

Model obiegu węgla „Pandora”

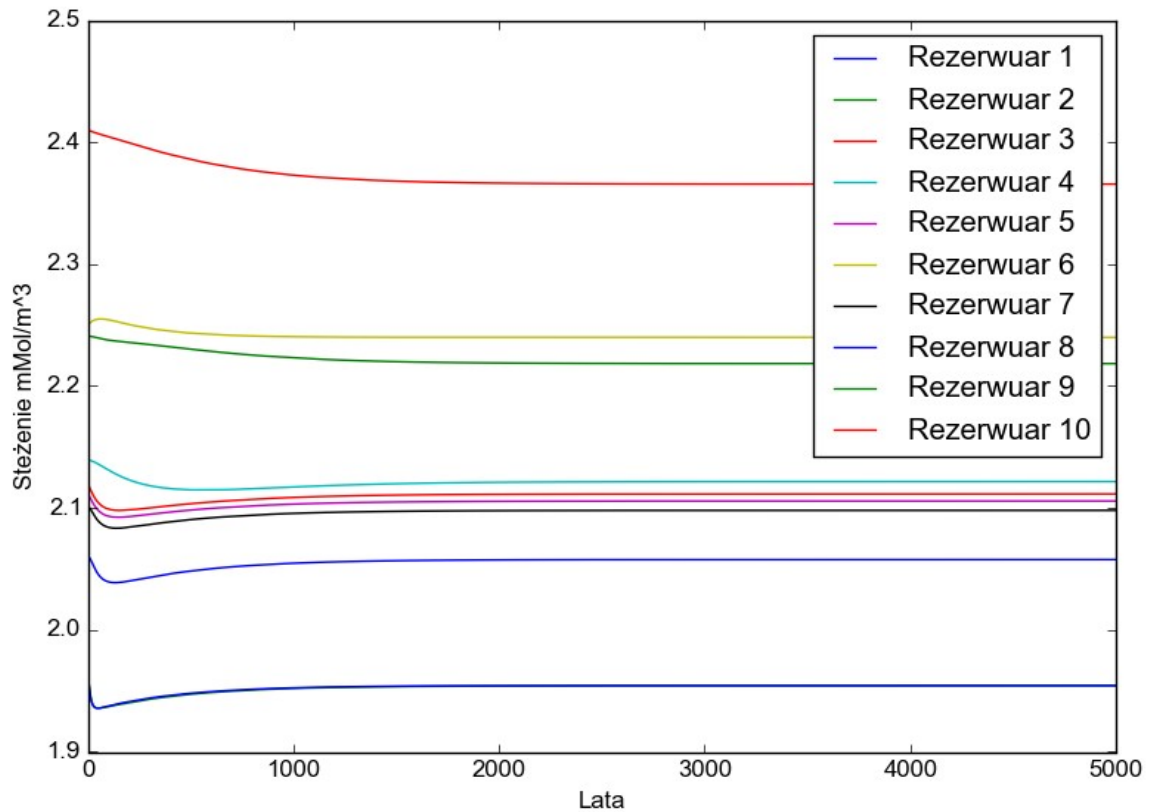
Sylwester Macura

1 Wstęp

Celem laboratorium jest symulacja globalnego przepływu węgla w oparciu o model pandora. Głównym założeniem modelu jest podział świata na zbiorniki między którymi zachodzi wymiana węgla. Atmosferę oraz biosferę uważamy za jeden zbiornik jednorodny. Natomiast oceany dzielimy na 10 zbiorników. Dzielimy je ze względu na głębokość oraz położenie geograficzne.

2 Czas Rozbiegu

Pierwszym zadaniem jest określenie czasu po którym między zbiornikami węgla nie zachodzi wymiana. Założyliśmy że między zbiornikami nie zachodzi wymiana jeżeli we wszystkich rezerwuarach różnica między i -tym krokiem a $i-10$ krokiem jest bliska zeru.

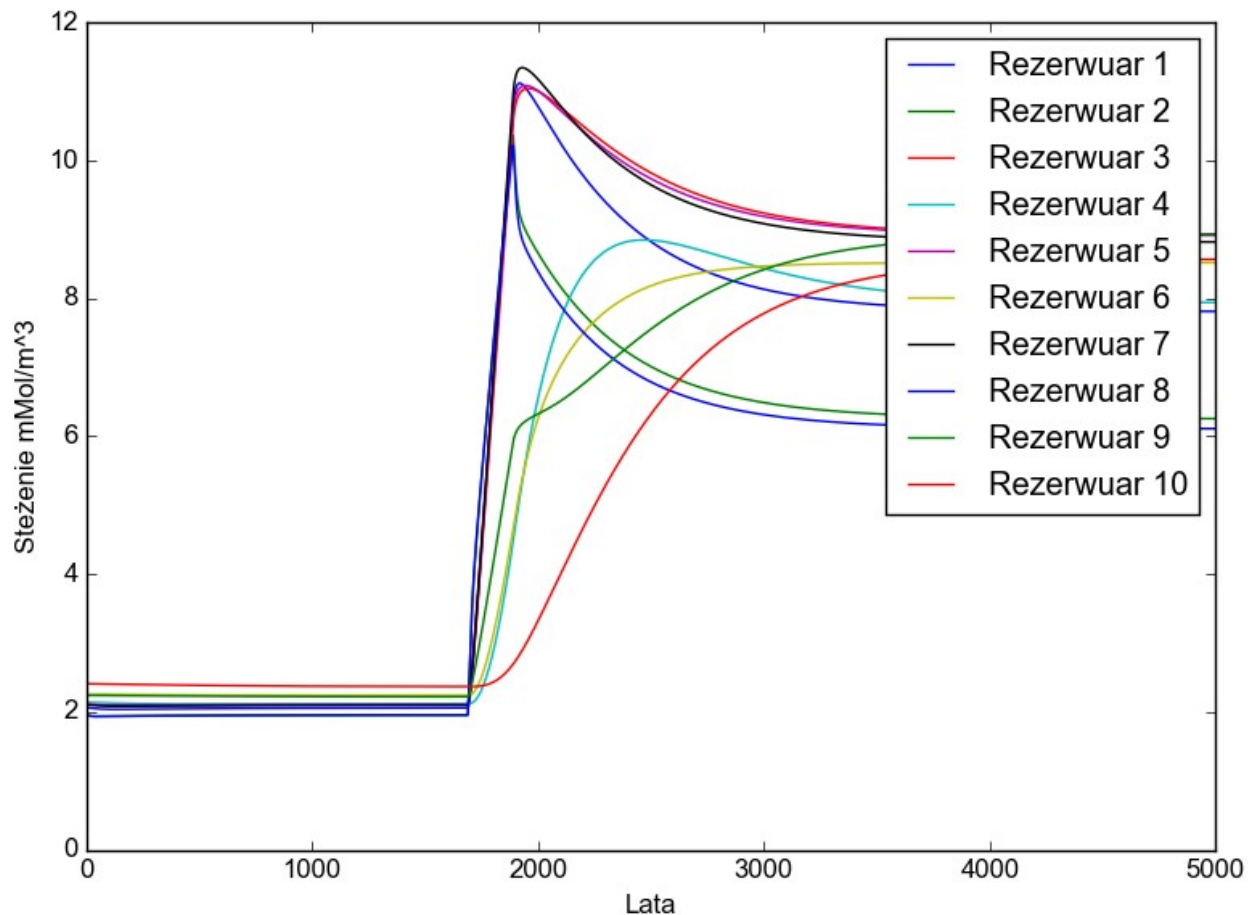


Ilustracja 1: Czas rozbiegu modelu

Dla domyślnych danych wejściowych czas rozbiegu modelu wyniósł 1690 lat

3 Zaburzenie antropogeniczne

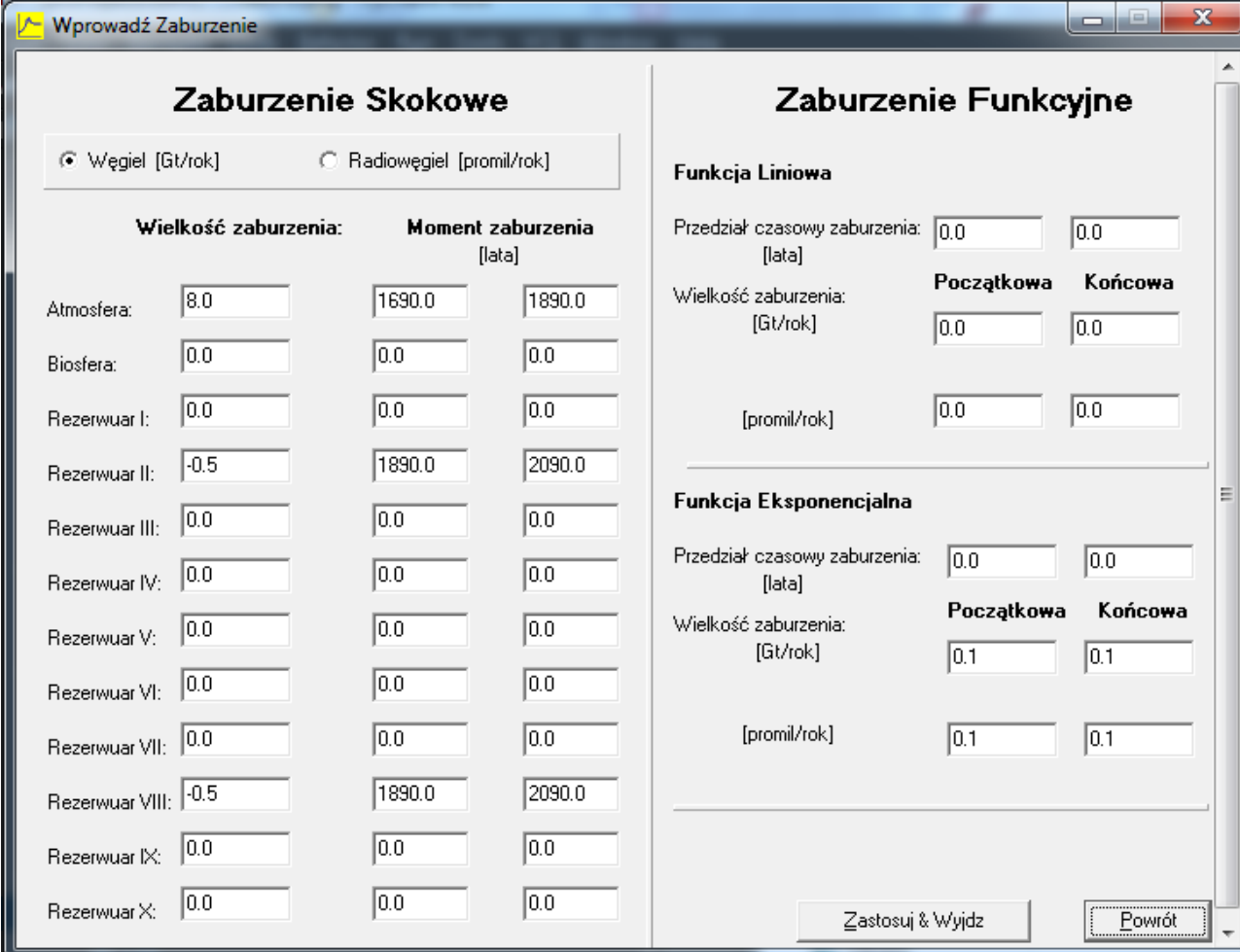
Kolejnym zadaniem jest symulacja wpływu człowieka na przepływ węgla w przyrodzie. Największy w tym udział miał okres rewolucji przemysłowej. W modelu za symulowano to w ten sposób, że gdy model się ustabilizował wprowadzono dodatkowy przyrost węgla w atmosferze na poziomie 8 GT\rok przez 200 lat.



Ilustracja 2: Zaburzenie Antropogeniczne

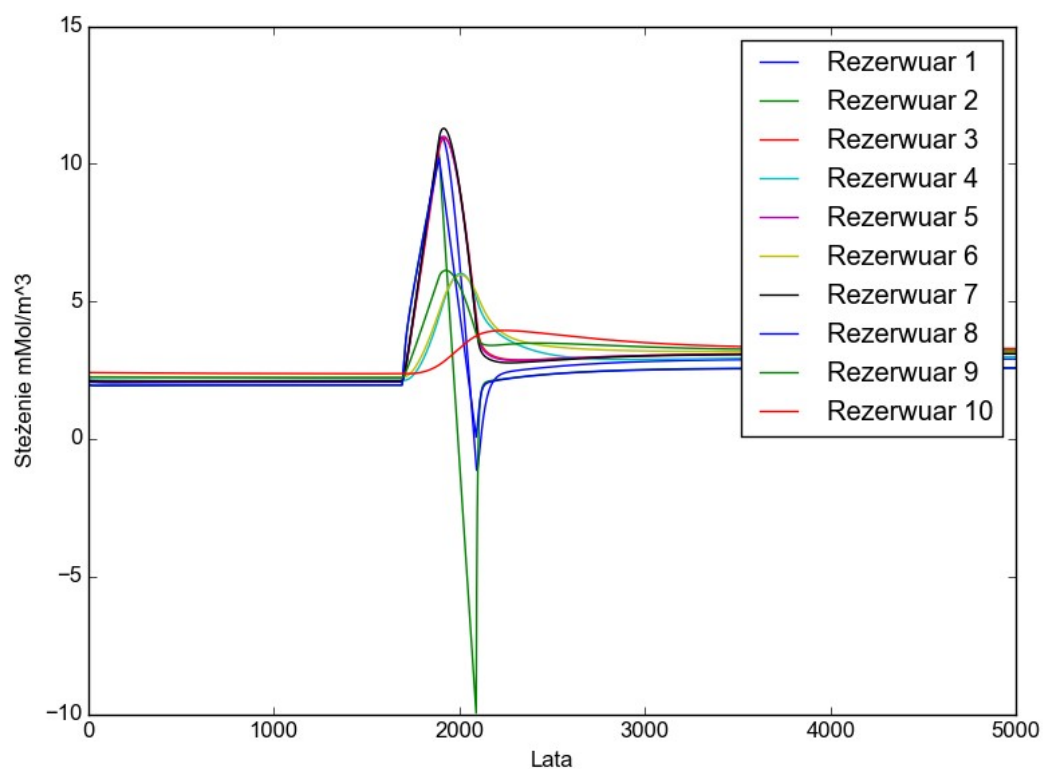
4 Niwelacja zaburzenia

Kolejnym zadaniem było zaproponowanie sposobu niwelacji zaburzenia powstałego w wyniku rewolucji przemysłowej. Osiągnięto to poprzez wyciąganie węgla z rezerwuaru 2 (północny i południowy Atlantyk na niskich szerokościach geograficznych, rezerwuár powierzchniowy) i 8 (południowa i północna część oceanu Indyjskiego i Spokojnego na niskich szerokościach geograficznych, rezerwuár powierzchniowy) na poziomie 0.5 GT/rok przez 200 lat

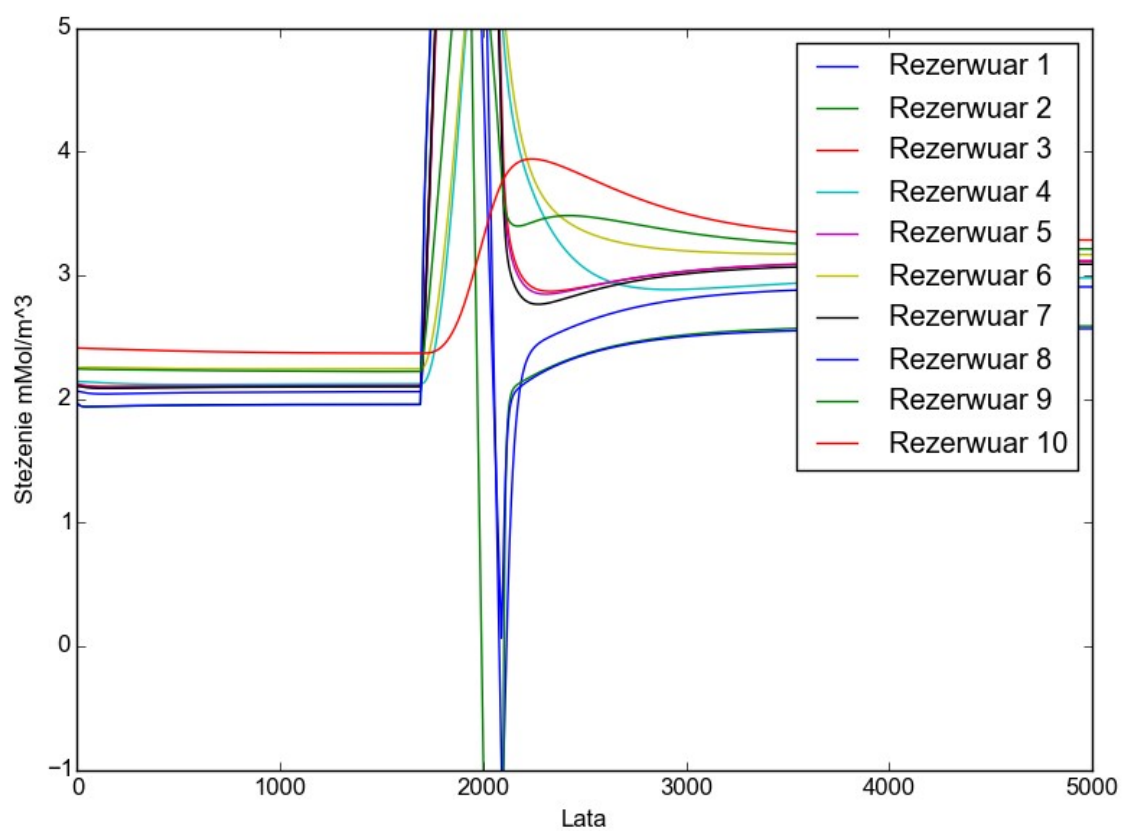


	Wielkość zaburzenia:	Moment zaburzenia [lata]	
Atmosfera:	8.0	1690.0	1890.0
Biosfera:	0.0	0.0	0.0
Rezerwuár I:	0.0	0.0	0.0
Rezerwuár II:	-0.5	1890.0	2090.0
Rezerwuár III:	0.0	0.0	0.0
Rezerwuár IV:	0.0	0.0	0.0
Rezerwuár V:	0.0	0.0	0.0
Rezerwuár VI:	0.0	0.0	0.0
Rezerwuár VII:	0.0	0.0	0.0
Rezerwuár VIII:	-0.5	1890.0	2090.0
Rezerwuár IX:	0.0	0.0	0.0
Rezerwuár X:	0.0	0.0	0.0

Ilustracja 3: Niwelacja zaburzenia parametry



Ilustracja 4: Niwelacja zaburzenia wykres



Ilustracja 5: Niwelacja zaburzenia wykres zbliżenie

5 Wnioski

Jak widzimy model działa tak jak się tego spodziewaliśmy. Układ dąży do równowagi z czasem. Nawet gdy wprowadziliśmy zaburzenia układ z czasem odzyskał równowagę na innym poziomie. Widzimy że między zbiornikami zachodzi wymiana węgla, wprowadzenie zaburzenia w jednym powoduje powstanie zaburzeń w pozostałych.

6 Kod

```
import numpy as np
import matplotlib
import matplotlib.pyplot as plt
matplotlib.rc('font', family='Arial')
for filename in ["cos", "cos2", "1"]:
    tablica = []
    with open(filename + '.txt') as fp:
        for x in fp:
            z = x.split(' ')
            z = [g for g in z if g]
            tablica.append(z)
    tablica = np.array(tablica).astype(float)
    print(tablica.shape)
    rezerwuaryWodne = tablica[:, 1:11]
    roznica = (rezerwuaryWodne[1::10, :] - rezerwuaryWodne[:-1:10, :]) ** 2.0
    roznica = np.sum(roznica, axis=1)
    for i, z in enumerate(roznica):
        if (z == 0.0):
            print(i * 10)
            break
    plt.ylim([-1.0, 5.0])
    for i, rez in enumerate(rezerwuaryWodne.T):
        plt.plot(rez, label='Rezerwuar {0}'.format(i + 1))
    plt.xlabel('Lata')
    plt.ylabel('Steżenie mMol/m^3')
    plt.legend()
    plt.tight_layout()
    plt.savefig(filename + ".png")
    plt.cla()
    plt.clf()
```

Tekst 1: Kod programu