Technická správa k projektu IMS - Elektro-energetika

Richard Harman ([xharma05@stud.fit.vutbr.cz](mailto:xharma05@stud.fit.vutbr.cz))

Terézia Hundáková ([xhunda01@stud.fit.vutbr.cz](mailto:xhunda01@stud.fit.vutbr.cz))

Zadanie

*„Prostudujte problematiku výroby, distribuce a spotřeby elektrické energie. Zvolte si oblast zájmu a vytvořte model, který se bude inspirovat realnými daty.“*

Pri štúdiu problematiky sme sa rozhodli zamerať na časť zadania „Spotřeba a hledání úspor“.

1 Úvod

V tejto práci sa zameriavame na simuláciu modelu (1) domácej solárnej elektrárne na priemernom českom dome. Zmysel experimentu je následné vyhodnotenie cenovej návratnosti takejto elektrárne. Následne experimentujeme so znížením spotreby v domácnosti a či to ovplyvní návratnosť panelu.

* 1. Zdroje informácií

Na vypracovanie projektu sme použili hlavne tieto zdroje:

* Distribučné sadzby (2)
* Štatistiky o českých domácnostiach (3) a (4)
* Návratnosť fotovoltaiky (5)
* Spotreba vytápania podľa rozlohy (6)
* Cena fotovoltaickej elektrárne (7)
* Revízie fotovoltaiky (8)
* Slnečnosť (9) a (10) a efektivita pri oblačnosti (11)
* Virtuálna batéria (12) a (13)
  1. Validita modelu

Validácia (1) prebehla niekoľkými ľuďmi pracujúcimi v danom odbore aj akademikmi. Model validovali dvaja vyučujúci Strednej odbornej školy technickej v Michalovciach (Slovensko), jeden elektroinštalatér solárnych elektrární a traja elektrotechnici pracujúci na domácich elektroinštaláciách.

2 Rozbor témy a použitých metód a technológií

Pri modelovaní sme model rozdelili do 4 častí.

Prvá časť sa zameriava na výrobu energie v solárnom panely. Tam sa rozhoduje či aktuálne je slnečný svit, podľa zdrojových údajov je to 50.7% roku, následne sa rozhoduje či je plné slnko alebo sú na oblohe oblaky. Pri oblakoch klesá podľa zdrojov výroba energie v priemere o 17.5%. Následne vyrobenú energiu posielame do virtuálnej batérie.

Druhá časť modelu je zameraná na spotrebu energie. Tú si rovnomerne rozdelíme podľa ročnej spotreby nášho modelovaného priemerného domu. Spotrebovaná energia sa preferovane odpočítava z virtuálnej batérie, až následne sa berie zo siete.

Tretia časť simuluje poruchy v systéme. Pravdepodobnosť poruchy systému sme odvodili zo zdrojov a je 0.244% a každým rokom sa zvyšuje o 1.1%. Pri poruche následne započítame cenu opravy a vek systému vyresetujeme, keďže predpokladáme výmenu starých častí.

Štvrtá časť systému je simulácia revízie, ktorá je na paneloch povinná každé štyri roky.

2.1 Popis použitých technológií

* Petriho sieť maľovaná v programe draw.io
* OS: Ubuntu on Windows
* IDE: CLion / Visual Studio Code
* Jazyk: C/C++
* Knižnice:
  + simlib (SIMLIB) (14)
  + getopt.h
  + cstdio
  + cstring
  + iostream
  + Cmath

3 Cieľ a vstupné dáta

Naším cieľom je zistiť dĺžku návratnosti fotovoltaickej elektrárne a rozdiely návratnosti pri šetrení energie. Experimenty budeme vykonávať na dvoch modelových fotovoltaických elektrárňach a dvoch modelových domoch. Do úvahy nebudeme brať možnú dotáciu od štátu ani infláciu.

Sústava 1: 8 panelov AEG450Wp stojí 150 000 KČ (~6000€) s výrobou 3.6kWp s odkladaním prebytkov do virtuálnej batérie. Cena virtuálnej batérie je 588 Kč ročne. Potenciálne vyrobí za rok 3MWh.

Sústava 2: 14 panelov AEG460Wp stojí 300 000 KČ (~12000€) s výrobou 6.45kWp s odkladaním prebytkov do virtuálnej batérie. Cena virtuálnej batérie je 5988 Kč ročne. Potenciálne elektráreň vyrobí 6MWh.

Dom 1: Priemerný dom v ČR: 91.6m2, 3 obyvatelia v domácnosti, 4+1, priemerná spotreba je 3MWh z toho 65% spotrebovaných v zime. Sadzba D02d. Priemerný rast cien bude predpokladane 10% ročne, cena elektriny 8kč za kWh aktuálne, takže 24 000 KČ/ročne (~1000€) približne aktuálne. Započítané osvetlenie a spotrebiče, varenie na indukčnej platni, ohrev vody.

Dom 2: rovnaký dom aj s vytápaním: spotreba 3MWh + 10MWh za topenie na 91.6m2. Sadzba D57d. Cena za kWh aktuálne 6.5KČ, takže 84 500 KČ/ročne približne aktuálne (~3500€). Započítané osvetlenie a spotrebiče, varenie na indukčnej platni, ohrev vody, elektrické kúrenie.

Zlyhania: Pre presnosť návratnosti, musíme počítať s chybovosťou zariadení, avšak batéria aj panely majú na sebe záruku, teda neovplyvnia dĺžku návratnosti zariadenia. Viac zaťažená sieť však môže spôsobiť väčšiu šancu poruchy spínačov a káblov. Pravdepodobnosť poruchy je pri spínačoch 0.16% na rok a pri kabeláži 0.1%. Opravy sa v tomto prípade pohybujú priemerne okolo 5 000 KČ. (malé opravy sú približne 1 000 KČ, väčšie môžu vyjsť aj do 10 000+ KČ)

Revízie: Raz za 4 roky je nutná revízia a servis fotovoltaickej elektrárne a cena je približne 4000kč pri menšej (sústava 1), a 5000kč pri väčšej (sústava 2).

4 Experimenty

Spravíme následné experimenty v dĺžke trvania 25 rokov, čo je priemerná životnosť panelu:

Exp. 1: Dom 1 – sústava 1

Exp. 2: Dom 2 – sústava 1

Exp. 3: Dom 2 – sústava 2

Exp. 4: Dom 2 – sústava 1 so znížením teploty v dome o 1°C (zníženie spotreby o 5% podľa ČEZ)

Exp. 5: Dom 2 – sústava 2 so znížením teploty v dome o 1°C (zníženie spotreby o 5% podľa ČEZ)

Exp. 6: Dom 2 – sústava 1 so znížením teploty v dome o 2°C (zníženie spotreby o 10% podľa ČEZ)

Exp. 7: Dom 2 – sústava 2 so znížením teploty v dome o 2°C (zníženie spotreby o 10% podľa ČEZ)

**Prílohy**

Diagram

Description automatically generated

Obr. 1 – Návrh celého postupu (Richard Harman, 2022)

# Zdroje

1. **Ph.D. Peringer Petr, Dr. Ing. and Hrubý, Ing. Martin.** Modelování a simulace. *fit.vutbr.cz.* [Online] http://www.fit.vutbr.cz/study/courses/IMS/public/prednasky/IMS.pdf.

2. **Redakce Kalkulátor.cz.** Jaká je průměrná spotřeba elektřiny v domácnosti? *kalkulator.cz.* [Online] 7 15, 2022. https://www.kalkulator.cz/clanky/158/jaka-je-prumerna-spotreba-elektriny-v-domacnosti.

3. **ČTK, iDNES.cz.** Rodinné domy zdražují, průměrné náklady na stavbu loni přesáhly 3,5 milionu. *idnes.cz.* [Online] 9 29, 2020. https://www.idnes.cz/ekonomika/domaci/rodinny-dum-byt-stavba-naklady-prumer.A200929\_143806\_ekonomika\_mato.

4. **Moravec, Štěpán.** Jak se u nás bydlí. *statistikaamy.cz.* [Online] 4 30, 2020. https://www.statistikaamy.cz/2020/04/30/jak-se-u-nas-bydli/.

5. **EON.** Jak dlouhá je návratnost solárních panelů? *eon.cz.* [Online] https://www.eon.cz/radce/zelena-energie/solarni-energie/jak-dlouha-je-navratnost-solarnich-panelu/.

6. **dodavatelektriny.** Jak odhadnout spotřebu elektřiny v domácnosti. *dodavatelektriny.cz.* [Online] [Cited: 11 25, 2022.] https://dodavatelektriny.cz/uzitecne-informace/jak-odhadnout-spotrebu-elektriny.

7. **Buček, Zdeněk.** Kolik stojí solární elektrárna na rodinný dům? Záleží na mnoha faktorech…. *elektrickevozy.* [Online] 8 8, 2022. https://elektrickevozy.cz/clanky/kolik-stoji-solarni-elektrarna-na-dum-fve-fotovoltaika.

8. **ČECH, JAN.** Dotaz čtenáře: Je třeba pravidelná revize na fotovoltaické panely? *dumazahrada.cz.* [Online] 1 11, 2022. https://www.dumazahrada.cz/clanek/revize-fotovoltaicke-panely-20220111.html.

9. Average amount of annual daylight at any place on earth. *astronomy.stackexchange.com.* [Online] 2018. https://astronomy.stackexchange.com/questions/3625/average-amount-of-annual-daylight-at-any-place-on-earth.

**10. reddituser.** Sunlight duration in hours per year in Europe and USA [880x1160]. *Reddit.com.*[Online] 2017. https://i.redd.it/k1xzfc84kwjz.jpg.

**11. novergysolar.** Do solar panels work in cloudy weather? Find it out. *novergysolar.com.* [Online] 3 16, 2020. https://www.novergysolar.com/do-solar-panels-work-in-cloudy-weather-find-it-out/#:~:text=Cloudy%20days%20cause%20only%2010,as%20much%20as%20you%20think.

**12. Buček, Zdeněk.** Virtuální baterie. Vyplatí se, nebo byste se jí měli raději obloukem vyhnout? *elektrickevozy.cz.* [Online] 9 8, 2022. https://elektrickevozy.cz/clanky/co-je-virtualni-baterie-vyplati-nevyplati-se.

**13. EON.** Co je to virtuální baterie a jak funguje. *eon.cz.* [Online] [Cited: 11 27, 2022.] https://www.eon.cz/radce/zelena-energie/solarni-energie/co-je-to-virtualni-baterie-a-jak-funguje/.