

Obliczenia inżynierskie w chmurze

Opóźnienie zapłonu mieszanin wodoru oraz etanu z powietrzem

Raport

Katarzyna Domagalska
299113

24.01.2023

1 Cel projektu

Celem niniejszego projektu jest przeprowadzenie obliczeń i wyznaczenie zależności zmiany opóźnienia zapłonu w funkcji ciśnienia i w funkcji temperatury. Obliczenia przeprowadzono w chmurze korzystając z *Microsoft Azure*, gdzie stworzono maszynę wirtualną. Z maszyną łączono się poprzez program *PuTTY*.

2 Przeprowadzone analizy

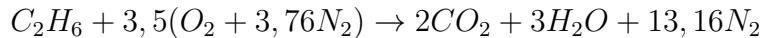
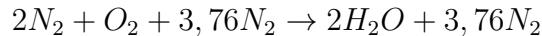
Obliczenia przeprowadzono wykorzystując kody napisane w języku *Python* wykorzystując przy tym projekt Weroniki Dziaduch *Ignition delay for hydrogen and alkane mixtures with air* [1] z Metod Komputerowych w Spalaniu. W analizie zmieniono warunki początkowe dla obliczeń. W obliczeniach wykorzystano pakiet *Cantera* oraz mechanizm reakcji *GRI-Mech 3.0*.

W ramach analizy obliczono 8 przypadków:

1. Wodór - warunki początkowe: $P = 5\text{bar}$
2. Wodór - warunki początkowe: $P = 10\text{bar}$
3. Etan - warunki początkowe: $P = 5\text{bar}$
4. Etan - warunki początkowe: $P = 10\text{bar}$
5. Wodór - warunki początkowe: $T = 2500K$
6. Wodór - warunki początkowe: $T = 5000K$
7. Etan - warunki początkowe: $T = 2500K$
8. Etan - warunki początkowe: $T = 5000K$

W każdym przypadku obliczenia przeprowadzono dla wartości współczynnika ϕ - *equivalence ratio* - z zakresu od $\phi = 0,5$ do $\phi = 1,75$ z krokiem $\Delta\phi = 0,25$.

Rozważane mieszanki implementowane do obliczeń opisane są następującymi wzorami odpowiednio dla wodoru i etanu:



3 Obliczenia w chmurze

W ramach projektu wykorzystano studencki pakiet subskrypcji w *Microsoft Azure*, gdzie stworzono maszynę wirtualną. Z maszyną połączono się korzystając z aplikacji *PuTTY*.

Na Rysunku 3.1 przedstawiono podstawowe informacje dotyczące maszyny wirtualnej. Rysunek 3.2 przedstawia wykaz plików, które znalazły się w danym momencie w maszynie wirtualnej *Lab1*. Z kolei na Rysunku 3.3 przedstawiono pliki zgrane na koniec obliczeń na dysk komputera. Nazwa *domagasia* jest nazwą zdefiniowanego konta, do którego należało także nadać hasło w celu weryfikacji np. przy pobieraniu plików z maszyny.

▲ Podstawowe elementy	
Grupa zasobów (przeniesień) :	web
Stan :	Uruchomione
Lokalizacja :	West Europe
Subskrypcja (przeniesień) :	Azure for Students
Identyfikator subskrypcji :	33ef8191-c713-4177-b3ff-aa418bb424c7
Tagi (edytuje)	Kliknij tutaj, aby dodać tagi
System operacyjny :	Linux (ubuntu 20.04)
Rozmiar :	Standard B1s (1 vcpu, 1 GiB pamięci)
Publiczny adres IP :	20.107.73.243
Sieć/podsieć wirtualna :	web-vnet/default
Nazwa DNS :	Nieskonfigurowane

Rysunek 3.1: Podstawowe informacje o maszynie wirtualnej

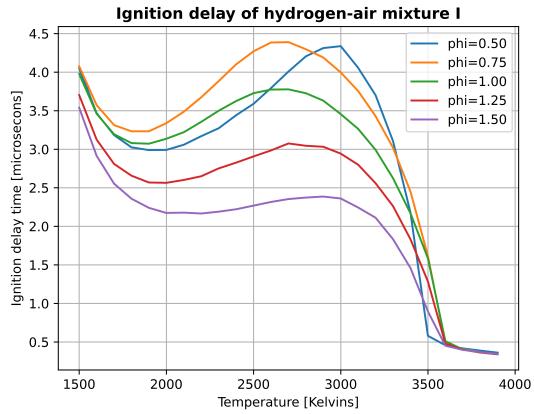
```
domagasia@Lab1:~$ ls
'constant pressure, ethane.py'  'constant pressure, hydrogen2.py'  'constant temp, hydrogen.py'  etan-const-press2.png  hydrogen-const-press.png  hydrogen_const-temp.png
'constant pressure, ethane2.py'  'constant temp, ethane.py'    'constant temp, hydrogen2.py'  etan-const-temp.png  hydrogen-const-press2.png  hydrogen-const-temp2.png
'constant pressure, hydrogen.py'  'constant temp, ethane2.py'  etan-const-press.png  etan-const-temp2.png  hydrogen-const-press.png  hydrogen-const-temp2.png
domagasia@Lab1:~$
```

Rysunek 3.2: Pliki w maszynie wirtualnej

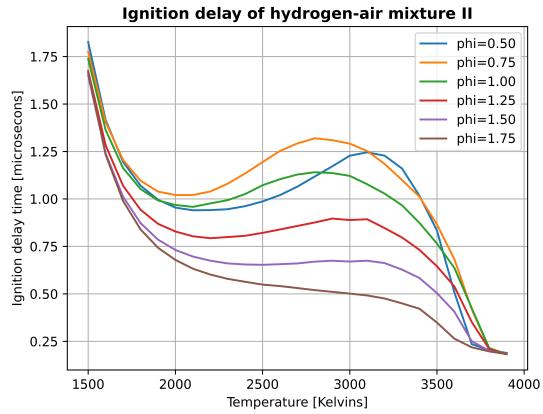
```
PS C:\Users\KOMPUTER\Desktop\studia\magisterskie\semestr 9\cloud\Kasia> scp domagasia@20.107.73.243:/home/domagasia/*.png .
domagasia@20.107.73.243's password:
etan-const-press.png                                100% 731KB  2.6MB/s  00:00
etan-const-press2.png                               100% 687KB  7.5MB/s  00:00
etan-const-temp.png                                100% 642KB  10.5MB/s 00:00
etan-const-temp2.png                               100% 814KB  8.0MB/s  00:00
hydrogen-const-press.png                           100% 897KB  12.6MB/s 00:00
hydrogen-const-press2.png                          100% 970KB  9.5MB/s  00:00
hydrogen-const-temp.png                           100% 702KB  11.5MB/s 00:00
hydrogen-const-temp2.png                          100% 708KB  9.9MB/s  00:00
PS C:\Users\KOMPUTER\Desktop\studia\magisterskie\semestr 9\cloud\Kasia>
```

Rysunek 3.3: Pliki zapisane z maszyny wirtualnej na dysk komputera

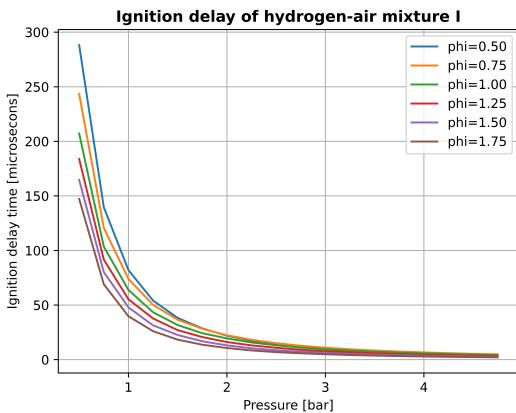
4 Wyniki obliczeń



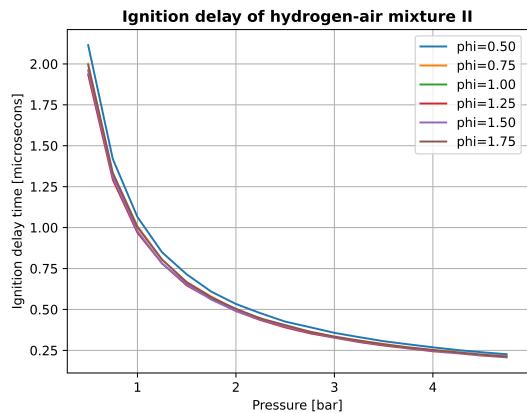
Rysunek 4.1: Opóźnienie zapłonu w funkcji temperatury - wodór $P = 5\text{bar}$



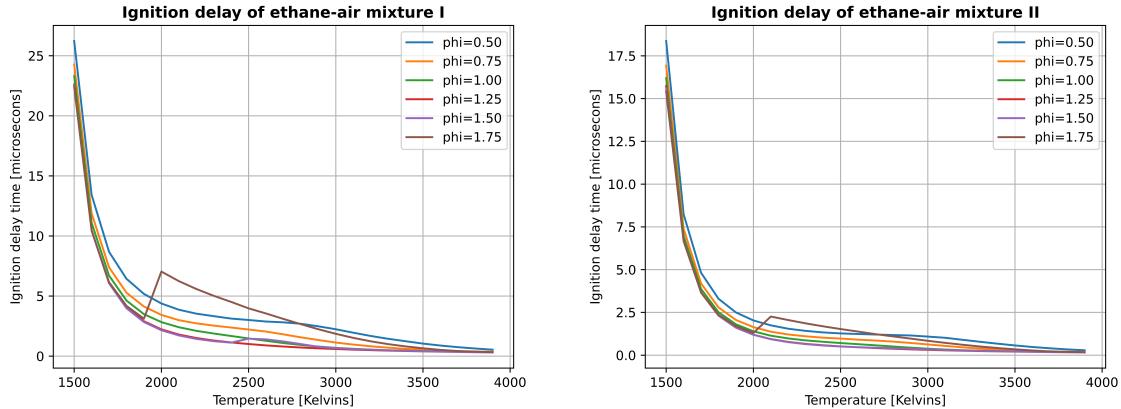
Rysunek 4.2: Opóźnienie zapłonu w funkcji temperatury - wodór $P = 10\text{bar}$



Rysunek 4.3: Opóźnienie zapłonu w funkcji ciśnienia - wodór $T = 2500K$

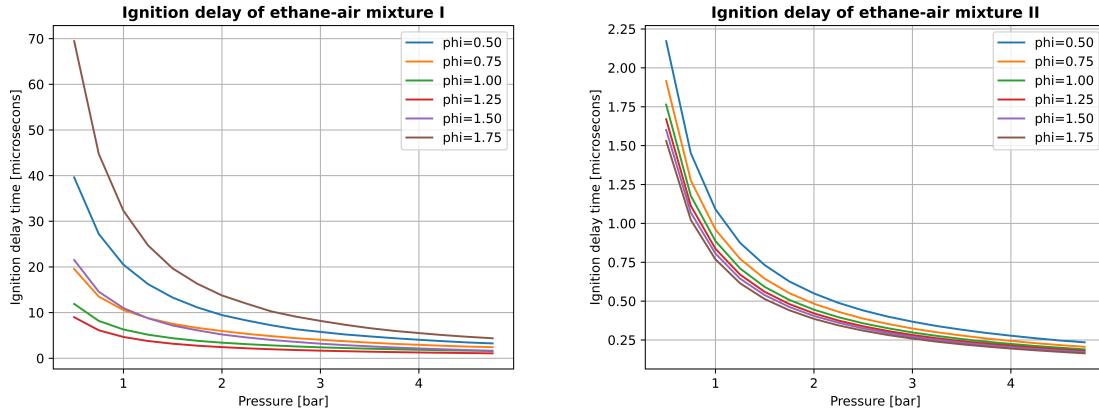


Rysunek 4.4: Opóźnienie zapłonu w funkcji ciśnienia - wodór $T = 5000K$



Rysunek 4.5: Opóźnienie zapłonu w funkcji temperatury - etan $P = 5\text{bar}$

Rysunek 4.6: Opóźnienie zapłonu w funkcji temperatury - etan $P = 10\text{bar}$



Rysunek 4.7: Opóźnienie zapłonu w funkcji ciśnienia - etan $T = 2500K$

Rysunek 4.8: Opóźnienie zapłonu w funkcji ciśnienia - etan $T = 5000K$

Powyżej przedstawione Rysunki 4.1 - 4.8 pozwalają określić wpływ ustalonych warunków początkowych na opóźnienie zapłonu. Jak widać na Rysunkach 4.1 oraz 4.2, dwukrotne zwiększenie wartości ciśnienia powoduje obniżenie wartości opóźnienia zapłonu. Dla $P = 5\text{bar}$ uzyskano maksymalnie niespełna $4,5\mu\text{s}$ dla $\phi = 0,75$. Najniższa wartość to niespełna $2,5\mu\text{s}$ dla $\phi = 1,5$. Dla $P = 10\text{bar}$ uzyskano maksymalnie nieco ponad $2,5\mu\text{s}$ dla $\phi = 0,75$. Najniższa wartość to niespełna $0,75\mu\text{s}$ dla $\phi = 1,5$ (pominięto wynik dla $\phi = 1,75$, ponieważ nie uwzględniono tej wartości przez pomyłkę dla $P = 5\text{bar}$).

Na Rysunkach 4.3 oraz 4.4 również widać, że opóźnienie maleje znacząco przy dwukrotnym podwyższeniu temperatury. Maksymalnie, dla najniższych ciśnień uzyskano opóźnienia z zakresu od około $150\mu\text{s}$ do $300\mu\text{s}$, podczas gdy dla $T = 5000K$ było to około $2\mu\text{s}$ w całym zakresie ϕ .

Podobnie jest w przypadku etanu. Kształty krzywych są inne, różnią się od tych dla wodoru, ale tendencja jest taka sama. Zwiększenie ciśnienia początkowego oraz temperatury początkowej powoduje znaczące obniżenie opóźnienia zapłonu.

5 Wnioski i komentarze końcowe

Ze względu na styczność z obliczeniami w chmurze po raz pierwszy, dla własnych celów edukacyjnych, przeprowadzono te same obliczenia wykorzystując program *PyCharm*. W obu przypadkach uzyskano oczywiście te same wykresy.

Celem tego ćwiczenia oprócz samej analizy omawianego zagadnienia było zapoznanie i przeświadczenie korzystania z urządzeń umożliwiających obliczenia w chmurze. Wykorzystując dość proste kody w języku *Python* przećwiczono obliczenia dla ośmiu przypadków. Dzięki temu zapoznano się z procedurą przeprowadzania tego typu obliczeń oraz możliwościami, jakie oferują.

6 Bibliografia

1. <https://github.com/WeronikaDziaduch/MKWS>