

VĚDECKO-VÝZKUMNÁ ČINNOST INSTITUTU
ENVIRONMENTÁLNÍHO INŽENÝRSTVÍ V OBLASTI NEROSTNÝCH
SUROVIN

Vysoká škola báňská - TU Ostrava je pokračovatelka Vysoké školy báňské v Příbrami. Vysoká škola báňská v Příbrami, původně v roce 1791 začínala jako monetární učiliště, a titul Vysoká škola báňská (báňská akademie) získala v roce 1865. V této době bylo možné studovat v rámci VŠB obory hornictví nebo hutnictví. Hornicko-geologická fakulta je tedy jednou z nejstarších fakult VŠB – TUO. Její zaměření souvisí s těžbou a využíváním primárních nerostných surovin a fosilních zdrojů, aby mohly být uspokojovány základní potřeby moderní společnosti. V 60-tých letech minulého století se však ve světě začaly objevovat obavy ohledně udržitelnosti tehdejší neustále se zvyšující poprávky po surovinách a společně s ní i zvyšující se tvorba odpadů. Jedněmi z prvních vlaštovek, které se těmto vrůstajícím trendům spotřeby a produkce (vč. odpadů) byli odborníci soustředěni do tzv. „Římského klubu“. Tato nevládní mezinárodní organizace, která si vytkla za cíl upozornit "mocné tohoto světa", jaké nebezpečí hrozí lidstvu, bude-li ve svém vývoji pokračovat stejným způsobem a se stejnou intenzitou jako dosud. Výsledky modelů možných alternativ budoucnosti společnosti zpracované počítačem byly uveřejněny v r.1972 pod názvem_“The Limits to growth” (v českém překladu jako „Hranice růstu“). Uveřejnění těchto modelů pak spustilo sled událostí od založení Zvláštní komise pro životní prostředí a její následný rozvoj při OSN, a řadu konferencí zaměřených na mezinárodní spolupráci při ochraně životního prostředí, ať už v Tokiu (kde byly položeny základy trvale udržitelného rozvoje), v Riu de Janeiru (kde byly v roce 1992 nastaveny základní pravidla pro EMS v podnicích), atd.¹

¹ Konference v Rio de Janeiro v této souvislosti není zmiňována náhodně, protože v současné době je připravována konference RIO+20, a konference, která by měla být zaměřena na bilanci již aplikovaných opatření, by se v tomto roce měla do Ria de Janeira znovu vrátit.

V souvislosti s tímto vývojem environmentálního² povědomí ve světě začalo docházet i ke změnám a rozšiřování obsahové náplně oborů v rámci VŠB – TUO, i když k těmto změnám začalo docházet, díky politickým změnám v tehdejší Československu, s určitým zpožděním. Výraznější změny související se vznikem nové katedry započaly v 90-tých letech minulého století v rámci Hornicko-geologické fakulty. V té době zde vznikla, katedra Ekologie (nyní Institut environmentálního inženýrství) s celoškolskou působností, a v roce 1991 zde byl zaveden nový obor „Ekotechnika“ (nyní „Environmentální inženýrství“) a obor „Zpracování a zneškodňování odpadů“, a zároveň se začalo rozvíjet i profilové zaměření na čištění a úpravu vody. Systematická environmentální výuka má tak na škole více než 20-ti letou tradici.

Ve svých počátcích byl tento obor vyučován v rámci detašovaného pracoviště ve Frýdku – Místku, kde byly vyučovány oba nové obory. A z dat o vývoji studentů můžeme sledovat, že nově založené obory si našly své studenty a od r. 1995 velmi výrazně rozšířily počty absolventů.

V průběhu let pak můžeme zaznamenat neustále vzrůstající počty studentů (viz graf. 2) a v současnosti je institut Environmentálního inženýrství institutem s největším počtem studentů v rámci Hornicko-geologické fakulty.

V současnosti zde mohou studenti studovat v celkem 6 specializovaných programech. V rámci oddělení je zároveň vyvíjena i soustavná vědecko-výzkumná činnost. V současné době je zde podporován rozvoj ucelených pohledů na životní prostředí tak, abychom pouze nepřelévaly problémy znečištění z jedné složky životního prostředí do jiné (např. aplikací filtračních technologií při odstraňování polétavého prachu z plynných emisí zároveň zvyšujeme množství tuhých odpadů, s kterými je pak následně potřeba nakládat v rámci odpadového hospodářství). Abychom dokázali předcházet tomuto „přelévání“ problémů byla vyvinuta metoda „Posuzování životního cyklu“ (angl. Life-cycle Assessment – zkráceně LCA).

² Dnes už by zřejmě nikoho nenapadlo, použít výraz ekologický, přestože v době svého prvního použití byly tyto 2 termíny používány současně.

Metoda posuzování životního cyklu produktu

Jedná se o analytickou metodu, která se vyvinula z metody „Zdrojová a profilová analýza z hlediska životního prostředí“ (angl. Resource and Environmental Profile Analysis – zkráceně REPA). V průběhu 90.-tých let pak tato metoda dostala podobu, v jaké jí známe dnes. Jejím základním principem je shromáždění a vyhodnocení vstupů, výstupů a možných dopadů produkovaného systému na životní prostředí během jeho životního cyklu. Při posuzování se tedy v rámci životního cyklu mapují toky mezi jeho jednotlivými etapami (získávání surovin, výroba, doprava, skladování, spotřeba a zneškodňování) a životním prostředím (obecné fáze životního cyklu produktu jsou graficky znázorněny v obr. 1).

V současné době je, z hlediska metodiky, tato oblast ošetřena normami platnými pro oblast EMS (Environmentálních manažerských systémů) řady ISO 14 040. V rámci těchto norem jsou pak definovány 4 základní fáze, které je nezbytné při posuzování dodržet:

1. Definice cílů a rozsahu
2. Inventarizační analýza (jinak sběr informací)
3. Analýza vlivů na životní prostředí
4. Interpretace výsledků

Pro správné vytvoření ucelené LCA studie je nezbytné popsání a dodržení všech těchto fází. Pro účely tohoto článku si zde zkráceně jednotlivé fáze předvedeme na konkrétním příkladu procesu těžby hnědého uhlí.

Definice cílu a rozsahu

Tato fáze je klíčová, protože stanovené cíle nám určují, které výsledky pak pro nás budou určující při následné analýze vlivů a interpretaci. Pro naše účely si můžeme stanovit za hlavní cíl:

„Stanovení fáze a procesu mající klíčový vliv na životní prostředí při těžbě a zpracování hnědého uhlí z konkrétního dolu a úpravny“

Základními fázemi v tomto případě bude:

- těžba hnědého uhlí
- úprava hnědého uhlí

V tomto případě se jedná o studii cradle-to-gate (od kolébky po bránu), tedy o zkrácenou formu studie³. Jednotka, ke které budeme následně všechny vypočtené hodnoty vztahovat, bude 1kg vytěženého (upraveného) uhlí.

Inventarizační analýza

V rámci této fáze dochází ke sběru základních informací (materiálových toků, vstupů a výstupů z jednotlivých procesů). V tomto případě se jedná o primární informace z konkrétní společnosti z roku 2007. Mezi mapované materiálové toky, patřila spotřeba zemního plynu, páry, horké vody, el. energie, vody odebrané z vodovodní sítě, olejů a maziv, a celkové produkce a produkce odpadní vody, odpadů a emisí do ovzduší a vody. Výsledkem inventarizační analýzy je inventarizační tabulka. V rámci inventarizační tabulky a zamapování jednotlivých toků, již můžeme vysledovat, které z produktů mají klíčový vliv na ŽP (obr. 2)

Analýza vlivů na životní prostředí

Na rozdíl od předchozích fází, které jsou zpravidla totožné ve všech studiích, a neliší se ani v závislosti na použitém programovém vybavení, je etapa analýzy vlivů velmi variabilní. V rámci této etapy je klíčové, jak výsledky, získané na základě inventarizační analýzy, budeme dále zpracovávat. V úvodu této fáze máme vytvořenu inventarizační tabulku, kde jsou stanoveny jednotlivé látky emitované do vod, ovzduší a půdy včetně kvantifikace jejich množství. V rámci analýzy pak řešitel (nebo specializovaný program) provede sdružení těchto látek do jednotlivých kategorií (např. skleníkové plyny – plyny ovlivňující skleníkový efekt, plyny podílející se na poškozování ozónové vrstvy, acidifikaci, apod.), a poté jsou vždy látky v rámci každé kategorie pomocí váženého průměru sečteny. Uvedeným postupem je získána výsledná hodnota např. acidifikace, poškozování ozónové vrstvy, apod. (v tomto případě mluvíme o tzv. midpointových kategoriích). Někteří řešitelé v tomto stádiu končí, a dále už pracují s pouze s těmito hodnotami. V případě naší studie hnědého uhlí vypadají výsledné grafy následujícím způsobem (graf 3).

³ Pro úplné sestavení cyklu by bylo vhodné doplnit tyto 2 základní etapy o dopravu uhlí k odběrateli a fázi zpracování uhlí.

Někteří ještě dále sdružující tyto kategorie do již všeobecnějších kategorií (tzv. endpointových kategorií), tyto kategorie jsou však již do velké míry závislé na jednotlivých metodikách, a mají tendence popisovat děje v životním prostředí dosti zjednodušujícím způsobem. Proto je interpretace na základě těchto kategorií méně častá. Následuje ukázka posuzovaného životního cyklu v rámci 3 nejčastějších endpointových kategoriích (graf 4).

Vlivy na životní prostředí lze hodnotit na základě nejrůznějších metodik (v ČR se nejčastěji používají metodiky CML 2001 a Ekoindikátor), pokud je však studie provedena správně, mělo by se na vždy dojít ke stejným závěrům (i když absolutní hodnoty je

Graf 3: Ukázka míry vlivu jednotlivých etap posuzovaného životního cyklu (midpointové kategorie)

Prezentované analýzy byly provedeny pomocí metodiky Ekoindikátor, která je součástí specializovaného programu SimaPro. Pro správnost provedené studie se provádí i analýza neurčitosti (nejčastěji pomocí Monte Carlo analýzy).

Interpretace výsledků

Jedná se o závěrečnou povinnou fázi, kdy se interpretují získané výsledky vzhledem ke stanoveným cílům. V našem případě bylo hlavním cílem „Stanovení fáze a procesu mající klíčový vliv na životní prostředí při těžbě a zpracování hnědého uhlí z konkrétního dolu a úpravny“. Vzhledem k získaným výsledkům, můžeme konstatovat, že v případě 2 stanovených etap (těžba hnědého uhlí a zpracování hnědého uhlí) má nejvýznamnější vliv na životní prostředí etapa těžby hnědého uhlí (vliv této etapy tvoří v jednotlivých kategoriích 90-99% z celkového vlivu životního cyklu na životní prostředí). Při detailní analýze tohoto procesu je patrné, že nejvýraznějším vstupem v rámci této etapy je spotřeba elektrické energie, která tvoří 63% z celkového vlivu v rámci etapy spotřeba elektrické energie (pokud bychom její vliv přepočítali k celkovému vlivu vytvořeného životního cyklu, pak spotřeba elektrické energie při těžbě černého uhlí tvoří 20 - 90% z celkového vlivu na životní prostředí v rámci celého životního vlivu⁵. Dalšími významnými vlivy jsou spotřeba motorové nafty (na celkovém vlivu etapy těžba hnědého uhlí se podílí z 13,6%) a pak i

⁴ To je také důvod, proč je vhodnější provádět tyto studia jako srovnání 2 a více procesů. V tom případě je však velmi důležité zvolit si vhodnou jednotku, abychom srovnávali srovnatelné.

⁵ vliv se liší v rámci jednotlivých kategoriích) nejnižší je v případě kategorie „ekotoxická v rámci vodního prostředí“ a nevýznamnější v případě kategorie „zábory půdy“.

samotný proces těžby (na celkovém vlivu etapy těžba hnědého uhlí se podílí z 9,6%). V rámci normalizace bylo dále zjištěno, že v případě procesu těžby hnědého uhlí jsou z hlediska vlivu na životní prostředí velmi významné hodnoty emitovaných polychlorovaných bifenylů a furanů, které se významně podílejí na celkovém zvýšeném množství karcinogenních látek v životním prostředí.

Závěry z provedené analýzy:

- negativní vliv na životní prostředí lze nejvýrazněji snížit snížením spotřeby elektrické energie a pohonných hmot ve společnosti
- doporučuje se rovněž zaměřit na emitované polychlorované bifenylly a furany, z hlediska jejich složení a potencionální nebezpečnosti pro životní prostředí, popř. srovnat jejich emitovaná množství vztažená na 1 kg vytěženého uhlí v rámci BAT (nejlepší dostupné technologie - angl. best available technology)

V rámci studie byla provedena analýza neurčitosti a konzistence studie. V případě analýzy neurčitosti byly pokaždé získány stejné výsledky ohledně významnosti etap i jednotlivých vstupů v rámci etapy těžba hnědého uhlí. Studie je rovněž konzistentní.

Diskuze výsledků

V souvislosti s vývojem v rámci Institut environmentálního inženýrství, zde byla v krátkosti představena metoda posuzování vlivu životního cyklu produktu na životní prostředí vč. konkrétního představení jejích základních kroků na zkráceném cyklu gradle-to-gate. Uvedené závěry jsou prakticky využitelné při environmentálním řízení v podniku (EMS, získání environmentálního značení III. typu – EPD nebo pro prezentaci vlivu činnosti společnosti). Obecně je v praxi metoda LCA jednou z povinných fází při tvorbě nových norem v případě environmentálního značení I. typu – „ekologicky šetrný produkt/služba“ a v současné době je i součástí §9a odst.2 zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech a změně některých dalších zákonů v aktuálním znění, a §3b odst.2 zákona č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší a změně některých dalších zákonů v aktuálním znění. Na tuto metodu bude rovněž navazovat i další řada norem environmentálního manažerského systému ISO 14 045, která na základě LCA posuzuje Ekoefektivitu produktového systému. Jedná se tedy o ucelenou analytickou metodu hodnocení vlivu produktu nebo činnosti na životní prostředí, jejíž

výsledky jsou dobře uplatnitelné i v praxi a již mají i svou oporu v Evropské i české legislativě.

Literatura:

ČSN EN ISO 14040: *Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Zásady a osnova*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 36 s.

Remtová, K.: *Posuzování životního cyklu – METODA LCA*. Praha: Ministerstvo životní prostředí, 2003. 15 s. ISBN 80-7212-232-0

Hanus, R.; Koubský, J.; Krčma, M.: *Inovace výrobků a jejich systémů – Metodika analýzy inovačního potenciálu výrobků a služeb*. Praha: Centrum inovací a rozvoje, 2004. 23 s.

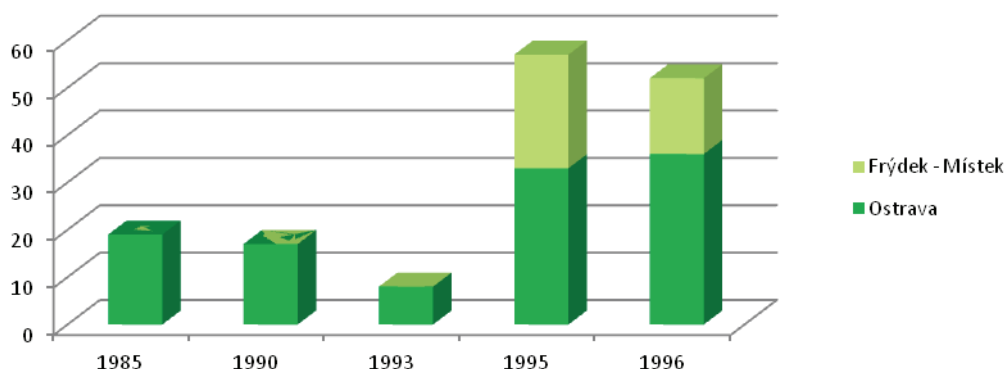
KODYMOVÁ, J. LCA analysis base materials (electric energy, heat, crude oil and oil products) made only from public information. In FEČKO, Peter; ČABLÍK, Vladimír (ed.). 12th conference on Environment and Mineral Processing : 5.-7.6.2008, VŠB-TU Ostrava, Czech Republic. Ostrava : VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2008. Part III. s. 53-60. ISBN 978-80-248-1777-4.

KODYMOVÁ, J. Creation and Environmental Impact Analyses of Life-cycle of steel structures, which are produced in Czech Republic, In.: International Symposium on Earth Science and Technology: 1. - 2.12. 2008 Fukuoka: Kyushu University, Japan. Fukuoka: Kyushu University, 2008. s. 597- 602. ISBN 978-4-9902356-9-7

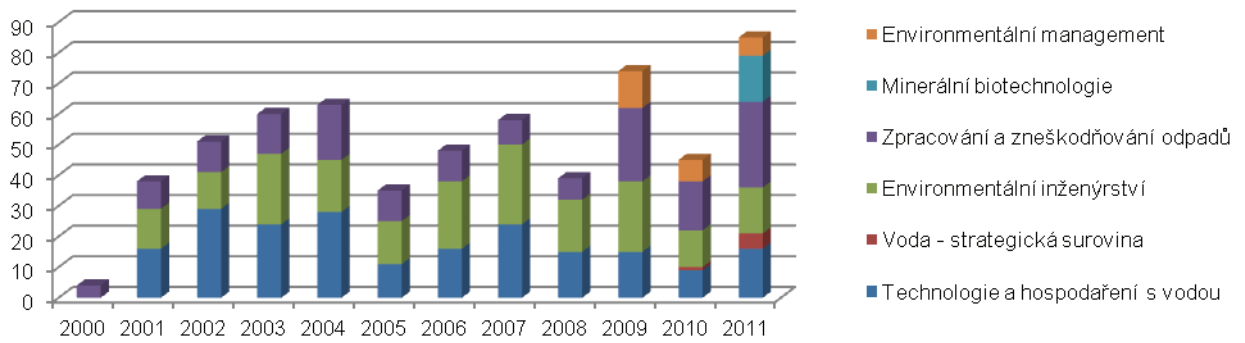
KODYMOVÁ, J. The comparison LCIA of created life-cycle of steel producing and comparable life-cycle form gemis database. In FEČKO, Peter; ČABLÍK, Vladimír (ed.). 13th conference on Environment and Mineral Processing: 4.-6. 6. 2009, VŠB-TU Ostrava, Czech Republic. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2009. Part IV. s. 87-90. ISBN 978-80-248-2018-7.

KODYMOVÁ J. Vytvoření a uveřejnění databáze vysokoškolských kvalifikačních prací, jejichž předmětem je posouzení nebo hodnocení životního cyklu produktu. In KOČÍ, V. (ed.) Průmyslová konference: 24.-26.3. 2010, Ždár n. Sázavou, Czech Republic. Chrudim: Ekomonitor s.r.o., 2010. s. 211-212. ISBN 978-80-86832-50-0

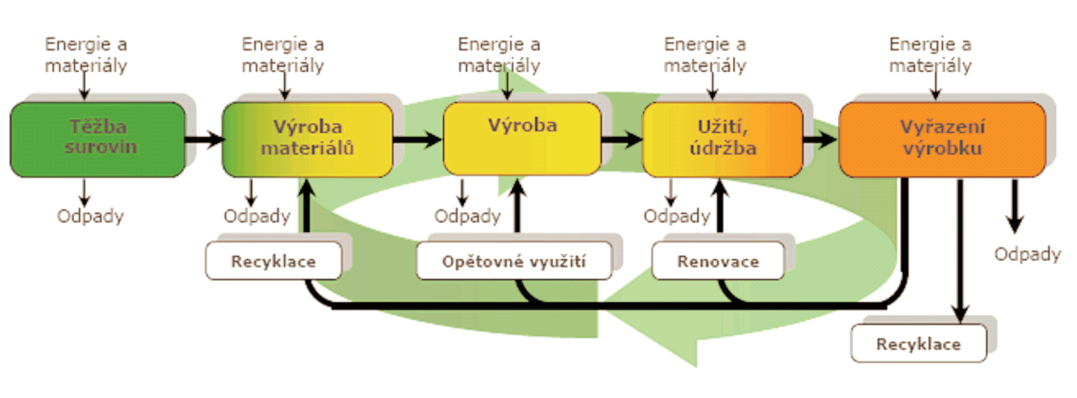
KODYMOVA, Jana. Metody posuzování životního cyklu ocelové konstrukce. *Hutnické listy*. 2011, LXIV, 1, s. 59-66. ISSN 0018-8069



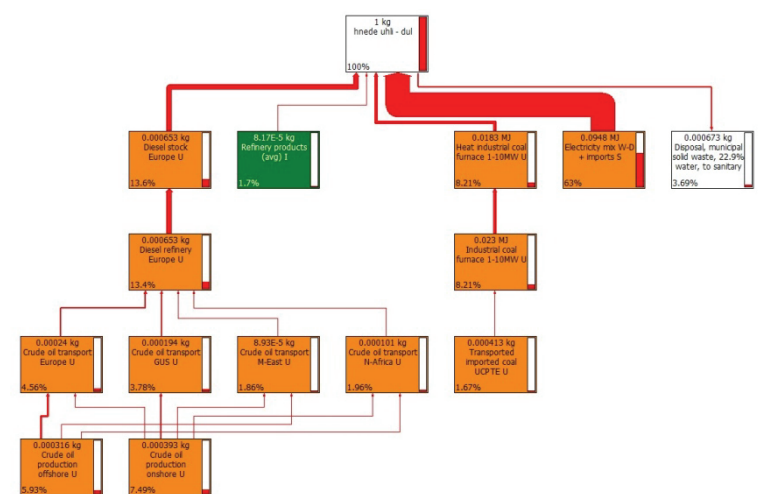
Graf 1: Vývoj počtu absolventů oborů v rámci programů: Úprava nerostných surovin, Úpravnictví a technologie vody, Zneškodňování odpadů a Ekotechnika



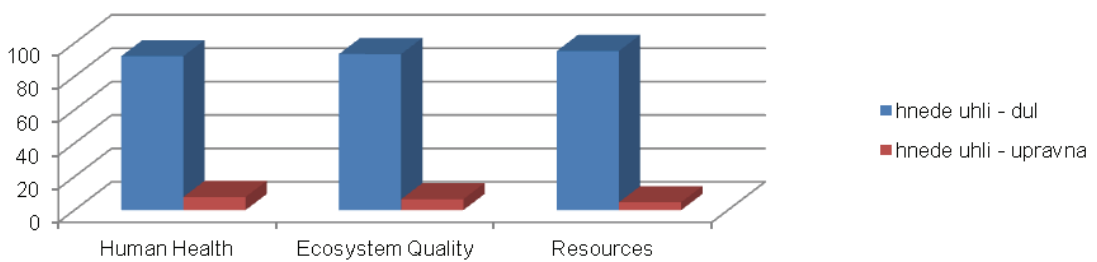
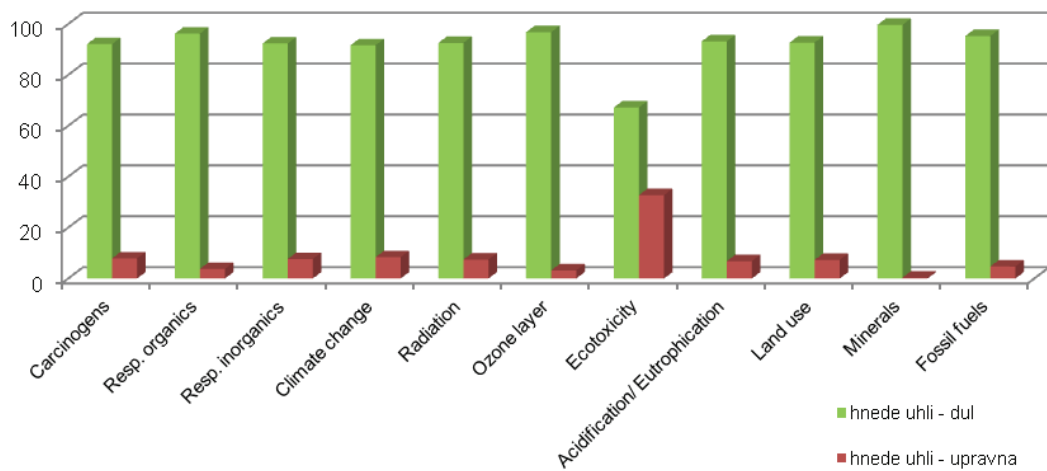
Graf 2: Vývoj počtu absolventů institutu environmentálního inženýrství



Obr. 1: Obecné fáze životního cyklu



Obr. 2: Ukázka síťového grafu příspěvků jednotlivých vstupů v rámci etapy těžba hnědého uhlí



Graf 4: Ukázka míry vlivu jednotlivých etap posuzovaného životního cyklu (endpointové kategorie)