

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta informačních technologií



Modelování a simulace

Energetika. Zdroje a suroviny.

Vplyv nárastu elektro-át na stav energetiky.

Tým: xzatko02_xrakus04

Zaťko Tomáš (xzatko02)

Rakús Martin (xrakus04)

1.12.2021

Obsah

1	Úvod	2
1.1	Autori a zdroje	2
1.2	Validita modelu	2
2	Rozbor témy a použitých technológií	3
2.1	Popis použitých postupov	3
2.2	Pôvod použitých metód/technológií	3
3	Koncepcia	5
4	Podstata simulačných experimentov a priebeh	5
4.1	Použitie simulátora	5
4.2	Experimenty	5
4.2.1	Experiment č.1	5
4.2.2	Experiment č.2	6
4.2.3	Experiment č.3	7
5	Zhrnutie simulačných experimentov	8
6	Záver	8
7	Referencie	9

1 Úvod

Tento projekt rieši implementáciu simulačného modelu ([1], slajd 7.) Téma práce sa zaoberá problematikou vplyvu nárastu elektro-áut na stav energetiky, tj. na spotrebu elektriny. Cieľom práce je poukázať aký dopad bude mať prudký nárast elektro-áut v globálnom merítku.

1.1 Autori a zdroje

Autormi tohto projektu sú Tomáš Zaťko a Martin Rakús – študenti 3. ročníka bakalárskeho štúdia na Fakulte informačných technológií Vysokého učení technického v Brne[3].

1.2 Validita modelu

V súčasnom svete sa v značnej miere začal rozbiehať vývoj elektrických áut, ktoré sa každým dňom stávajú populárnejšími a každým rokom pribúda počet ich majiteľov. Model je postavený na verejne dostupných informáciach vydaných spoločnosťou *Statista Inc.*¹ a zobrazuje počet všetkých elektro-áut vo svete a celkovú spotrebu energie vo svete. Predpokladajme, že informácie dostupné na internete poskytnuté touto spoločnosťou odpovedajú reálnej situácii. Overenie validity modelu ([1], slajd 37.) sa nám podarilo na základe konfrontácie odborných faktov a faktov získaných z výsledkov simulácií pomocou viacerých experimentov. Tým môžeme považovať náš model za validný, t.j. model adekvátny modelovanému systému ([1], slajd 18.).

¹<https://www.statista.com/contact/>

2 Rozbor témy a použitých technológií

Dáta potrebné k implementácii boli získané z verejne dostupných informácií spoločnosti *Statista Inc.* Zaujímali nás predovšetkým graf nárastu počtu elektro-áut vo svete a globálna spotreba elektriny v jednotlivých rokoch.

Spotreba energie na jedno elektrické auto za dobu jedného roka bolo vypočítané z nasledujúcich dát. Informácia o priemernej vzdialenosti, ktorú bežný človek autom prejde za jeden rok je verejne dostupná od spoločnosti Enerdata¹. Hodnota je 11,300 km/rok. Dáta o priemernom množstve elektriny, ktoré je potrebné na jazdu jedného kilometra bežným elektro-autom sú verejne dostupné od spoločnosti PEW². Hodnota je 30 kWh/100 míl. (pozn. 1 míľa = 1.609344 kilometer, 100 míl = 161 km).

Spotreba energie na jedno elektrické auto za dobu jedného roka = **2106 kWh/rok**

- $30 / 161 = 0.1863 \text{ kWh/km}$
- $0.1863 * 11,300 = 2106 \text{ kWh/rok}$

Výroba nových batérií predpokladá 57kWh za 1 kWh kapacitu batérie. Dáta boli získané od verejne dostupných informácií spoločnosti IOP Publishing Ltd³.

Bežné elektro-auto má kapacitu batérií priemerne približne 90 kWh. Dáta boli získané od verejne dostupných informácií spoločnosti MYEV⁴.

Energia potrebná pre výrobu nových batérií pre výmenu v elektro-aute = **5130 kWh**

- $90 * 57 = 5130 \text{ kWh}$

2.1 Popis použitých postupov

Model je implementovaný v programovacom jazyku C++, ktorý disponuje objektovo orientovaným programovaním, prenositeľnosťou, rýchlosťou a najmä prostredníctvom knižnice SIMLIB poskytuje prostriedky na jednoduchú implementáciu simulačného modelu splňujúceho naše potreby.

2.2 Pôvod použitých metód/technológií

Pre implementáciu boli využité nasledujúce technológie:

- C++⁵
- SIMLIB⁶
- g++⁷

V projekte boli použité štandardné funkcie jazyka C++, štandardu C++11. A pre prekladač sme využili g++.

¹<https://www.enerdata.net/about-us/contact.html>

²<https://www.pewtrusts.org/en/about/contact-us>

³<https://iopscience.iop.org/page/contact>

⁴<https://www.myev.com/about-us>

⁵<https://www.cplusplus.com/>

⁶<https://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/>

⁷<https://www.cprogramming.com/g++.html>

3 Konceptcia

V rámci nášho modelu vychádzame zo zdrojov spomenutých v kapitole 2 *Rozbor témy a použitých technológií*. Simulujeme ([1], slajd 33.) nárast počtu elektrických áut vo svete z aktuálne dostupných dát za posledné roky. Pri simulácii sme zohľadnili situáciu, kedy je potrebná výmena opotrebovaných batérií v danom vozidle. Ďalší využitý parameter je množstvo priemernej spotrebovanej elektriny za jeden rok pre jednotlivé elektrické vozidlá. Zároveň je do celkovej spotrebovanej elektriny za jeden rok započítavaná aj elektrina potrebná pre výrobu nových batérií pri výmene opotrebovaných batérií vo vozidlách. Jeden cyklus simulácie trvá jeden rok. Po uplynutí jedného cyklu máme k dispozícii počet elektrických áut vo svete a množstvo spotrebovanej elektriny týchto áut. Množstvo spotrebovanej elektriny je vyjadrené v rámci miliard kilowatthodín. Výmena batérie v elektroaute pri simulácii používa pseudo-náhodné čísla generované funkciami knižnice SIMLIB ([1], slajd 167.).

4 Podstata simulačných experimentov a priebeh

Cieľom experimentálnej činnosti bolo overiť validitu modelu a zistiť vplyv nárastu elektro-áut na stav energetiky, t.j. spotrebu elektriny. Experimenty boli realizované pomocou simulátoru. Zamerali sme sa na aktuálny počet elektro-áut zakúpených v jednotlivých rokoch a simulovali sme možný prírastok týchto vozidiel v nasledujúcich rokoch. S výsledkom z tejto simulácie sme ako ďalšie kritérium zobrali do úvahy počet spotrebovanej elektriny elektroauta za rok a jednoduchými matematickými výpočtami vypočítali celkovú spotrebu elektriny elektrických áut za rok, do ktorej je započítané aj množstvo elektriny potrebnej na výrobu batérií pre prípadnú výmenu v daných vozidlách.

4.1 Použitie simulátora

make – pre preloženie programu

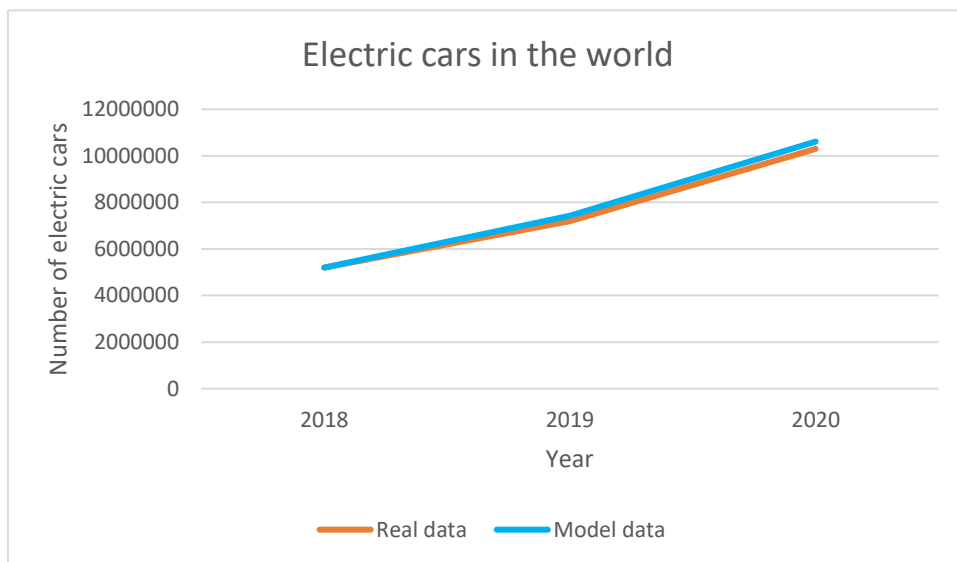
make run – pre spustenie programu a výpis výstupu z danej simulácie, pred
použitím nutné použiť príkaz *make*

make clean – pre odstránenie súborov vytvorených príkazom *make*

4.2 Experimenty

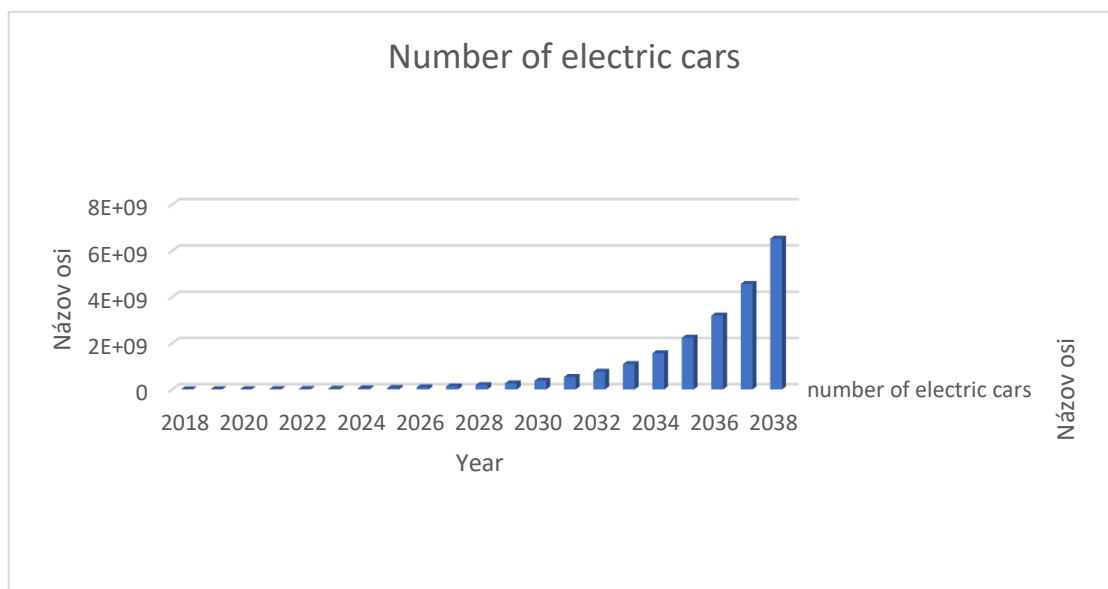
4.2.1 Experiment č.1

Tento experiment slúži na overenie validity modelu. Na základe vysokej pravdepodobnosti kriviek zobrazujúcich počet elektro-áut vo svete, sme označili náš model [2](str. č. 7) za validný. Z toho dôvodu sme mohli pristúpiť k ďalším experimentom.



Obr. č.1: Overenie validity modelu. Reálne a simulačné dáta

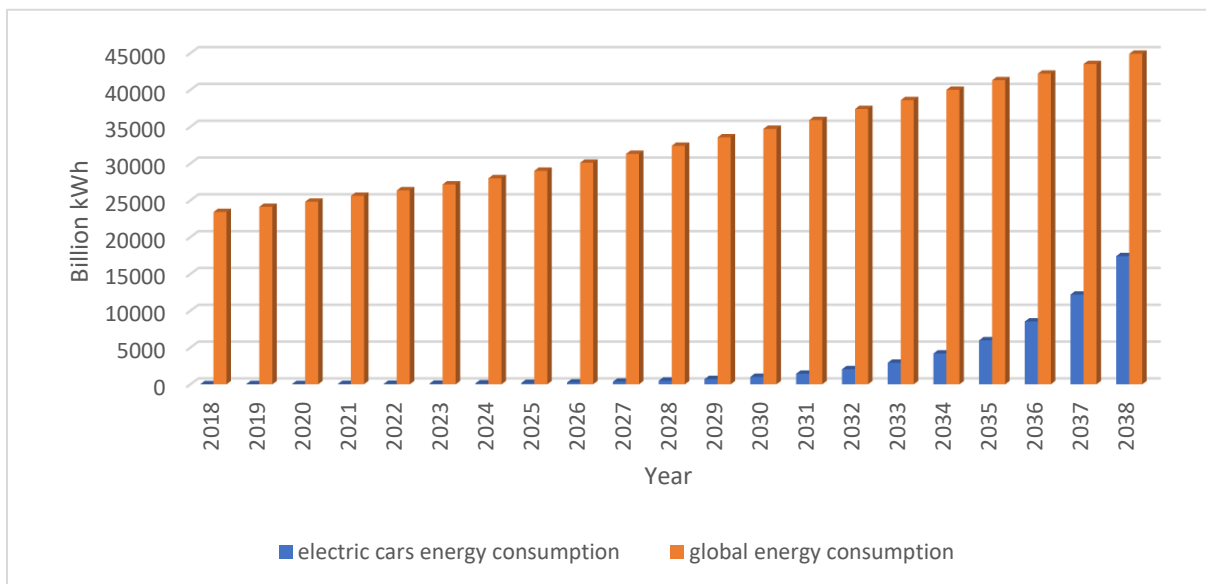
4.2.2 Experiment č.2



Obr. č.2: Nárast počtu elektro-áut vo svete, 2018-2038

4.2.3 Experiment č.3

Tretí experiment zobrazuje celkovú spotrebu elektriny sveta s predpokladom zachovania priemernej krivky nárastu spotreby elektriny v posledných rokoch s porovnaním spotreby elektriny elektro-áut. Na grafe môžeme pozorovať, najmä v roku 2038, že globálna spotreba elektriny sa s nárastom elektro-áut zvýši o takmer polovicu.



Obr. č.3: Porovnanie celkovej spotreby elektriny sveta a spotreby elektriny elektro-áut

5 Zhrnutie simulačných experimentov

Experiment č.1 zobrazuje overenie validity modelu. Na základe tohto zistenia sme mohli pristúpiť k ďalším experimentom.

Experiment č.2 zobrazuje nárast elektro-áut vo svete od roku 2018, do roku 2038.

Experiment č.3 zobrazuje porovnanie celkovej spotreby elektriny sveta a spotreby elektriny elektro-áut. Bolo dokázané, že s veľkým nárastom počtu elektro-áut vo svete sa spotreba elektriny zvýši o takmer polovicu. Je preto nevyhnutné vykonať kroky, ktoré povedú k zvýšeniu globálnej produkcie elektriny, ako následkom vysokého nárastu elektrických áut.

Výsledky experimentov dokázali validitu modelu a poukázali na nárast počtu elektro-áut v globálnom merítku v nasledujúcich rokoch. To vedie k zvýšenému dopytu po elektrine – v našom prípade elektrických batériách, na ktorých výrobu sa spotrebuje rovnako významné množstvo elektriny.

6 Záver

V tejto práci je skúmaný vplyv nárastu elektro-áut na stav energetiky, tj. na spotrebu elektriny. Výsledkom tejto činnosti vznikol nástroj na simuláciu danej témy implementovaný v jazyku C++ za využitia knižnice SIMLIB. Testovali sme chovanie systému a vyvodili sme informácie zo simulácie a experimentov. Boli vykonané 3 experimenty, v ktorých sme získali bližší pohľad do danej problematiky.

Zo získaných údajov z experimentov môžeme potvrdiť, že elektro-áutá majú obrovský vplyv na množstvo spotrebovanej elektriny vo svete. Do budúca je teda dôležité podniknúť také kroky, ktoré zvýšia stav energetiky po celom svete. Prípadné spomalenie nárastu elektro-áut môže časovo značne pomôcť pre zvýšenie stavu energetiky.

7 Referencie

[1] Peringer , P. a Hrubý , M. Modelování a simulace. November 2018. Dostupné na:

< <https://www.fit.vutbr.cz/study/courses/IMS/public/prednasky/IMS-4.pdf> >.

[2] Peter Peringer, Martin Hrubý: Modelování a simulace. [Online]. Dostupné na:

< <https://www.fit.vutbr.cz/study/courses/IMS/public/prednasky/IMS.pdf> >.

[3] Fakulta informačních technologií - Vysokého učení technického v Brně.

< www.fit.vutbr.cz. >.