



Simulační studie
Prevoditelnost plánovaných emisí aut v EU do roku 2050
Tým: AnderTeam
EU Green Deal a jeho dopady na EU ekonomiku

12. 12. 2021

Andrej Pavlovič (xpavlo14)
Tverdokhlib Vladyslav V. (xtverd01)

Obsah

1	Úvod	2
1.1	Autori, zdroje	2
1.2	Ověření validity	2
2	Rozbor témy a použitých metod/technologií	2
2.1	Fakty	2
2.2	Popis použitých postupů/metod/technologií	2
3	Koncepce modelu	3
3.1	Popis konceptuálního modelu	3
4	Architektura simulačního modelu/simulátoru	4
5	Podstata simulačních experimentů a jejich průběh	4
5.1	Experimenty	4
5.1.1	Experiment 1	5
5.1.2	Experiment 2	5
5.2	Závěry experimentů	6
6	Zhrnutie simulačných experimentov a záver	6

1 Úvod

Tato práce je v rámci předmětu IMS na FIT VUT. Cílem bylo prostudovat pakt Green Deal, jeho dopad na různé aspekty státu a modelovat proveditelnost ve vybraných zemích. Zaměřili jsme se na plán na snížení emisí CO₂ od osobních automobilů v Evropě. Provedli jsme simulační studie k předpovědi proveditelnosti či neproveditelnosti a porovnali s jinými plány snižování emisí. Model se táhne od roku 2020 do roku 2050.

1.1 Autori, zdroje

Projekt vypracovali studenti Andrej Pavlovič a Tverdokhlib Vladyslav V.

Data byla shromážděna z různých článků, studií, statistik a byla kombinována. Odkazy na materiály jsou v bibliografii. Zdroje byly použity výhradně z internetu. Zaměřili jsme se na rok 2020 jako na skutečný rok, protože Green Deal vznikl v lednu 2019.

1.2 Ověření validity

Platnost modelu byla zkontrolována za běhu. Ověření bylo především prostřednictvím prohlášením plánu Green Deal.

2 Rozbor témy a použitých metod/technologií

Existuje Paris agreement, která vstoupila v platnost v roce 2016 a která zejména stanoví opatření ke snížení emisí CO₂ od nových osobních aut: 15% do roku 2025, 37.5% do roku 2030.

Green Deal je plán přijatý v roce 2019, který zavazuje členy EU učinit evropský kontinent klimaticky neutrálním k 2050 roku. Navíc navrhuje zpřísnit snížení emisí nových osobních aut o 55% do roku 2030 a dokonce o 100% do roku 2035.

2.1 Fakty

V souladu s Regulation (EU) 2019/631, byl zaveden vzorec pro stanovení cíle emisí CO₂ pro jednoho výrobce aut pro daný rok (SPECIFIC EMISSIONS TARGETS FOR PASSENGER CARS). V podstatě jsou v něm konstanty a mění se v závislosti na roce. Jediné, co potřebujeme získat, je *průměrná hmotnost vozu z konkrétního vozového parku za konkrétní rok*. Právě výpočty podle tohoto vzorce bude nutné dodržet, aby bylo dosaženo snížení emisí každého vozového parku výrobců. Bude také potřebná *průměrná ujetá vzdálenost za rok*, pro zobrazení objemu CO₂ v gramech.

V druhé části modelu budeme vycházet z tendence vývoje automobilového parku konkrétní země. Pak potřebujeme následující údaje: *celkový počet automobilů v zemi, objem výroby automobilů ročně v zemi a % snížení vozového parku země každý rok (7%)*.

2.2 Popis použitých postupů/metod/technologií

Když nacházíme *průměrnou hmotnost vozu a průměrnou ujetou vzdálenost* použijeme generátor náhodných čísel z rozsahu (od minimální po maximální hodnotu za 10 let podle statistik).

Také jsme si vypůjčili určitý koeficient pro vzorec s 95% pravdivostí.

3 Koncepce modelu

3.1 Popis konceptuálního modelu

PART ONE:

2021, 2025, 2030, 2035 - milestony proveditelnosti. V 1. části máme model implementace v konkrétních milestonech. Díky vzorci budeme počítat Emission Target pro konkrétní zemi na konkrétní rok.

- Emissions Target = $T + a \times (M - M_0)$ g/km

kde:

$T = 95$ g/km for 2021.

- 80,75 g/km for 2025.

- 42,75 g/km for 2030 (59.4 g/km in Paris agreement).

- 0 g/km for 2035.

$a = 0.0333$ for 2020-2024.

- 0.0214 for 2025-2030 (95% forecast).

$M_0 = 1\,379,88$ kg for 2020-2021

- 1 398,50 kg for 2022-2030

$M(\text{parameter}) = \text{average mass of the cars kg.}$

Na základě této hodnoty bude vypočítáno *minimální snížení emisí v %* a *maximální možné emise CO2 na jednoho řidce* pro každý milestone vzhledem k roku 2020 (nová auta).

- Min. reduction = $(1 - (ET / E_{2020})) \times 100 \%$

kde:

ET = emissions target g/km

E_{2020} = emissions in 2020 g/km

- Max. CO2 emissions for one car = $ET \times \text{distance} / 1000$

kde:

ET = emissions target g/km

distance = travelled distance km

Také uvidíme, jak se sníží Emission Target.

- ET reduction = $(1 - (ET / \text{start_ET})) \times 100 \%$

kde:

ET = emissions target g/km

start_ET = ET in 2020 g/km

PART TWO:

V tomto jsme se pokusili simulovat každoroční snižování objemu emisí, pokud bude nastaven growth rate podílu elektromobilů (hodnota v %, o kterou se v každém příštím roce by zvýšil podíl elektromobilů).

```
for(i=1; i ≤ 30; i++) {
    if(year from 2021 to 2024)
        ET(2021)
    if(year from 2025 to 2029)
        ET(2025)
    if(year from 2030 to 2034)
        ET(2030)
    if(year from 2035)
        ET(2035)
}
ec_share = ec_growth*i;
if(ec_share > 1) {
    ec_share = 1;
}
total_old_gascars = total_old_gascars * parkreduct;
total_registered_gascars += (1-ec_share) * registered_cars;
print ( i + 2020: 1 - (((total_old_gascars * start_ET) + (total_registered_gascars * ET)) / (total_gascars *
start_ET)) );
kde:

total_old_gascars = total cars in a country.
total_registered_gascars = new gasoline cars registered.
registered_cars = number of registered cars yearly.
ec_share = share of electric cars of registered cars yearly.
parkreduct = rate of reduction.
```

4 Architektura simulačního modelu/simulátoru

Model byl napsán v jazyce C++, standard C++11. Byl použit kompilátor g++

5 Podstata simulačních experimentů a jejich průběh

5.1 Experimenty

Experimenty boli rozdelené do dvoch častí. Experiment číslo 1 patří do prvej časti, experimenty 2 a 3 patria do druhej.

5.1.1 Experiment 1

Na základě tohoto experimentu jsme zdůraznili rozdíl v Pařížské dohodě a Zelené dohodě. Viděli jsme, jak se procento snížení u těchto dvou plánů mění. Také obdržel statistické údaje - maximální emise na nové auto v konkrétním roce.

Spouštěl se s parametry: -n 'avgE', 'minD', 'maxD', 'minM', 'maxM'

- emise 2020 pro Franci
- minimální ujetá vzdálenost
- maximální ujetá vzdálenost
- minimální masa vozidla
- maximální masa vozidla

v tomto pořadí.

Spuštění:

```
./source -n 98.47 12223 13802 1293 1337
```

Výsledky (Pre každú tabuľku najprv green deal [HORE], potom Paris agreement [DOLE]):

Rok	Min. reduction %	Max. CO2 emissions kg (from new cars)
2021	5,37%	1166
2025	19,59%	990,9
2030	58,18%	515,3
2030	41,3%	723,7
2035	100%	0

Rok	ET	ET reduction % (new cars)
2021	93,17	0%
2025	79,18	15,02%
2030	41,18	55,81%
2030	57,83	37,94%
2035	0	100%

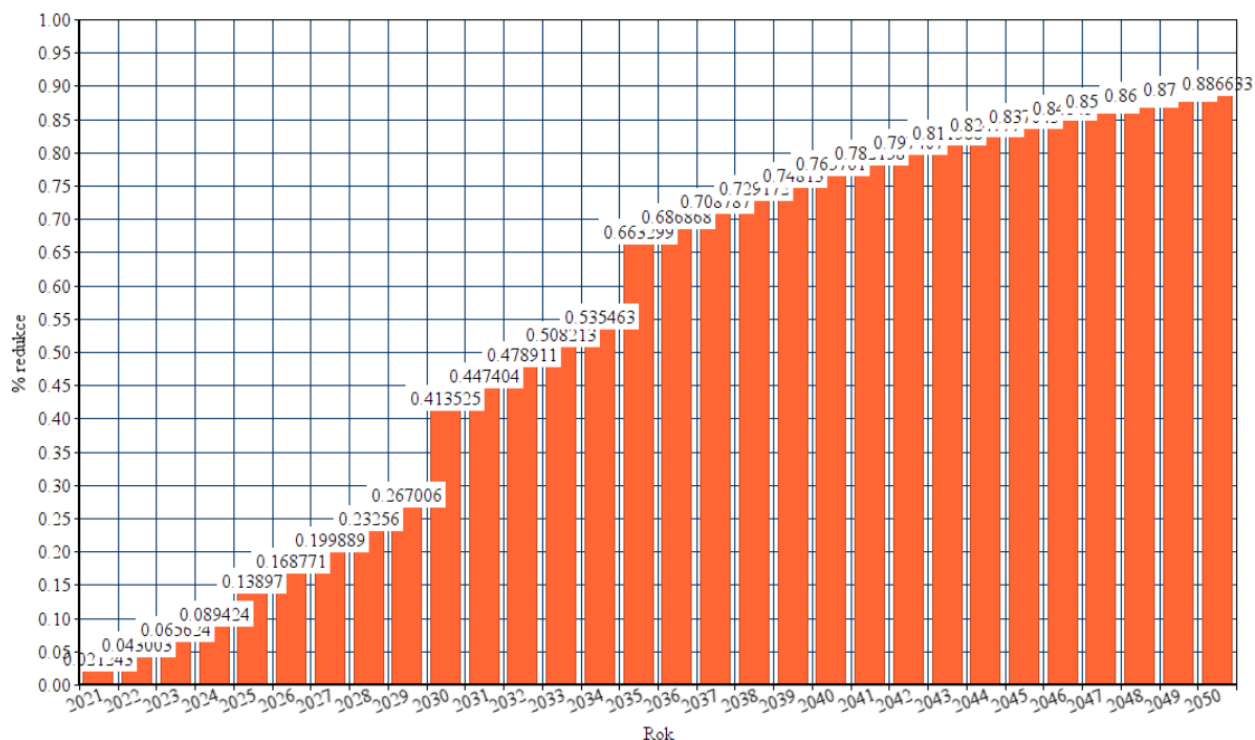
5.1.2 Experiment 2

V tomto experimentu pozorujeme nárůst procenta snížení oproti roku 2020

Spouštěl se s parametry: -g 'growth', 'gascars', 'regcars', 'parkreduct', 'minM', 'maxM'

Spuštění: ./source -g 0.1 31380000 1700000 0.93 1293 1337

Roční redukce z 0.1 rate



5.2 Závěry experimentů

6 Zhrnutie simulačných experimentov a záver

Na závěr můžeme potvrdit realizaci plánu pomocí vzorce pro výpočet Emission Target ve Francii.

Vidíme, že rozdíl mezi Pařížskou dohodou a Grean Deal není velký, a to nemá velký vliv na proveditelnost.

Podle posledního diagramu vidíme, že pokud zavedeme pouze elektromobily rovnoměrně, tak do roku 2050 budeme mít 88% snížení emisí CO₂ oproti roku 2020.

Literatura

- [1] Average CO2 emissions from new passenger cars, by EU country. <https://www.acea.auto/figure/average-co2-emissions-from-new-passenger-cars-by-eu-country/>, navštíveno: 2021-12-12.
- [2] Cars CO2 emissions. <https://www.transportenvironment.org/challenges/cars/co2-emissions/>, navštíveno: 2021-12-12.
- [3] Delivering the European Green Deal. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en, navštíveno: 2021-12-12.
- [4] EU: Cars: Greenhouse Gas Emissions. <https://dieselnet.com/standards/eu/ghg.php>, navštíveno: 2021-12-12.
- [5] Mathematical formulas. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02019R0631-20211202#M4-2>, navštíveno: 2021-12-12.
- [6] New registrations of passenger cars in France from 2004 to 2020. <https://www.statista.com/statistics/1171096/cars-newly-registered-france/#:~:text=There%20were%201.7%20million%20new,slump%20year%20Don%2Dyear>, navštíveno: 2021-12-12.
- [7] Number of new electric passenger car registrations in France from 2010 to 2020. <https://www.statista.com/statistics/789145/registrations-electric-cars-france/>, navštíveno: 2021-12-12.
- [8] Sectoral profile - Transport: Change in distance travelled by car. <https://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/transport/distance-travelled-by-car.html>, navštíveno: 2021-12-12.
- [9] Total number of registered passenger cars in France from 1999 to 2019. <https://www.statista.com/statistics/455887/passenger-cars-registered-in-france/#:~:text=According%20to%20the%20figures%20released,a%20downward%20trend%20since%202014>, navštíveno: 2021-12-12.
- [10] New registrations of electric vehicles in Europe. <https://www.eea.europa.eu/ims/new-registrations-of-electric-vehicles>, November 2021, navštíveno: 2021-12-12.
- [11] Derevyanchenko, M.: Car recycling in Russia. <https://car.ru/news/autogramota/46850-utilizatsiya-avto-v-rossii/>, September 2019, navštíveno: 2021-12-12.
- [12] Mock, P.: 2020–2030 CO2 standards for new cars and light-commercial vehicles in the European Union. https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_EU-CO2-stds_2020-30_brief_nov2016.pdf, November 2016.
- [13] Mock, P.; Tietge, U.; Dornof, J.: Adjusting for vehicle mass and size in European post-2020 CO2 targets for passenger cars. https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_EU-LDV-CO2parameters_brief_201808.pdf, August 2018.