



TECHNICKÁ SPRÁVA

Alternativa plastových tašek vo vybraných krajinách

Varianta 9: Plasty

9. decembra 2019

Richard Borbély (xborbe00)
Daniel Weis (xweisd00)

Obsah

1	Úvod	1
1.1	Autori a zdroje	1
1.2	Validita modelu	1
2	Rozbor témy a použitých metód/technológií	1
2.1	Použité postupy	1
2.2	Použité technológie	2
3	Koncepcia modelu	2
3.1	Algoritmus a vzorec na výpočet žiadanej hodnoty	4
3.2	Vzorec na výpočet počtu tašiek za nákup	5
4	Architektúra simulátoru	5
4.1	Spúšťanie programu	6
5	Podstata simulačných experimentov a ich priebeh	7
5.1	Postup experimentovania	7
5.1.1	Postup experimentovania číslo 1	7
5.1.2	Postup experimentovania číslo 2	7
5.2	Jednotlivé experimenty	8
5.2.1	Experiment číslo 1	8
5.2.2	Experiment číslo 2	8
5.2.3	Experiment číslo 3	9
5.3	Záver experimentov	9
6	Zhrnutie simulačných experimentov a záver	9

1 Úvod

Táto práca vznikla ako projekt do predmetu Modelování a Simulace. Zaoberá sa problematikou príliš výrazného rozšírenia plastových tašiek a jeho následkami v danom štáte, konkrétne na Slovensku, v Česku, v Nemecku, v USA, respektíve v intergráčnom zoskupení (Európska únia). Pre jednoduchosť vo vyjadrovaní budeme v tejto práci Európsku úniu takisto zaradiť do kategórie štátov, respektíve krajín. Práca simuluje [7](strana č. 8) model [7](strana č. 7) charakterizujúci stav daného štátu za rôznych podmienok. Cieľom je experimentovanie s kvantom opotrebovaných plastových tašiek a ich alternatív a následné zistenie najvýhodnejšej možnosti využívania jednorázových tašiek v prospech životného prostredia.

1.1 Autori a zdroje

Projekt bol vypracovaný študentmi Richardom Borbélyom a Danielom Weisom z VUT FIT v Brne. Odborným konzultantom bol Ing. Martin Hrubý, ktorý nám do projektu dodal užitočné rady, za čo mu ďakujeme. K vypracovaniu projektu bola potreba kompletnej štúdie materiálov z výskumov, čo riešia problémy s plastmi po celom svete. Zmyslom projektu je demonštrovať, aký vplyv by mala na životné prostredie náhrada plastových tašiek za papierové. Projekt porovnáva aspekty všetkého možného druhu, ako sú napríklad pri výrobe vyprodukované emisie, použitá energia, ale aj vlastnosti ako cena a váha materiálov alebo vlastnosti recyklácie a spaľovania a ich vzájomné porovnanie. Nekompromisne najviac náročnou a najdôležitejšou časťou práce je získavanie potrebných, validných a presných údajov.

1.2 Validita modelu

Práca na tomto projekte spočíva prevažne v práci so získanými údajmi, na ktorých je celý model stavaný. Preto validitu modelu dokazuje overiteľnosť údajov a ich dôveryhodné zdroje, ako sú napríklad:

- Americký výskum *Boustead Consulting and Associates Ltd.* [3]
- Výskum dánskeho Ministerstva životného prostredia a jedla [1]
- Škótska exekutíva [2]

2 Rozbor témy a použitých metód/technológií

Štúdia [3] so zameraním na výrobný process tvrdí, že do výroby 1000 plastových tašiek ekvivalentným nosnosti 1000 papierových je nutné investovať 763 MJ energie, 58 galónov čistej vody, 14.9 kg fosílnych palív a že táto výroba vypustí 0.04 ton oxidu uhličitého. Takisto sa vytvorí 7 kg tuhého komunálneho odpadu. V prípade papierových tašiek sú tieto údaje omnoho menej príjemné, totiž na výrobu 1000 papierových tašiek sa použije 2622 MJ energie, 1004 galónov vody, 23.2 kg fosílnych palív a vypustí sa 0.08 ton CO₂. Pri produkcii papierových tašiek sa vytvorí 33.9 kg tuhého komunálneho odpadu. Druhá použitá štúdia [2] tvrdí, že obchodná cena 1000 plastových tašiek je 7.47 libier a ich váha činí 8.4 kg. Na druhej strane rovnaký počet papierových tašiek stojí predajcu 220 libier a ich váha je 124 kg.

2.1 Použité postupy

Ako nástroj na efektívnu realizáciu potrebných výpočtov sme použili programovací jazyk C++. To z toho dôvodu, že poskytuje jednoduchú možnosť implementácie výpočtov v prehľadnom kóde, no faktom je, že výber programovacieho jazyka pre tento typ výpočtov a ich výpis nie je relevantným faktorom.

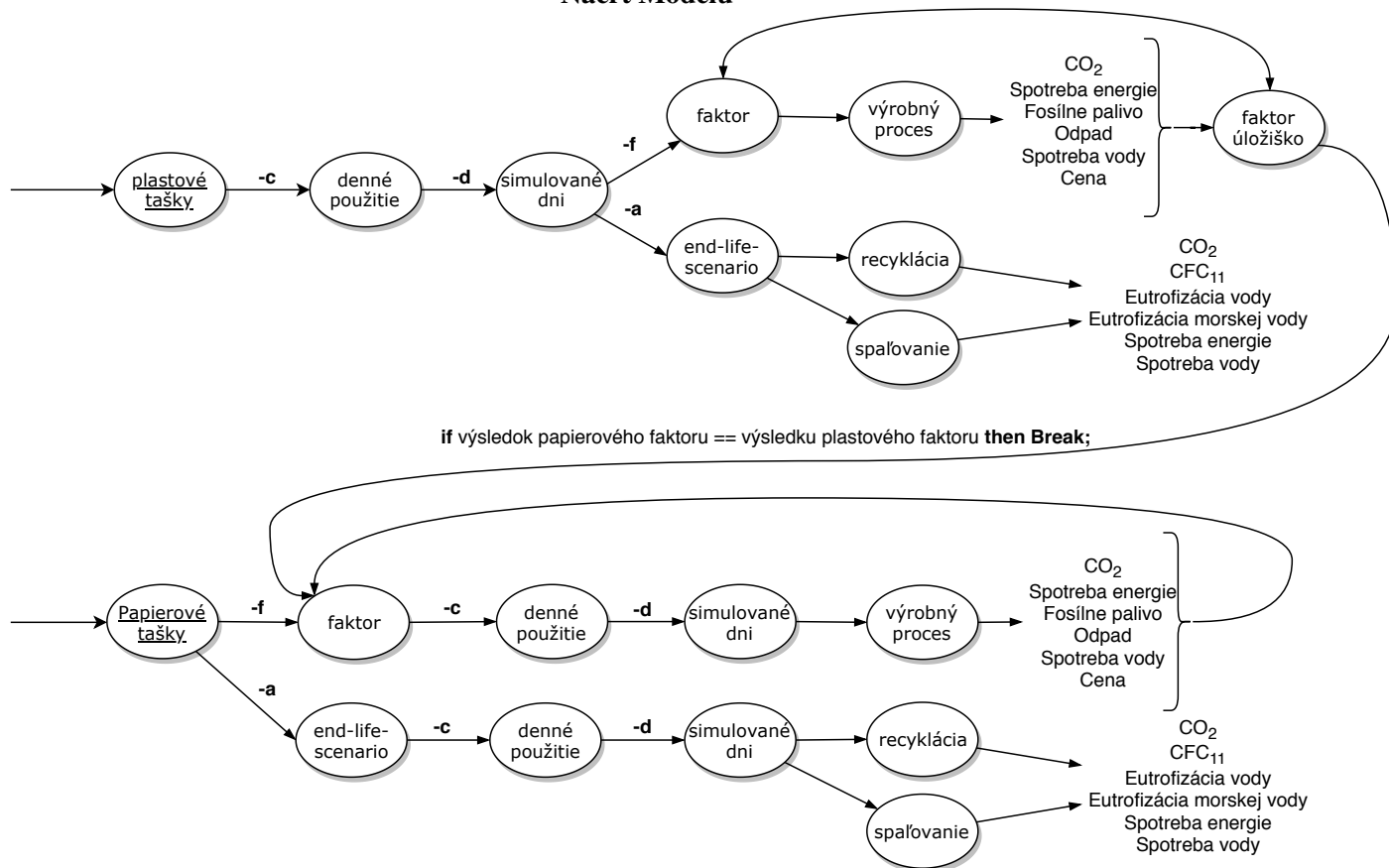
2.2 Použité technológie

- programovací jazyk C++ - www.cplusplus.com
- prekladač g++ - www.cprogramming.com/g++.html
- školský server Merlin - <https://merlin.fit.vutbr.cz/>

3 Konceptia modelu

Model charakterizuje proces dopracovania sa k výsledkom jednotlivých vplyvov plastových tašiek v porovnaní s papierovými na základe informácií čerpaných z vyššie uvedených štúdií.

Náčrt Modelu



Model stavia na údajoch opísaných v sekcii 2 upravených do formy, kde sú dáta prispôsobené pre jednu tašku namiesto 1000 a to vo veličinách prispôsobených pre náš región.

Informácie o výrobnom procese tašiek, konkrétne o vyprodukovaných emisiách, použitej energii, spotrebe fosílnych palív, komunálneho odpadu a použitej vode sú prevzaté z americkej štúdie [3]. Táto štúdia do výrobného procesu zarátava aj všetky nepriame náklady na výrobu vrátane extrahovania surovín zo zeme alebo napríklad ich prepravu. Z takýchto dôvodov sa údaje v jednotlivých štúdiách môžu líšiť, avšak tento fakt neznamená ich nesprávnosť.

	Plastová taška	Papierová taška
Emisie (kg CO ₂)	0.04	0.08
Použitá energia (kJ)	763	2622
Spotreba fosílnych palív (kg)	0.0149	0.0232
Tuhý komunálny odpad (kg)	0.007	0.0339
Použitá čistá voda (l)	0.015	0.264
Cena (€)	0.085	0.26
Váha (kg)	0.0084	0.124

Tabuľka 1: Výroba jednej tašky

Na základe internetových zdrojov je známe, že priemerný člen Európskej únie ročne minie 200 plastových tašiek [9]. V prípade Čechov je to 150 tašiek [4] a Slováci za jeden rok minú v priemere 466 tašiek na hlavu [9]. V USA minie jeden obyvateľ približne 425 plastových tašiek ročne [8]. Nemci sú na tom najlepšie z uvedených, tí minú iba 24 tašiek ročne [10]. Použitím týchto informácií sme dokázali nasimulovať environmentálny, ale aj ekonomický dopad spôsobený občanmi jednotlivých krajín. Nasledovná tabuľka znázorňuje dopad užívania plastových tašiek jedného človeka v danej kategórii. Údaje sú výstupom programu s výsledkami simulácie po jednom roku. Údaje sú v znázornenej tabuľke zaokrúhlené na 2 desatinné miesta, čo tvorí zanedbateľný rozdiel. V samotnom výstupe programu sa pre maximálnu presnosť údaje nezaokrúhľujú.

	člen EÚ	Čech	Slovák
Počet použitých tašiek	200	150	466
Emisie CO ₂ (kg)	8	6	18.64
Použitá energia (MJ)	152.62	114.46	355.56
Spotreba fosílnych palív (kg)	2.98	2.24	6.94
Tuhý komunálny odpad (kg)	1.4	1.05	3.26
Použitá čistá voda (l)	3	2.25	6.99
Cena (€)	17	12.75	39.61
Váha (kg)	16.8	12.6	39.14

Tabuľka 2: Výroba tašiek na občana ročne

Ešte pred jeho prvým spomenutím si definujme jeden dôležitý pojem, ktorý je neodmysliteľnou súčasťou tohto projektu, a tým je faktor dopadu:

- **Faktor dopadu výroby** plastovej tašky je údaj získaný simuláciou, na základe ktorého sa prispôbuje vygenerovaná alternatíva (vo forme náhrady plastových tašiek papierovými).

Princípom programu je simulovať dopad používania plastových tašiek pre jednotlivých občanov jednotlivých krajín. Program berie ako vstup danú krajinu z výberu (EÚ, USA, Nemecko, Česko alebo Slovensko), počet nasimulovaných dní a ovplyvňujúci faktor. Parameter faktor reprezentuje jeden z vybraných faktorov dopadu výroby plastových tašiek. Ako výstup vypíše informácie o za ten čas minutých plastových taškách obyvateľom danej krajiny a taktiež nasimuluje alternatívu vo forme nahradenia plastových tašiek papierovými. Okrem toho program vezme zadaný faktor a prispôbí počet papierových tašiek k tomu, aby daný faktor výroby papierovej tašky nepredčil faktor výroby tašky plastovej. Cieľom je dať najavo rozdiel vo výrobe tašiek pri týchto rozdielnych materiáloch.

Nasledovné tabuľky prevzaté z dánskej štúdie [1] znázorňujú informácie o recyklácii a pálení pre jednu plastovú a papierovú tašku. Jedná sa o vytvorenú klimatickú zmenu, nárast ozónovej diery, eutrofizáciu vôd [6], investovanú energiu z fosílnych palív a investovanú vodu.

Recyklácia	Veličina	Plastová taška	Papierová taška
Klimatické zmeny	CO ₂ (kg)	8.20E-02	1.10E-01
Ozónová diera	CFC11 (kg)	5.60E-09	1.90E-08
Eutrofizácia čistých vôd	P (kg)	7.90E-07	1.80E-05
Eutrofizácia morských vôd	N (kg)	3.30E-05	1.60E-04
Energia z fosílnych palív	(MJ)	1.30E+00	2.20E+00
Voda	(L)	8.60E-02	1.60E+00

Tabuľka 3: Recyklácia

Pálenie	Veličina	Plastová taška	Papierová taška
Klimatické zmeny	CO ₂ (kg)	1.10E-01	6.00E-02
Ozónová diera	CFC11 (kg)	1.20E-09	1.20E-08
Eutrofizácia čistých vôd	P (kg)	-5.60E-07	1.70E-05
Eutrofizácia morských vôd	N (kg)	2.30E-05	1.40E-04
Energia z fosílnych palív	(MJ)	1.70E+00	1.20E+00
Voda	(L)	4.40E-02	3.40E-01

Tabuľka 4: Pálenie

Po zadanom voliteľnom vstupnom parametri -a, ktorý reprezentuje dotatočné informácie (additional information) program namiesto predvoleného výstupu vypíše simuláciu údajov o recyklácii a pálení na základe špecifikovanej krajiny a počtu simulovaných dní. Parameter špecifikujúci faktor pri tomto výstupe nehrá žiadnu rolu, keďže výstup slúži ako porovnanie rovnakých množstiev tašiek oboch materiálov.

3.1 Algoritmus a vzorec na výpočet žiadanej hodnoty

```

Počítanie vyprodukovaných emisií pre plastové tašky a následne pre papierové, ak papierové dosiahnu
emisie plastových, cyklus skončí a vyjadrí sa počet použiteľných papierových tašiek;
for deň = 0; deň > Počet simulovaných dní; deň++ do
    výsledné emisie plastu += emisie za 1 plastovú tašku * počet použitých tašiek za deň;
end
for deň = 0; deň > Počet simulovaných dní; deň++ do
    výsledné emisie papiera += emisie za 1 papierovú tašku * počet použitých tašiek za deň;
    if Výsledné emisie papiera sa rovnajú emisiám plastu then
        break;
    end
end

```

Algoritmus 1: Výpočet vyprodukovaných emisií

Týmto spôsobom sa počítajú všetky druhy informácií, s ktorými program pracuje. Ak by sme chceli daný výsledok vyjadriť matematickým vzorcom, tak s predpokladom, že výsledné emisie papiera sú výsledok, emisie za 1 tašku sú informácia a počet použitých tašiek za deň je frekvencia, môžeme zdefinovať nasledovné symboly:

výsledok => *V*
počet dní => *D*
informácia => *I*
frekvencia => *F*

V tom prípade platí, že

$$V = D * I * F$$

3.2 Vzorec na výpočet počtu tašiek za nákup

Definujeme si hodnotu *T*, ktorá vyjadruje počet plastových tašiek ročne na občana danej zeme. Ďalej si definujeme hodnotu *n*, ktorá reprezentuje počet použitých plastových tašiek pri jednom nákupe. Americká štúdia [5] tvrdí, že jeden priemerný človek chodí na nákup 1.6-krát týždenne. Na základe tejto informácie a pomocou nami definovanej hodnoty *n* sme schopní vyjadriť vzťah, ktorý porovnáva počet nákupov za jeden týždeň s počtom použitých plastových tašiek na jedného občana týždenne.

$$1.6n = \frac{T}{53}$$

Z tohoto vzťahu si dokážeme vyjadriť vzorec

$$n = \frac{T}{53 * 1.6}$$

kde *n* je počet použitých nákupných tašiek za jeden nákup v prípade jedného občana danej krajiny.

4 Architektúra simulátoru

Kľúčovými prvkami programu sú definované makrá, ktoré reprezentujú jednotlivé konštanty nevyhnutné k realizácii ktorýchkoľvek výpočtov. Definujú sa tu makrá ako napríklad `SlovakYearly`, ktoré charakterizuje počet použitých plastových tašiek ročne na Slováka, alebo `SinglePaperBagEmissions`, ktoré vyjadruje počet kilogramov vyprodukovaných emisií pri výrobe jednej papierovej tašky. Rovnakým spôsobom sú zadané makrá aj pre údaje ohľadom recyklovania a pálenia plastových a papierových tašiek.

Program obsahuje okrem funkcie `main()` ďalšie dve funkcie, z toho jednu pomocnú funkciu `isNumber()` pre zistenie, či reťazec v premennej reprezentuje číselnú hodnotu a funkciu `parseArguments()`, ktorá má na starosti správu vstupných parametrov do programu a riešenie chybných vstupov.

V samotnej funkcii `main()` sa nachádza inicializácia potrebných premenných, do ktorých sa následne zapisujú dané hodnoty v cykle `for`. Takisto sa inicializuje premenná `dailyUsage`, do ktorej sa zapíše príslušné makro na základe vstupného parametru. Prevedie sa aj inicializácia premennej *n*, ktorá reprezentuje hodnotu *n* z definovaného vzorca $n = \frac{T}{53 * 1.6}$, kde je *T* taktiež ovplyvnené jedným zo vstupných parametrov.

Následne prebehnú dva cykly `for`, jeden pre simuláciu používania plastových, druhý papierových tašiek. Jedna iterácia znázorňuje jeden uplynutý deň. Cyklus rátajúci plastové tašky iteruje až do posledného dňa zadaným vstupným parametrom, druhý cyklus rátajúci papierové tašky iteruje prioritne dovtedy, kým sa jeho počítaný faktor vybraný vstupným parametrom nevyrovná odpovedajúcemu faktoru plastovej tašky. Ak by táto situácia nenastala, cyklus skončí rovnakým spôsobom ako prvý `for` cyklus. Na záver sa vypíše vypočítané

údaje pre oba materiály.

Program má dva možné výstupy:

Prvý (hlavný) výstup nastane v prípade, ak užívateľ zadá počet dní pre simuláciu, krajinu a daný faktor. V tomto prípade sa vypíšu dáta charakteru ako počet použitých tašiek, vyprodukované emisie z výroby, výrobná cena alebo napríklad hmotnosť. Vo výpise sa hodnoty dát dvoch materiálov porovnávajú na základe zadaného faktoru. Program takisto vypíše teoretické riešenie, koľko kusov papierových tašiek je možné použiť, aby hodnota zadaného faktoru v papieri nebola väčšia, než tá v plastoch (s možnou zanedbateľnou odchýlkou niekoľkých desatinných miest)

Druhý (alternatívny) možný výstup nastane v prípade, ak užívateľ zadá namiesto faktora parameter pre dodatočné informácie. Pri takomto vstupe program vypíše podrobné údaje ako o recyklácii, tak o spaľovaní určitého počtu plastových a papierových tašiek. Pri sledovaní tohto výstupu je možné spozorovať rozdiely v dátach ako napríklad klimatické zmeny, nárast ozónovej diery alebo eutrofizácia [6] vody.

4.1 Spúšťanie programu

Spôsob spustenia číslo 1:

```
./ims -c country -d days -f factor
```

- `-c` = parameter s hodnotou `country`
- `country` = udáva krajinu, v ktorej jednotlivец žije
- `-d` = parameter s hodnotou `days`
- `days` = udáva počet dní na simuláciu
- `-f` = parameter s hodnotou `factor`
- `factor` = udáva faktor dopadu výroby plastovej tašky

Spôsob spustenia číslo 2:

```
./ims -c country -d days -a
```

- `-c` = parameter s hodnotou `country`
- `country` = udáva krajinu, v ktorej jednotlivец žije
- `-d` = parameter s hodnotou `days`
- `days` = udáva počet dní na simuláciu
- `-a` = parameter na spustenie alternatívneho výstupu

Možné hodnoty parametru `-c (country)`:

- `cz` = Simulácia bude reprezentovať priemerného Čecha
- `sk` = Simulácia bude reprezentovať priemerného Slováka

- de = Simulácia bude reprezentovať priemerného Nemca
- eu = Simulácia bude reprezentovať priemerného člena EÚ
- usa = Simulácia bude reprezentovať priemerného Američana

Možné hodnoty parametru `-f (factor)`:

- emissions = Faktorom dopadu výroby sa stane počet vyprodukovaných emisií
- energy = Faktorom dopadu výroby sa stane množstvo použitej energie
- water = Faktorom dopadu výroby sa stane množstvo použitej vody
- cost = Faktorom dopadu výroby sa stane výrobná cena
- weight = Faktorom dopadu výroby sa stane hmotnosť
- fuel = Faktorom dopadu výroby sa stane spotreba fosílnych palív
- waste = Faktorom dopadu výroby sa stane vzniknutý tuhý komunálny odpad

5 Podstata simulačných experimentov a ich priebeh

Dôvodom experimentovania touto simuláciou je porovnanie, zistenie a overenie tvrdení o alternatívne plastových tašiek vo forme tašiek papierových čo sa týka výroby, recyklácie a spaľovania. Jedná sa o výstupné informácie typu počet vyprodukovaných emisií, použitá energia alebo napríklad výrobná cena. Experimenty boli realizované pomocou simulátoru.

5.1 Postup experimentovania

Keďže má program dva druhy výstupu, toľko je aj postupov experimentovania. Tie sú rozdelené do nasledovných podkategórií:

5.1.1 Postup experimentovania číslo 1

1. Zadanie potrebných vstupných parametrov do programu
2. Porovnanie jednotlivých vygenerovaných hodnôt patriacim k plastovým taškám s hodnotami patriacim k taškám papierovým
3. Výpočet potrebného redukovania hodnôt spadajúcich pod papierové tašky na základe zadaného faktoru
4. Prevedenie dopadu redukovania hodnôt do reálneho života formou príkladu a udanie vysvetlenia

5.1.2 Postup experimentovania číslo 2

1. Zadanie potrebných vstupných parametrov do programu
2. Porovnanie jednotlivých vygenerovaných hodnôt patriacim k plastovým taškám s hodnotami patriacim k taškám papierovým a zhodnotenie ich rozdielu
3. Rozhodnutie o lepšej alternatívne

5.2 Jednotlivé experimenty

5.2.1 Experiment číslo 1

USA, 365 dní, Emisie	Plastové tašky	Papierové tašky
Počet tašiek	425	213
Emisie (kg CO ₂)	17	17
Použitá energia (MJ)	324.28	558.71
Spotreba fosílnych palív (kg)	6.33	4.94
Tuhý komunálny odpad (kg)	2.98	7.22
Použitá čistá voda (l)	6.38	56.25
Výrobná cena (€)	36.13	55.4
Váha (kg)	35.7	26.42

Tabuľka 5: Experiment 1

Po zadaní parametrov `-c usa -d 365 -f emissions` simulátor prispôsobí alternatívu vo forme papierových tašiek do takej podoby, aby sa zachovala hodnota faktoru na rovnakej úrovni (môžu nastať jemné odchýlky v rozmeroch desatinných miest, avšak tento rozdiel je zanedbateľný)

Faktor Američanom obmedzil počet papierových tašiek iba na 213 oproti 425 plastovým, čo znamená, že ak sa rozhodne pre alternatívu s papierovými taškami, pri zachovaní počtu vyprodukovaných emisií je potreba zredukovať počet použitých tašiek až na 50.137 percent.

Na základe tejto informácie a nami zadefinovaného vzorca $n = \frac{T}{53 \cdot 1.6}$ môžeme podať príklad, že priemerný Američan, ktorý za normálnych okolností minie za jeden nákup približne 5 plastových tašiek, bude obmedzený na 2.5 papierovej tašky. Inými slovami, papierovú tašku je pre zachovanie počtu vyprodukovaných emisií oproti plastovej taške nutné použiť aspoň 2-krát.

5.2.2 Experiment číslo 2

SK, 100 dní, Fosílna palivá	Plastové tašky	Papierové tašky
Počet tašiek	127.67	82.99
Emisie (kg CO ₂)	5.11	6.64
Použitá energia (MJ)	97.41	217.59
Spotreba fosílnych palív (kg)	1.9	1.93
Tuhý komunálny odpad (kg)	0.89	2.81
Použitá čistá voda (l)	1.92	21.91
Výrobná cena (€)	10.85	21.58
Váha (kg)	10.72	10.29

Tabuľka 6: Experiment 2

Po zadaní parametrov `-c sk -d 100 -f fuel` sa hodnota spotreby fosílnych palív papierových tašiek vo veľmi blízkej miere vyrovná hodnote plastových tašiek.

V tomto prípade po výpočtoch vychádza, že Slováci musia obmedziť počet použitých tašiek na 65 percent, znížiť ich štandardnú spotrebu tašiek na nákup, čo činila 5.5 tašky na 3.57 tašky, z čoho vyplýva, že by mali každú svoju tašku použiť tiež, podobne ako Američania približne 2-krát.

Všetky výpočty uvedené v týchto experimentoch vrátane nákupov sú rovnako vypočítané simulátorom a prehl'adným spôsobom vypísané v jeho výstupe pre každý odpovedajúci vstup.

5.2.3 Experiment číslo 3

Recyklácia	Veličina	Plastová taška	Papierová taška
Klimatické zmeny	CO ₂ (kg)	5.0553	6.7815
Ozónová diera	CFC11 (kg)	0.00000034524	0.00000117135
Eutrofizácia čistých vôd	P (kg)	0.00203445	0.009864
Eutrofizácia morských vôd	N (kg)	0.00203445	0.009864
Energia z fosílnych palív	(MJ)	80.145	135.63
Voda	(L)	5.3019	98.64

Tabuľka 7: Experiment 3 - Recyklácia

Pálenie	Veličina	Plastová taška	Papierová taška
Klimatické zmeny	CO ₂ (kg)	6.7815	3.699
Ozónová diera	CFC11 (kg)	0.00000007398	0.0000007398
Eutrofizácia čistých vôd	P (kg)	0.00141795	0.008631
Eutrofizácia morských vôd	N (kg)	0.00141795	0.008631
Energia z fosílnych palív	(MJ)	104.805	73.98
Voda	(L)	2.7126	20.961

Tabuľka 8: Experiment 3 - Pálenie

Po zadaní vstupu $-c \quad cz \quad -d \quad 150 \quad -a$ simulátor vygeneruje štvoricu sekcií údajov, a to konkrétne ohľadom vplyvu recyklácie, respektíve pálenia na plastové, respektíve papierové tašky.

Tieto jednotlivé sekcie je možné medzi sebou porovnávať a týmto spôsobom vyhodnotiť, ktorý materiál v kombinácii s ktorým procesom je pre životné prostredie najviac prospešný.

Ako príklad sa dá uviesť zaujímavosť, že najviac vody spotrebováva práve recyklácia papierových tašiek, zatiaľ čo najmenej nej spotrebováva pálenie plastových tašiek. Taktiež je zaujímavé, že energie z fosílnych palív pri recyklácii sa použije väčšie množstvo pri papieri, no pri pálení je to naopak.

Celkovo je však možné zhodnotiť, že značná časť údajov vo väčšine prípadov viac prosperuje plastovým taškám než tým papierovým.

V tabuľkách Recyklácia a Pálenie sú znázornené hodnoty vo forme decimálnych čísel. Program môže tieto údaje z dôvodu prehľadnosti vypisovať aj vo forme vedeckého zápisu ($0.00000007398 \Rightarrow 7.40E-08$)

5.3 Záver experimentov

Bolo prevedených viacero experimentov, na ich ilustráciu boli použité vyššie uvedené tri, z toho prvé dva pre jeden spôsob vstupu a tretí pre alternatívny spôsob vstupu programu. Z experimentov je možné odvodiť dopad na životné prostredie pri daných procesoch dostatočne kvalitne a presne, so zanedbateľnými odchýlkami.

6 Zhrnutie simulačných experimentov a záver

Po prevedení experimentov je možné tvrdiť, že plastové tašky sú z hľadiska výroby, recyklácie ako aj spaľovania omnoho lepšou alternatívou ako papierové tašky. Toto tvrdenie rovnako potvrdzuje každý použitý zdroj v tejto práci, čo by sa dalo chápať ako potvrdenie očakávaní výsledkov, tak aj validity modelu (3).

Literatúra

- [1] Bisinella, V.; Albizzati, P. F.; Astrup, T. F.; aj.: Life Cycle Assessment of grocery carrier bags. *Ministry of Environment and Food of Denmark*, 2018.
- [2] Cadman, J.; Evans, S.; Holland, M.; aj.: Proposed Plastic Bag Levy: Extended Impact Assessment Final Report. 2005.
- [3] Chaffee, C.; Yoros, B.: Life Cycle Assessment for three types of grocery bags–recyclable plastics, compostable, biodegradable plastic and recyclable paper. *Bonstead Consulting and Associates Limited*, 2007.
- [4] Čech a igelitky. [Online]. Dostupné z: <https://eurozpravy.cz/domaci/zivot/246399-cech-pouzije-za-365-dni-temer-150-tasek-tuzemsti-vedci-urcili-ktera-z-nich-je-nejlepsi/>
- [5] Plastové tašky pri nákupech. [Online]. Dostupné z: <https://www.fivestarhomefoods.com/blog/grocery-shopping-facts?fbclid=IwAR18N3t7KFqZCp82wLasaISex03BrMaiUIeYVDFJ5Owzvtam4tTlhSImbQc#:~:targetText=The%20average%20person%20goes%20to,hours%20back%20in%20your%20life>
- [6] Eutrofizácia. [Online]. Dostupné z: <https://sk.wikipedia.org/wiki/Eutrofizácia>
- [7] Peter Peringer, Martin Hrubý: *Modelování a simulace*. [Online]. Dostupné z: <https://www.fit.vutbr.cz/study/courses/IMS/public/prednasky/IMS.pdf>
- [8] USA a igelitky. [Online]. Dostupné z: https://www.reusethisbag.com/articles/25-reasons-to-go-reusable/?fbclid=IwAR3DSZqiabBXxfwlxGBg_KyjEC9BbtEwboZRkXUazpg1A7
- [9] Článok o Slovákoch a Európanoch. [Online]. Dostupné z: https://www1.teraz.sk/ekonomika/igelitky-obmedzenie-novela-mzp/208784-clanok.html?combinedGlobalTab_zamestnajsja=0
- [10] Nemecko a igelitky. [Online]. Dostupné z: <https://www.thelocal.de/20190906/germany-to-ban-single-use-plastic-shopping-bags>