

Varianta 3. Uhlíkový stopa v průmyslu

Podtéma: Uhlíková stopa v papírenství

Autoři: Jan Fridrich (xfridr07) a Petr Marek (xmarek69)

1 Úvod:

V této práci je nastíněna možnost řešení zmenšení uhlíkové stopy v papírenském průmyslu. Naše práce se zaměřila na snížení počtu použitých papírů na úřadech ČR konkrétně simulační experimenty [\[A str. 33\]](#) použití papíru při setkání obecních zastupitelstev všech obcí v České Republice a dopady tohoto na uhlíkovou stopu. Jako protiklad simulujeme možné použití mobilních zařízení. Toto téma jsme si vybrali po přečtení článku od ministerstva zdravotnictví o ušetření Co₂ na úřadech [\[E\]](#).

1.1 Autoři zdroje:

Projekt byl vypracován studenty Jan Fridrich a Petr Marek z Fakulty informačních technologií Vysokého učení technického v Brně. Pro vytvoření této studie, byli využity znalosti z předmětu Modelování a simulace.

1.2 Zdroje informací:

Všechny naše informace jsme čerpali z mnoha zdrojů na internetu a ověřovali je i na jiných zdrojích. Informace ohledně zastupitelství jsou z většiny získány po rozhovoru s pár lidma na obecních úřadech.

2 Použitá fakta:

- 1 list papíru A4 = 60g Co₂ [\[1\]](#)
- 1 velký strom (10-ti letý) absorbuje 22Kg Co₂ za rok [\[2\]](#)
- 1 velký strom = 80 000 listů papíru A4 [\[3\]](#)
- 1Wh = přibližně 264mAh baterie mobilu [\[4\]](#)
- 1KWh = 0,26g Co₂ [\[5\]](#)
- 1h používání mobilního zařízení, kdy byla zapnutá Wifi a jas mobilu na maximum = asi 540mAh (testování s 3 mobilními zařízeními různých výrobců Xiami Redmi 6, iPhone 6, Huawei Mate 10 lite)
- Z předešlých informací si můžeme vypočítat 1h používání mobilního zařízení = 2,045Wh = 0,53mg Co₂
- výroba 1 mobilního zařízení = 44kg Co₂, do tohoto je zahrnuto úplně vše od výroby součástek, doprava a další [\[6\]](#)
- ČR má 6258 obcí [\[7\]](#)
- počet zastupitelů obce je dán v ČR podle počtu obyvatel obce [\[8\]](#), viz následující tabulka:

počet obyvatel	počet členů
do 500	5 až 15
nad 500 do 3 000	7 až 15
nad 3 000 do 10 000	11 až 25
nad 10 000 do 50 000	15 až 35
nad 50 000 do 150 000	25 až 45
nad 150 000	35 až 55

2.1 Použité postupy

Využili jsme znalosti z předmětu Modelování a Simulace [\[B\]](#), znalosti z toho předmětu o vytváření petriho sítí [\[A str. 123\]](#) a ke tvorbě simulačního modelu [\[A str. 44\]](#) byl použit programovací jazyk C++ a knihovna SIMLIB.

2.2 Původ použitých metod/technologií

Byli použity třídy a funkce jazyka C++ [\[C\]](#). Knihovna SIMLIB byla získána z oficiálních stránek tohoto nástroje [\[D\]](#).

3. Konceptuální model

V této části se zpracovává návrh konceptuálního modelu [\[A str. 48\]](#). Model jsme navrhli pomocí petriho sítě, které bylo potřeba využít pro složitost modelované situace.

V programu se bude nacházet reprezentace každé z obcí České republiky, pro kterou se vygeneruje počet zastupitelů (tento počet bude sice generován náhodně, ovšem v rozmezí, ve kterém daná obec reálně může mít zastupitelů - toto rozmezí se liší pro jednotlivé obce na základě počtu obyvatel dané obce). Dále se náhodně vygeneruje čas po kterém se zastupitelé setkají na jednání, což bude mít vždy za následek vygenerování určitého množství uhlíku (a toto množství se bude lišit na základě toho, zda budou používat papíry (těch se vždy generuje náhodný počet v rozmezí 2-5 s rovnoměrným rozložením pravděpodobnosti), nebo mobily).

3.2 Forma konceptuálního modelu

Konceptuální model je vizualizován petriho sítí s poznámkami viz kapitola 8 nebo příloha petriho_sit.png. Tento model je použit pro každé město zvlášť.

4 Architektura simulačního modelu/simulátoru

Aplikace je zaměřená na situaci v České Republice (snaží se řešit právě tuto situaci). Z toho důvodu jsou v programu již uložena data, která mají k problematice nějaký vztah, a která jsou založena na faktech z kapitoly 2.

Jak již bylo zmíněno, v programu používáme knihovnu SIMLIB, která usnadňuje modelování diskretních simulací. V programu se v cyklu 5 krát zavolá simulace, která simuluje jeden rok jednání zastupitelů.

4.1 Mapování konceptuálního modelu do simulačního

V programu je implementovaná třída Simulace, která rozšiřuje třídu Process z knihovny SIMLIB. Zde se odehrávají všechny výpočty, sdílené mezi jednotlivými obcemi. Vytvořený objekt třídy Simulace vytváří v cyklu objekty třídy Obec, které reprezentují jednotlivé obce. Protože je možné obce rozlišit dle počtu obyvatel (a z tohoto počtu vyplývá počet zastupitelů obce), tak zde máme několik cyklů, které vytváří obce s různými parametry (liší se počtem předávaných svou hodnot, které reprezentují minimální a maximální počet zastupitelů pro danou obec). Následně se na základě těchto dvou hodnot vygeneruje v konstruktoru třídy Obec konkrétní počet zastupitelů pro danou obec. Tento počet je později neměnný pro danou obec. Toto generování počtu zastupitelů modeluje část petriho sítě, ve které generujeme počet zastupitelů.

Dále v popisu chování obce (třída Obec je definovaná tak, že dědí z třídy Process z knihovny SIMLIB) je vymodelovaná další část petriho sítě a to konkrétně vygenerování množství spotřebovaného uhlíku (při použití papíru do jedné proměnné a při použití mobilů do jiné), a počet zachráněných stromů v případě, že zastupitelé budou používat mobilní telefony a nikoli papíry. Ve zmíněném popisu chování obce máme cyklus, ve kterém se vždy čeká náhodný počet týdnů v rozmezí 1 - 4 (dáno rovnoměrným rozložením pravděpodobnosti) a po uplynutí této doby (kterou se simuluje zasedání zastupitelů) se vygenerují zmíněné věci.

Nakonec objekt třídy Simulace získá data od všech obcí, a získá tak celkový počet zachráněných stromů, pokud by se nepoužily papíry, celkové množství vygenerovaného uhlíku při použití papírů a při použití mobilů.

5. Podstata simulačních experimentů a jejich průběh

První simulační experimenty byly za účelem ověření validity. Kdy jsme vycházeli z faktů, které jsme byli schopni potvrdit na více zdrojích. Cílem našeho experimentu je výsledek srovnání uhlíkové stopy, když zastupitelé budou používat pro jednání zastupitelů obcí papír a když budou používat mobilní zařízení. Doba našeho experimentu je jeden rok. Navíc jsme zahrnuli i možnost, že by dostali mobilní zařízení jen pro tento účel, které by se měnilo co dva roky - proto počítáme polovinu Co2 za výrobu při našich výsledcích.

5.1 Postup experimentování

Naše implementace v SIMLIB vypočítá všechny potřebné informace a to Co2 z:

- použitých papírů
- energii provozu
- výroby mobilních telefonů

5.2 Experiment

Náš experiment spočíval v tom, že jsme opakovaně spouštěli naši simulaci a sledovali měnící se hodnoty (v tabulce vidíte maximální a minimální):

Co2 z energie mobilních zařízení	Co2 mobilních zařízení při započtení i výroby	Co2 s používání papírů
[kg]	[kg]	[kg]
0.598	1939 220	238 463
0.609	1977 560	242 678

5.3 Závěry Experimentu

Jak se ukázalo použití mobilních zařízení by určitě snížilo generování Co2, ale jen za předpokladu, že zastupitelé by nedostávali extra zařízení jenom za účelem jednání. Protože jinak by to naopak vedlo k několikanásobnému zvětšení generování Co2. Také pozitivní poznatek je, že by se ušetřilo 50 stromů, které by normálně padli jenom kvůli výrobě papíru.

6. Závěr

Systém je navržen na aktuální podmínky v ČR, ale prakticky jakékoliv změny a úpravy by v něm byli rychle proveditelné změnou pouze několika proměnných. A určitě je taky třeba vzít v potaz možnost zmenšení uhlíkové stopy při výrobě mobilních zařízení, protože technologie se zdokonalují každým dnem a v dnešní době už se společnosti začínají zaměřovat i na ekologii při výrobě.

7. Odkazy:

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

[B] <https://www.fit.vutbr.cz/study/courses/IMS/public/>

[C] <https://isocpp.org/>

[D] <https://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/>

[E] http://www.ekoporadna.cz/images/Texty/Studie_na_web/OK_PUS/Tipy_a_napady_k_ochrane_klimatu_v_kancelarich.pdf

[1] <https://www.goodenergy.co.uk/good-stats-on-carbon-saving/>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217309554>

<http://www.co2list.org/files/carbon.htm#RANGE!A83>

[2] <http://urbanforestrynetwork.org/benefits/air%20quality.htm>

[3] <https://epochaplus.cz/vite-jakou-hodnotu-ma-jeden-strom/>

[4] <https://www.forbes.com/sites/christopherhelfman/2013/09/07/how-much-energy-does-your-i-phone-and-other-devices-use-and-what-to-do-about-it/#71736c2f2f70>

[5] <https://www.eecabusiness.govt.nz/tools/wood-energy-calculators/co2-emission-calculator/>

[6]

<https://www.theguardian.com/environment/green-living-blog/2010/jun/09/carbon-footprint-mobile-phone>

[7] <https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-see2a5tx8j>

[8] § 68 zákona č. 128/2000 Sb., díl 1, o obcích (obecní zřízení), dostupné online na <https://zakony.kurzy.cz/128-2000-zakon-o-obcich/paragraf-68/>

8. Petriho síť

