracovávatele není z environmentálního hlediska výhodné energosađrovec dovážet za účelem výroby sádrokartonu. Uhlíková stopa dopravy je vyšší než úspora uhlíkové stopy náhrady primární suroviny.
- Uhlíkovou stopu dopravy můžu snížit například využitím zpáteční cesty pro transport jiného materiálu; využitím menšího systému dopravy s nosností blízkí se 10ti tunám; a nebo naopak plným využitím nosnosti dopravního systému při přepravě většího množství materiálu.

## 4. Propojení platformy PruSym a databáze ParaBAT s platformou sdílení a analýzy dat



V rámci aktivit roku 2023 bylo vytvořeno propojení pro data z platformy PruSym s integrovaným modelem dopravy a databáze ParaBAT a to formou integrované sekce v platformě pro sdílení analýzy dat databáze ParaBAT s názvem „Technologie nakládání s odpadem“, viz obr. 15. Do připravených tabulek pro jednotlivé zdroje je možné zapsat získané hodnoty indikátorů z modelování scénářů z platformy PruSym, jež se pak zahrnou do hodnoty souhrnného indikátoru pro daný zdroj společně s Moduly 1, 2 a 3.



| Nakládání s odpady scénář | BAT kategorie | Název firmy                                     | Název zdroje |
|---------------------------|---------------|-------------------------------------------------|--------------|
| 1                         | 2(e)(ii)      | Slévárna HEUNISCH, Slévárna HEUNISCH, s.r.o.    | Kr           |
| 2                         | 2(d)          | Slévárna HEUNISCH I Slévárna HEUNISCH Brno, s   | Br           |
| 3                         | 2(d)          | SLÉVÁRNA ANAH Pro SLÉVÁRNA ANAH Prostějov,      | Pr           |
| 4                         | 2(d)          | Slévárna a modelárn Slévárna a modelárna Nové   | Žd           |
| 5                         | 5(a)          | Slavomír Molnár Stanice na odstraňování k       | Li           |
| 6                         | 2(d)          | SKS Foundry, a.s. SKS Foundry, a.s. - Slévá     | Kr           |
| 7                         | 3(b)          | Sklopisek Střelec, a.s. Sklopisek Střelec, a.s. | Új           |
| 8                         | 3(e)          | SKLÁRNÝ MORAVIA, SKLÁRNÝ MORAVIA, akciová       | Ús           |
| 9                         | 3(e)          | SKLÁRNA A MINIPIVC Sklárna a minipivovar Nov    | He           |
| 10                        | 5(d)          | Skládka Hraníčky, sp. Skládka Hraníčky, spol. s | M            |
| 11                        | 8(a)          | SKALIČAN a.s. SKALIČAN a.s.                     | Če           |
| 12                        | 5(a)          | SITA CZ a.s. Spalovna Motol                     | Pr           |
| 13                        | 5(a)          | SITA CZ a.s. provozovna Hradčany                | Ra           |
| 14                        | 5(a)          | SITA CZ a.s. Dekontaminační plocha Hru          | Hr           |
| 15                        | 3(g)          | Silike keramika, spol. Silike keramika, spol. s | Dě           |
| 16                        | 8(b)(i)       | Silagra CZ, a.s. Silagra CZ, a.s.               | Oř           |
| 17                        | 4(a)(viii)    | Sika CZ, s.r.o. Sika CZ, s.r.o.                 | M            |
| 18                        | 2(c)(iii)     | SIGNUM spol. s r.o. SIGNUM spol. s r.o. - záv   | Pr           |
| 19                        | 2(f)          | SIGNUM spol. s r.o. SIGNUM spol. s r.o. - záv   | M            |
| 20                        | 2(c)(iii)     | SIGNUM spol. s r.o. SIGNUM spol. s r.o. - záv   | Hu           |
| 21                        | 2(f)          | SIGNUM spol. s r.o. SIGNUM spol. s r.o. - záv   | Be           |
| 22                        | 2(c)(iii)     | SIGNUM spol. s r.o. SIGNUM spol. s r.o. - záv   | Če           |
| 23                        | 2(c)(iii)     | SIGNUM spol. s r.o. SIGNUM spol. s r.o. - záv   | De           |

Obrázek 15: Sekce pro sdílení dat mezi platformou PruSym, modelem dopravy a databází s platformou pro sdílení a analýzu dat ParaBAT.

**Propojené databáze, převzatá data z veřejně dostupných platforem.**

<https://www.irz.cz/>

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/member-states-reporting-art-7-under-the-european-pollutant-release-and-transfer-register-e-prtr-regulation-23/european-pollutant-release-and-transfer-register-e-prtr-data-base>

<https://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/developerEF.xhtml>