Vysoké učení technické v Brně

Fakulta informačních technologií



Modelování a simulace

Energetika. Zdroje a suroviny.

Vplyv nárastu elektro-áut na stav energetiky.

**Tým: xzatko02\_xrakus04**

Zaťko Tomáš (xzatko02)

Rakús Martin (xrakus04) 1.12.2021

**Obsah**

**1 Úvod 2**

* 1. Autori a zdroje . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2
  2. Validita modelu . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2

1. **Rozbor témy a použitých technológií 3**
   1. Popis použitých postupov . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 3
   2. Pôvod použitých metód/technológií . . . . . . . . . . . . . . . . 3
2. **Koncepcia 5**
3. **Podstata simulačných experimentov a priebeh 5**
   1. Použitie simulátora . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5
   2. Experimenty . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5
      1. Experiment č.1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5
      2. Experiment č.2 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 6
      3. Experiment č.3 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 7
      4. Experiment č.4 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 7
4. **Zhrnutie simulačných experimentov 8**

**6 Záver 8**

**7 Referencie 9**

**1 Úvod**

Tento projekt rieši implementáciu simulačného modelu ([1], slajd 7.) Táto práca 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.* Zaujímal 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 následujúcich 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 kWh/km
* 0.1863 \* 11,300 = 2106 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 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 následujúce 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 Koncepcia**

V rámci nášho modelu vychádzame zo zdrojov spomenutých v kapitole 2 *Rozbor témy*. 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 trvý jeden rok. Po uplynutí jedného cyklu máme k dispozícií počet elektrických áut vo svete a množstvo spotrebovanej elektriny týchto áut. Množstvo spotrebovanej elektriny je vyjadrené v rámci miliard kilowatthodín. Výmena batérie v elektro-aute 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 následujúcich rokoch. S výsledkom z tejto simulácie sme ako dalšie kritérium zobrali do úvahy počet spotrebovanej elektriny elektro-auta 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

použítim 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 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: Porovanie celkovej spotreby elektriny sveta a spotreby elektriny elektro-áut

**4.2.4 Experiment č.4**

**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 porovanie 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 následujúcich 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 implementovanom v jazyku C++ za využitia knižnice SIMLIB. Testovali sme chovanie systému a vyvodili sme informácie zo simulácie a experimentov. Boli vykonané 4 experimenty, v ktorých sme získali bližší pohľad do danej problematiky a vyvodili závery pri zmenách vstupných parametrov.

**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. >.