

# Simulačná štúdia

---

## Vplyv výroby plastov na svetové zásoby ropy

Tým: xbolfr00

Varianta 9 – Plasty

8.12.2019 v Brně

Barbora Nemčková (xnemce06)

**René Bolf (xbolfr00)**

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>3</b>
1.1	Autori a zdroje faktov .....	3
1.2	Overovanie validity modelu .....	3
<b>2</b>	<b>Fakty .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Koncepcia modelu.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Architektúra modelu .....</b>	<b>5</b>
4.1	Spustenie simulačného modelu .....	5
4.2	Implementácia.....	5
<b>5</b>	<b>Podstata simulačných experimentov a ich priebeh.....</b>	<b>7</b>
5.1	Postup experimentovania .....	7
5.1.1	Experiment č. 1.....	7
5.1.2	Experiment č. 2.....	7
5.1.3	Experiment č. 3.....	8
5.1.4	Experiment č. 4.....	9
5.1.5	Experiment č. 5.....	9
5.2	Záver experimentov .....	10
<b>6</b>	<b>Záver .....</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>Bibliografia .....</b>	<b>12</b>

# 1 Úvod

Táto štúdia vznikla ako dokumentácia k projektu do predmetu Modelovanie a simulácie na fakulte informačných technológií Vysokého učení technického. Štúdia sa zaoberá simulovaním modelu vplyvu výroby plastov na svetové zásoby ropy. Taktiež simuluje produkciu oxidu uhličitého pri ťažbe ropy na plasty. Na základe tohto modelu sa vykonali experimenty za rôznych podmienok, ktoré ukazujú využitie ropy pri výrobe plastov a množstvo produkcie  $\text{CO}_2$ . Primárnym cieľom je zistiť, do akej miery výroba plastov ovplyvní zásoby tejto nerastnej suroviny do roku 2050.

## 1.1 Autori a zdroje faktov

Autormi práce sú študenti 3. ročníka VUT FIT Barbora Nemčeková a René Bolf.

Pri vypracovaní boli použité dokumenty, štúdie a zdroje dostupné na internete, spolu s prednáškami a literatúrou do predmetu Modelovanie a simulácie. Ich zoznam spolu s odkazmi je na konci dokumentu. Pre túto simuláciu boli použité najmä fakty z minulosti, vývoj výroby plastov a ťažba ropy. Štatistiky sú dostupné prevažne do roku 2015.

## 1.2 Overovanie validity modelu

Validita modelu bola počas vývoja experimentálne overovaná. Výsledky boli porovnávané s výsledkami v štúdiách verejne dostupných na internete.

## 2 Fakty

Plasty sú v súčasnej dobe veľmi aktuálna téma. Hovorí sa najmä o spojení so znečisťovaním životného prostredia a o dlhej dobe rozkladu v prírode. Ale odkiaľ sa vôbec plasty berú?

Plasty sa vyrábajú z prírodným materiálom, medzi ktoré patrí aj ropa, ktorou sa v tejto štúdií zaoberáme. Na jeden kilogram plastov je potrebné použiť až dva kilogramy ropy, čo zároveň vyprodukuje až šesť kilogramov oxidu uhličitého. Na výrobu jednej 1,5 litrovej plastovej fľaše sa teda použije až 80 gramov ropy a 240 gramov oxidu uhličitého.

Pre vytvorenie simulácie, koľko ropy sa bude využívať na výrobu plastov v budúcnosti je potrebné poznať evolúciu výroby plastov a taktiež hodnoty súčasného stavu ropy a koľko sa priemerne ročne použije. V súčasnosti sú dostupné štatistiky do roku 2015 zo všetkých vymenovaných okruhov.

Výroba plastov v roku 2015 dosiahla až 381 miliónov ton, čo je 14 miliónov viac ako predchádzajúci rok. Do úvahy sa brali dáta od roku 1970 kedy výroba plastov za rok bola cez 35 miliónov ton za rok. Od toho roku sa priemerne zvyšuje produkcia plastov o 7 miliónov ton medziročne.

Zásoby ropy boli v tom období 1 615 miliárd barelov, čiže vyše 226 miliárd ton. Vďaka tomu, že je stále možné nájsť nové zdroje ropy, celkové zásoby ropy neklesajú, naopak, stúpajú. Ročne sa využijú z celkového množstva ropy približne 2%. Denné využitie ropy v roku 2015 bolo 94,9 miliónov barelov za deň. Medziročne sa tento dopyt zvýši priemerne v rozmedzí od 800 000 barelov až po 2 milióny barelov za deň.

## 3 Konceptia modelu

Simulovaný systém znázorňuje časové obdobie od roku 2015 do roku 2050 a predpokladaný vývoj využívania ropy na výrobu plastov za rôznych podmienok. Jednotlivé hodnoty sú odvodené od vývoja v minulosti. Jeden cyklus v simulácii predstavuje jeden rok.

V systéme je možné pozorovať neustále sa zvyšujúcu produkciu plastov. Systém predpokladá lineárne zvyšovanie produkcie plastov. Taktiež systém ráta s možnosťou, že by sa všetky plastové obaly, ktoré tvoria až 36% zo všetkých vyrobených plastov, nahradili bioplastom. Tento bioplast sa nevyrába z nerastných surovín ale z prírodných materiálov.

Ďalej môžeme pozorovať neustále rastúci dopyt po rope. Tu sa taktiež predpokladá, že sa dopyt bude zvyšovať lineárne, a to každý rok v rozsahu od 112 054 do 280 135 ton za deň. Zároveň môžeme sledovať aké bude percentuálne využitie celkových zásob ropy v danom roku, za rôznych podmienok. Celkové zásoby ropy sú samozrejme ovplyvnené každoročným využitím ropy.

Koľko plastov sa v roku 2050 vyprodukovalo vypočítame nasledovne:

$$\text{produkcia plastov v 2050} = \text{produkcia plastov v 2049} + \text{prírastok plastov}$$

Zásoby ropy sú ovplyvnené predchádzajúcim rokom a taktiež využívaním ropy v danom roku:

$$\text{zásoby 2050} = \text{zásoby 2049} + \text{zásoby 2049} * \frac{\% \text{prírastok v zásobách}}{100} - \text{ropa využitá 2050}$$

Nárast dopytu ropy medzi jednotlivými rokmi je náhodný:

$$\text{ropa využitá v 2050} = \text{random}(112\ 054, 280\ 135) * 365 + \text{ropa využitá v 2049}$$

Percentuálny podiel ropy využitej na plasty:

$$\text{ropa na plasty 2050} = \frac{\text{plasty produkcia 2050} * 2 * 100}{\text{ropa za rok}}$$

## 4 Architektúra modelu

Pre vytvorenie modelu bol použitý jazyk C++, štandard C++11. Pre preklad zdrojových súborov sa použil prekladový systém g++.

### 4.1 Spustenie simulačného modelu

Simulačný model je potrebné pred prvým spustením preložiť príkazom `make`. Následne je model možné spustiť formou:

```
./plasty -p <plasty> -r <ropa>,
```

kde:

- <plasty> je priemerné zvýšenie výroby plastov medziročne v miliónoch ton
- <ropa> je priemerný nárast v zásobách ropy medziročne v %.

Tieto argumenty sú nepovinné, je možné ich použiť aj samostatne. Ak argumenty nie sú zadané, simulácia ráta s číslami implicitne zadanými, vyrátanými z priemerného nárastu za posledných 50 rokov. U plastov to teda je 7 miliónov ton ročne a prírastok v zásobách ropy je 13%.

### 4.2 Implementácia

Simulácia je implementovaná pomocou výpočtov a cyklov. Pre výpočty sú použité konštanty zistené z prieskumu, ako napríklad počiatočná hodnota produkcie plastov v roku 2015, využitá ropa za deň v roku 2015 v tonách. Ďalej sú to zásoby ropy pre rok 2015 v tonách.

V prípade, že užívateľ nespustí simuláciu s voliteľnými argumentmi, použijú sa hodnoty pre prírast v produkcii plastov a prírast známych zásob ropy z prieskumu. Tieto hodnoty sú priemerom posledných 50 rokov. Taktiež pre výpočet plastov, keby sa nahradia obaly bioplastami, je použitá konštanta 0,64, ktorá nám vraví, že 36% zo všetkých vyrobených plastov tvoria obaly.

## 5 Podstata simulačných experimentov a ich priebeh

Cieľom experimentov je zistiť koľko percent ropy sa bude používať v roku 2050 na výrobu plastov, aké veľké budú produkcie CO<sub>2</sub>, a ako sa hodnota CO<sub>2</sub> zmení ak sa nahradia plastové obaly bioplastami.

Bolo vykonaných 5 experimentov, každý experiment obsahuje v tabuľke získané údaje od roku 2015 do roku 2050

Experimenty sú vykonané pomocou simulátora. Cieľom experimentov bolo overiť validitu modelu a to že v roku 2050 sa bude používať približne 20% ropy.

### 5.1 Postup experimentovania

Každý experiment spočíval v spustení simulácie. Simulácia bežala od roku 2015 do roku 2050. V tomto cykle sa vypisovali údaje pre každý rok, ktoré sú potrebné pre dosiahnutie zadaného cieľu. Údaje boli zapísané do tabuliek a následne zadané do grafov.

Postup experimentovania sa dá zhrnúť nasledovne:

1. Určenie vstupných hodnôt, podľa experimentu
2. Spustenie simulácie
3. Vypísanie výstupov do tabuľky
4. Zhodnotenie výsledkov a učinenie záveru.

#### 5.1.1 Experiment č. 1

V tomto experimente sa zisťuje koľko percent ropy sa bude používať v roku 2050 na výrobu plastov, ak sa všetky plastové obaly nahradia bioplastami. Pri priemernom náraste vo výrobe plastov 7 miliónov a ak uvažujeme že ropa stúpa priemerne o 13%.

Spúšťanie `./plasty -r 13 -p 7`

ROK	Ropa využitá na plasty	Ropa využitá na plasty, keby sa plasty nahradili bioplastami	Rozdiel
2015	15 %	10 %	5 %
2020	15%	10 %	5 %
2025	16 %	10 %	6 %
2030	16 %	10 %	6 %
2035	16 %	10 %	6 %
2040	17 %	10 %	7 %
2045	17 %	10 %	7 %
2050	17 %	11 %	6 %

#### 5.1.2 Experiment č. 2

V tomto experimente sa zisťuje koľko percent v roku 2050 bude využitých z celkových zásob ropy.

Pri priemernom náraste vo výrobe plastov o 7 milión ton.

Spúšťanie ./plasty -r 13 -p 7

ROK	Percento využitej ropy z celkových zásob
2015	1.94895%
2020	1.23385%
2025	0.753152%
2030	0.441459%
2035	0.356037%
2040	0.147518%
2045	0.0850903%
2050	0.0484244%

### 5.1.3 Experiment č. 3

V tomto experimente sa zisťuje koľko množstva co2 sa vyprodukuje z výroby plastov v roku 2050 a aké množstvo co2 by bolo kebyže sa plasty nahradia bioplastami. Pričom celková ropa stúpa o 13 % a priemerný nárast vo výrobe plastov 7 milión ton.

Spúšťanie - ./plasty -r 13 -p 7

ROK	Ropa využitá na plasty	Ropa využitá na plasty, keby sa plasty nahradili bioplastami	Rozdiel	Co2 z výroby plastov	Co2 z výroby plastov bez bioplastov	Rozdiel
2015	15 %	10 %	5 %	2328 Gton	1489 Gton	839 Gton
2020	15 %	10 %	5 %	2538 Gton	1624 Gton	914 Gton
2025	16 %	10 %	6 %	2748 Gton	1758 Gton	990 Gton
2030	16 %	10 %	6 %	2958 Gton	1920 Gton	1038 Gton
2035	16 %	10 %	6 %	3168 Gton	2027 Gton	1141 Gton
2040	17 %	10 %	7 %	3378 Gton	2161 Gton	1217 Gton
2045	17 %	10 %	7 %	3588 Gton	2323 Gton	1265 Gton
2050	17 %	11 %	6 %	3798 Gton	2430 Gton	1368 Gton



#### 5.1.4 Experiment č. 4

V tomto experimente sa zisťuje koľko množstva CO<sub>2</sub> sa vyprodukuje z výroby plastov v roku 2050 a aké množstvo CO<sub>2</sub> by bolo kebyže sa plasty nahradia bioplastami. Pričom celková ropa stúpa o 13 % a priemerný nárast vo výrobe plastov je 12 milión ton.

Spúšťanie - ./plasty -r 13 -p 12

ROK	Ropa využitá na plasty	Ropa využitá na plasty, keby sa plasty nahradili bioplastami	Rozdiel	Co2 z výroby plastov	Co2 z výroby plastov bez bioplastov	Rozdiel
2015	16 %	10 %	6 %	2358 Gton	1509 Gton	849 Gton
2020	17 %	10 %	7 %	2718 Gton	1739 Gton	979 Gton
2025	17 %	11 %	6 %	3078 Gton	1969 Gton	1109 Gton
2030	18 %	12 %	6 %	3438 Gton	2200 Gton	1238 Gton
2035	19 %	12 %	7 %	3168 Gton	2027 Gton	1141 Gton
2040	20 %	13 %	7 %	3798 Gton	2430 Gton	1368 Gton
2045	21 %	13 %	8 %	4518 Gton	2891 Gton	1627 Gton
2050	21 %	14 %	7 %	4878 Gton	3121 Gton	1757 Gton

#### 5.1.5 Experiment č. 5

V tomto experimente sa zisťuje koľko množstva CO<sub>2</sub> sa vyprodukuje z výroby plastov v roku 2050 a aké množstvo CO<sub>2</sub> by bolo kebyže sa plasty nahradia bioplastami. Pričom celková ropa stúpa o 13 % a priemerný nárast vo výrobe plastov je 1 milión ton.

Spúšťanie - ./plasty -r 13 -p 1

ROK	Ropa využitá na plasty	Ropa využitá na plasty, keby sa plasty nahradili bioplastami	Rozdiel	Co2 z výroby plastov	Co2 z výroby plastov bez bioplastov	Rozdiel
2015	15 %	9 %	6 %	2292 Gton	1466 Gton	826 Gton
2020	14 %	9 %	5 %	2322 Gton	1486 Gton	836 Gton
2025	13 %	8 %	5 %	2346 Gton	1505 Gton	841 Gton
2030	13 %	8 %	5 %	2382 Gton	1524 Gton	858 Gton
2035	12 %	8 %	4 %	2412 Gton	1547 Gton	865 Gton
2040	12 %	7 %	5 %	2442 Gton	1562 Gton	880 Gton
2045	11 %	7 %	4 %	2472 Gton	1582 Gton	890 Gton
2050	11 %	7 %	4 %	2502 Gton	1601 Gton	901 Gton

## 5.2 Záver experimentov

Bolo vykonaných 5 experimentov. Pri prvom experimente [1] sa zistilo, že ak bude priemerný nárast vo výrobe plastov o 7 miliónov ton a ak známe zásoby ropy budú narastať o 13 % tak v roku 2050 bude 17 % z ropy využité na plasty. Ak by sa ale plastové obaly nahradili bioplastovými obalmi, tak by sa na výrobu plastov využívalo 11 % z celkového ročného využitia ropy. Tento experiment ukazuje, zvyšovanie požiadavku na ropu pre výrobu plastu.

Experiment číslo 2 [2] – Tento experiment zobrazuje ako sa percento využitia ropy na plasty z celkových zásob každým rokom znižuje. Je to zapríčinené tým, že sa zásoby ropy zvyšujú o 13%.

Záver experimentu číslo 3 [3] - Z tabuľky je vidieť ako sa zvyšovala hodnota  $\text{CO}_2$  z výroby plastov. Je to z toho dôvodu, že ropa stúpa o 13 % a priemerný nárast vo výrobe plastov je 7 miliónov ton. Z tohto experimentu sme zistili, že produkcia  $\text{CO}_2$  z plastov v roku 2050 bude až na hodnote 3798 giga ton avšak ak plastové obaly nahradíme obalmi z bioplastov dokážeme tak znížiť produkciu  $\text{CO}_2$  až o 1368 giga ton.

Záver experimentu číslo 4 [4] - V tomto experimente sa zistilo, že ak by stúpala produkcia plastov na 12 miliónov ton, tak by sa zvýšilo percento využitia ropy na plasty a okrem toho by sa produkovalo viac oxidu uhličitého a teda sa ukazuje, že by malo význam nahradiť plastové obaly bioplastami, pretože rozdiel sa tu zvýšil.

Experiment číslo 5 [5] ukazuje, že ak by produkcia plastov bola len 1 milión ton tak by nebolo až tak potrebné nahradzovať plastové obaly bioplastovými, pretože je tu menší rozdiel ako v experimente číslo 4.

## 6 Záver

Na základe experimentov sme schopný určiť, že pokiaľ bude produkcia plastu stúpať rovnakým tempom ako do roku 2015, prípadne vyšším, môžeme očakávať, že 17 až 21 percent z vyťaženej ropy za rok 2050 pôjde na výrobu plastov. Podobný údaj bol nájdený aj na stránkach National Geographic, a to, že to bude 20% (National geographic). Tento problém by sa dal vyriešiť nahradením plastových obalov, ktoré sú väčšinou aj tak na jedno použitie, bioplastami z prírodných materiálov. V tom prípade by využívanie ropy na plasty kleslo na 11 – 14%, a tým sa znížila aj produkcia oxidu uhličitého približne o tretinu až polovicu.

## 7 Bibliografia

- Garside, M. (21. 10 2019). *Statista*. Cit. 05. 12 2019. Dostupné na Internet: Statista - Daily demand for crude oil worldwide since 2006: <https://www.statista.com/statistics/271823/daily-global-crude-oil-demand-since-2006>
- Hannah Ritchie, Max Roser. (2019). *Our world in data*. Cit. 05. 12 2019. Dostupné na Internet: Our world in data - Plastic pollution: <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>
- Index mundi*. (dátum neznámy). Cit. 05. 12 2019. Dostupné na Internet: Index mundi - Energy: <https://www.indexmundi.com/energy>
- P. Peringer, M. Hrubý. (24. 10 2019). *Modelování a simulace*. Cit. 05. 12 2019. Dostupné na Internet: Prednáškam krsu Modelování a simulace: <https://www.fit.vutbr.cz/study/courses/IMS/public/prednasky/IMS.pdf>
- Parker, L. (20. 12 2018). *National geographic*. Cit. 05. 12 2019. Dostupné na Internet: National geographic - Fast facts about plastic pollution: <https://www.nationalgeographic.com/news/2018/05/plastics-facts-infographics-ocean-pollution>