

Sprawozdanie

Problem pięciu filozofów

Autor: Adrian Żerebiec

Wstęp

Jako pracę domową do zrealizowania miałem następujące zadanie: „zaprojektuj algorytm jednoczesnej alokacji współdzielonych zasobów (widelce) przez konkurujące procesy (filozofowie), tak aby uniknąć zakleszczenia i zagłodzenia”. W ramach tego problemu wykonałem każdy z 6 wariantów, czyli: rozwiązanie naiwne, rozwiązanie z możliwością zagłodzenia, rozwiązanie asymetryczne, rozwiązanie stochastyczne, rozwiązanie z arbitrem oraz rozwiązanie z jadalnią.

Informacje początkowe

Do rozwiązywania problemów wykorzystałem język Java, dokładniej wersji 19 oraz język Python, w którym tworzyłem wszystkie wykresy. Do realizacji zadań skorzystałem z semaforów. Wszystkie wyniki zapisywałem do plików o tytułach wynikiX.txt gdzie X oznacza numer wariantu podany w treści polecenia. Pliki te znajdują się w katalogu Symulacja zawartym w katalogu głównym nazwanym „Project”.

Kompilacja

Program najłatwiej skompilować za pomocą komendy (trzeba być wtedy w katalogu Project):

```
./gradlew.bat run lub gradlew.bat run
```

Uruchamia to wszystkie symulacje, dla każdego zadania. Można także osobno skompilować każdą z klas. W tym celu najpierw musimy w katalogu z klasą np. Zadanie3 użyć komendy:

```
javac Zadanie3.java
```

Następnie należy z pomocą komendy cd udać się do katalogu java i tam użyć:

```
java agh.tw. Zadanie3.Zadanie3
```

W razie potrzeby można także zmienić ścieżki bezpośrednio w kodzie, jednakże wyżej opisane metody powinny wystarczyć. Dodatkowo warto używać programu IntelliJ IDEA 2023.1, gdyż bardzo on ułatwia kompilację projektu.

Aby skompilować i stworzyć wykresy, powinno wystarczyć użycie komendy w katalogu z plikiem main.py:

```
py main.py
```

Struktura projektu

Rozwiązania do poszczególnych wariantów znajdują się w pakiecie agh.tw. Znajdują się tam dodatkowe katalogi dla poszczególnych zadań. Każde rozwiązanie zostało napisane w pojedynczym pliku, w którym znajduje się klasa główna nazwana ZadanieX, gdzie X to numer wariantu. Dodatkowo w każdym przypadku użyto dodatkowych klas, lecz już niepublicznych: Widelec oraz Filozof z odpowiednimi numerami zadania. Osobno stworzyłem także klasę Main, która odpowiada za uruchomienie symulacji każdego z zadań, jednakże można uruchomić każde zadanie osobno w klasach.

Symulacja

W ramach symulacji odpalamy każde z zadań, poza zadaniem 1, bo ono zawsze prowadzi do zakleszczenia. Symulacje wykonujemy dla czterech różnych N a dokładniej dla 5,10,15 oraz 100. Każde wykonanie dla jednego N wynosi dokładnie 20 sekund (tak, aby czas liczenia nie był za długi, a jednocześnie dało się wyciągnąć jakieś wnioski).

Pomiar czasu odbywa się od momentu wejścia do funkcji jedz() do chwili, w której filozof jest gotowy do konsumpcji, czyli ma obydwie widelce.

Warto wspomnieć, iż przyjąłem, że jedzenie jak i myślenie trwają tyle samo, czyli 1000 ms. Co więcej, założyłem, że np. w momencie, gdy filozof skończy myśleć, to musi następnie zjeść. Powoduje to, że sprawdza on w pętli co 10 ms, czy możliwe jest teraz jedzenie, czyli czy ma 2 widelce. Dopiero jak skończy jeść, może ponownie myśleć i tak w kółko.

Wyniki zebrałem dla każdego filozofa, w każdym wariancie. Dzięki temu możemy zobaczyć, jak wpływa na rezultaty liczba filozofów. Dodatkowo łatwo policzyć średnią ogólną dla każdego N, aby zobaczyć który wariant radzi sobie najlepiej.

Wyniki Symulacji

Jak wcześniej wspominałem, nie przeprowadzałem symulacji dla zadania 1, gdyż ono zawsze prowadzi do zakleszczenia.

Wyniki symulacji za każdym razem wychodzą nieco inaczej, gdyż mamy filozofowie konkurują o widelce, do tego dochodzą nam różne opóźnienia systemowe, a także różnice w planowaniu czasu procesora. Z tego powodu będę zamieszczał uzyskane i wykorzystane w tym sprawozdaniu wyniki.

Z racji, iż, wyników jest bardzo dużo, nie będę zamieszczał ich w całości. Pokażę czasy uzyskane dla $N=5$ oraz $N=10$. Wszystkie otrzymane wyniki uwzględnię jednak na wykresach oraz podczas wyliczeń odpowiednich średnich.

Zadanie 2.

Treść zadania:

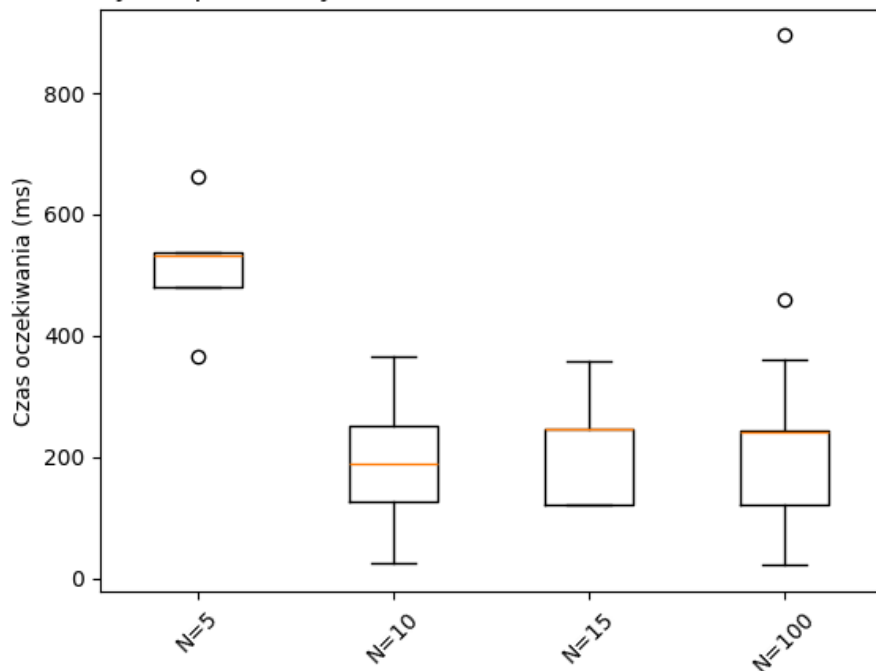
„Rozwiązanie z możliwością zagłodzenia. Każdy filozof sprawdza, czy oba sąsiednie widelce są wolne i dopiero wtedy zajmuje je jednocześnie. Rozwiązanie to jest wolne od blokady, jednak w przypadku, gdy zawsze któryś z sąsiadów będzie zajęty jedzeniem, nastąpi zagłodzenie, gdyż oba widelce nigdy nie będą wolne.”

Uzyskane średnie czasy oczekiwania:

```
Wyniki dla 5 filozofow:  
Filozof 0 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 662.125 ms  
Filozof 1 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 479.333333333333 ms  
Filozof 2 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 536.625 ms  
Filozof 3 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 365.333333333333 ms  
Filozof 4 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 532.875 ms  
Wyniki dla 10 filozofow:  
Filozof 0 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 125.1 ms  
Filozof 1 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 251.555555555555 ms  
Filozof 2 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 126.7 ms  
Filozof 3 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 249.555555555555 ms  
Filozof 4 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 127.0 ms  
Filozof 5 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 24.8 ms  
Filozof 6 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 365.0 ms  
Filozof 7 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 251.777777777777 ms  
Filozof 8 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 127.7 ms  
Filozof 9 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 248.777777777777 ms
```

Jak widzimy, uzyskane przez nas czasy są stosunkowo małe. W oczy rzuca się jedynie czas 24.8 ms. Jest on bardzo mały, co pokazuje, iż ten filozof bardzo szybko miał dostęp do widelców.

Wykres pudełkowy czasu oczekiwania filozofów dla zadania 2



Z powyższego wykresu, łatwo zauważyć, że dla $N=5$ mamy do czynienia z wartościami odbiegającymi od reszty. Wartości te są odchylone o ponad 100 ms w stosunku do reszty. Mamy tutaj do czynienia z lekkim głóдением, gdyż jeden z filozofów czekał, a drugi miał dostęp bardzo szybko, jednak nie zdarzyła się sytuacja, aby ktoś musiał zawsze czekać. Mediana znajduje się natomiast bardzo blisko górnego kwartyla.

Dla $N=10$ natomiast uzyskane czasy są bardzo równo rozłożone. Nie mamy w tym przypadku do czynienia z wynikami znacznie odbiegającymi do reszty. Nasza mediana znajduje się na samym środku pudełka.

Dla $N=15$ sytuacja jest bardzo podobna. Nie występują dane odbiegające zbytnio do reszty. Mediana znajduje się w górnym kwartylu, co sugeruje nam, że sporo wyników uzyskanych jest zdecydowanie większych.

Dla największego N , co nie powinno dziwić, uzyskaliśmy jeden wynik bardzo odbiegający od reszty i jeden tylko nieco odbiegający. Są to filozofowie, którzy musieli bardzo długo czekać na możliwość jedzenia. Możemy to zinterpretować jako pokaz zagłodzenia. Trudno, aby zdarzyło się całkowite zagłodzenie, jednak już takie jak tutaj jest możliwe.

Jak widzimy, zwiększenie liczby filozofów zmniejszyło nam nieco czasy ich oczekiwania. Jednakże dopiero po zwiększeniu pojawił nam się filozof, który ewidentnie musiał bardzo długo czekać na jedzenie. Co ciekawe, jednak mimo to średnia nie będzie bardzo odbiegać, gdyż mimo że jeden był głodny przez większość czasu, to w zamian inny miał bardzo szybko dostęp.

Zadanie 3.

Treść zadania:

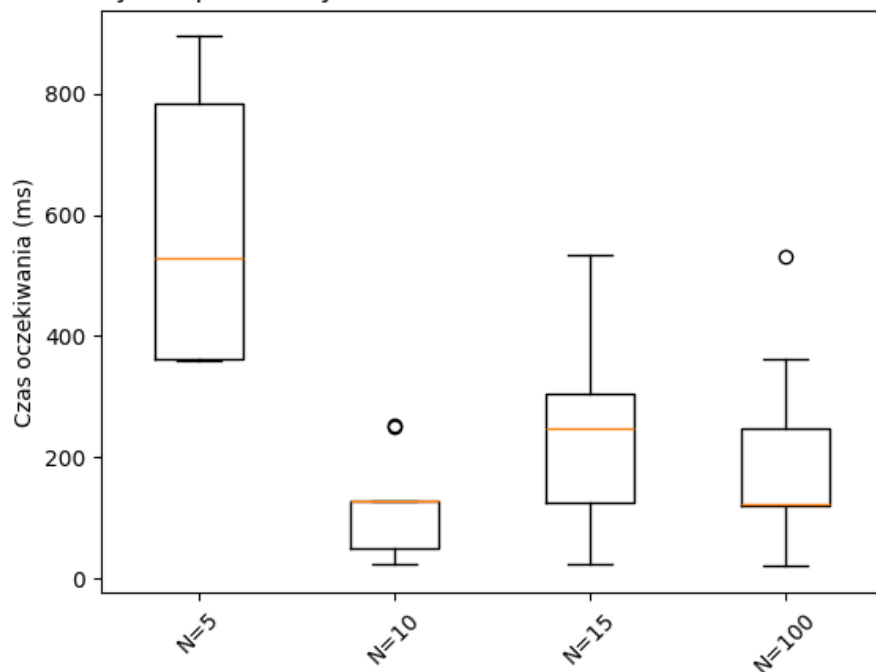
„Rozwiązanie asymetryczne. Filozofowie są ponumerowani. Filozof z parzystym numerem najpierw podnosi prawy widelec, filozof z nieparzystym numerem najpierw podnosi lewy widelec.”

Uzyskane średnie czasy oczekiwania:

```
Wyniki dla 5 filozofow:  
Filozof 0 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 894.8571428571429 ms  
Filozof 1 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 784.625 ms  
Filozof 2 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 360.44444444444446 ms  
Filozof 3 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 529.375 ms  
Filozof 4 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 360.8888888888889 ms  
Wyniki dla 10 filozofow:  
Filozof 0 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 127.0 ms  
Filozof 1 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 24.5 ms  
Filozof 2 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 127.4 ms  
Filozof 3 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 24.6 ms  
Filozof 4 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 127.2 ms  
Filozof 5 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 24.6 ms  
Filozof 6 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 127.0 ms  
Filozof 7 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 250.0 ms  
Filozof 8 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 125.5 ms  
Filozof 9 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 251.77777777777777 ms
```

Na pierwszy rzut oka, widać, że czasy dla N=5 bardzo nam się zwiększyły. Jednak dla N=10 wydają się one bardzo małe. Może to wynikać z ułożenia i rozplanowania czasu procesora, a także opóźnień systemowych.

Wykres pudełkowy czasu oczekiwania filozofów dla zadania 3



Na wykresie powyżej bardzo mocno w oczy rzucają się czasy uzyskane dla $N=5$. Pudełko jest bardzo duże. Są to zdecydowanie odbiegające od innych czasy, gdyż jak widać dla większych N , sytuacja jest bardziej stabilna i czasy są lepsze.

Dla $N=10$ występują bardzo małe czasy. Mediana to prawie nasz górny kwarty. Do tego mamy do czynienia wyjątkami, które bardzo odbiegają. Są to dwa czasy wynoszące około 250 ms.

W przypadku 15 filozofów wyniki są nieco lepiej rozłożone. Nie mamy rezultatów odbiegających znacznie od reszty. Mediana znajduje się nieco ponad połową pudełka. Czasy są nieco rozproszone, co widać po długości „wąsów”, jednak wszystkie mieszczą się w takim zakresie, że nie występuje żadna wartość odbiegająca.

Dla $N=100$ występuje jedna wartość odbiegająca. Ogólnie rzecz biorąc czasy uzyskane dla tak dużego N są bardzo podobne dla tych uzyskanych dla $N=15$. Jedyne pudełko jest nieco mniejsze, co powoduje pojawianie się punktu odstającego. Mediana znajduje się w dolnym kwartylu, co sugeruje nam, że mamy bardzo dużo małych wyników.

Zadanie 4.

Treść zadania:

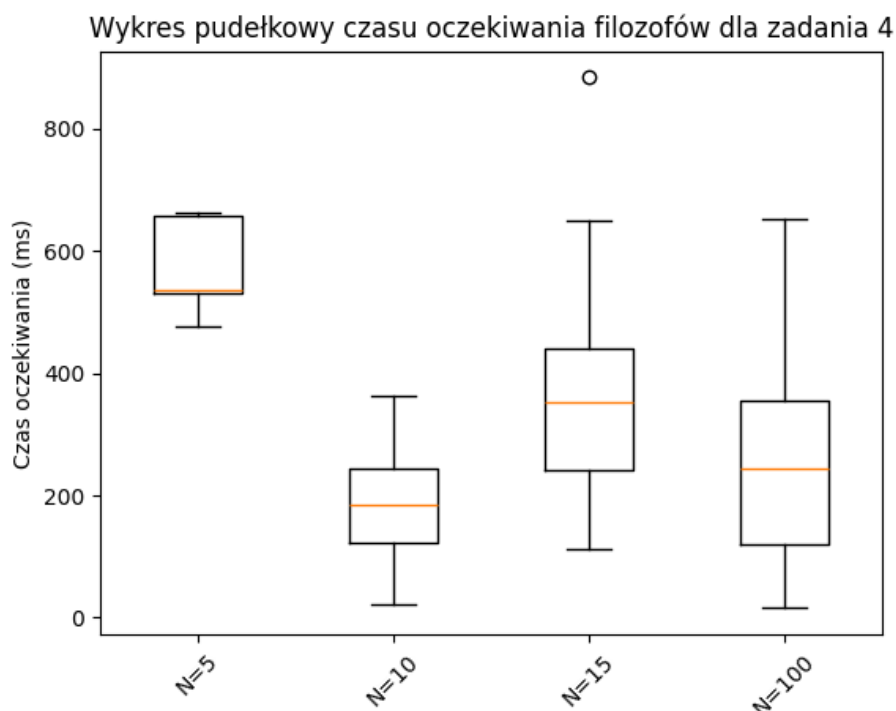
„Rozwiązanie stochastyczne. Każdy filozof rzuca monetą tuż przed podniesieniem widelców i w ten sposób decyduje, który najpierw podnieść - lewy czy prawy.”

Rozwiązanie to, może spowodować zakleszczenie, jednak jest to bardzo rzadka sytuacja.

Uzyskane średnie czasy oczekiwania:

```
Wyniki dla 5 filozofow:  
Filozof 0 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 529.75 ms  
Filozof 1 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 657.375 ms  
Filozof 2 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 476.222222222223 ms  
Filozof 3 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 534.625 ms  
Filozof 4 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 662.375 ms  
Wyniki dla 10 filozofow:  
Filozof 0 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 121.3 ms  
Filozof 1 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 244.3333333333334 ms  
Filozof 2 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 121.0 ms  
Filozof 3 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 245.1111111111111 ms  
Filozof 4 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 123.9 ms  
Filozof 5 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 22.0 ms  
Filozof 6 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 362.222222222223 ms  
Filozof 7 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 247.6666666666666 ms  
Filozof 8 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 124.5 ms  
Filozof 9 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 243.1111111111111 ms
```

Wyniki ukazane powyżej są bardzo podobne do ostatnich. Widzimy na pewno, że czasy uzyskane dla $N=5$ są nieco lepsze, więc raczej nie wystąpiły żadne dziwne anomalie.



Z racji, iż mieliśmy tutaj do czynienia z sytuacją, w której każdy filozof losował kolejność podnoszenia, mogło dojść do zakleszczenia. W przypadku tej symulacji jednak do tego nie doszło. Z czasem bardzo odstającym, mamy do czynienia tylko dla $N=15$. W pozostałych przypadkach nie widzimy takich wartości.

Dla $N=5$ mediana znajduje się mniej więcej tam, gdzie dolny kwartył. Warto zauważyć, że dane są skupione bardzo blisko siebie i żaden czas nie odbiega bardzo od reszty.

W pozostałych przypadkach mamy bardzo podobne wyniki. Mediany znajdują się mniej więcej na środku pudełek. Dla $N=10$ oraz $N=100$ nie występują czasy odbiegające bardzo od reszty. Widać jedynie, że dla $N=100$ mamy o wiele bardziej różnorodne wyniki, co wynika z tego, że odbyło się dużo więcej losowań, więc więcej razy ktoś mógł natrafić na moment, że nie może jeść.

Zadanie 5.

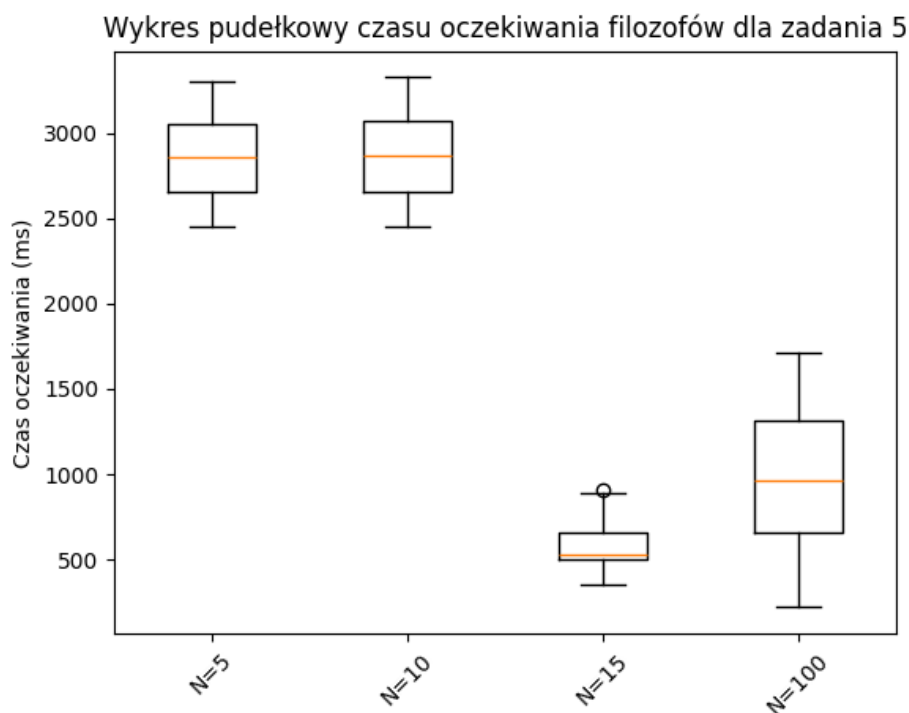
Treść zadania:

„Rozwiązanie z arbitrem. Zewnętrzny arbiter (lokaj, kelner) pilnuje, aby jednocześnie co najwyżej czterech (w ogólnym przypadku $N-1$) filozofów konkurowało o widelce. Każdy podnosi najpierw lewy a potem prawy widelec. Jeśli naraz wszyscy filozofowie będą chcieli jeść, arbiter powstrzymuje jednego z nich aż do czasu, gdy któryś z filozofów skończy jeść.”

Uzyskane średnie czasy oczekiwania:

```
Wyniki dla 5 filozofow:  
Filozof 0 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 3050.75 ms  
Filozof 1 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 2859.6 ms  
Filozof 2 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 2654.6 ms  
Filozof 3 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 2449.6 ms  
Filozof 4 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 3304.25 ms  
Wyniki dla 10 filozofow:  
Filozof 0 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 3070.5 ms  
Filozof 1 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 2860.0 ms  
Filozof 2 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 2654.2 ms  
Filozof 3 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 2451.4 ms  
Filozof 4 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 3306.5 ms  
Filozof 5 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 3055.0 ms  
Filozof 6 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 2867.0 ms  
Filozof 7 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 2663.6 ms  
Filozof 8 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 2463.4 ms  
Filozof 9 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 3325.75 ms
```

W tym przypadku widać, że uzyskane czasy są zdecydowanie większe niż pozostałe. Wynika to, z wpływu arbitra, na którego pozwolenie muszą czekać filozofowie.



Jak widać, na powyższym wykresie dla N=5 oraz N=10 osiągnęliśmy najniższe wyniki. Wynoszą one około 2500-3000 ms. Są one do siebie bardzo podobne, mediany występują na środku pudełek.

Dla N=15 uzyskaliśmy natomiast bardzo małe w porównaniu do innych wyniki. Jednak warto zauważyć, że jeden z wyników odbiega bardziej od reszty. Mediana znajduje się w tym przypadku bardzo blisko dolnego kwartyla.

Dla N=100 czasy są bardzo równo rozłożone w danym zakresie. Nie występują punkty bardzo oddalone od reszty.

Warto zważyć, że wpływa arbitra jest niebagatelny i niepodważalny. W porównaniu do poprzednich rozwiązań, uzyskane czasy bardzo się pogorszyły ze względu na jego obecność.

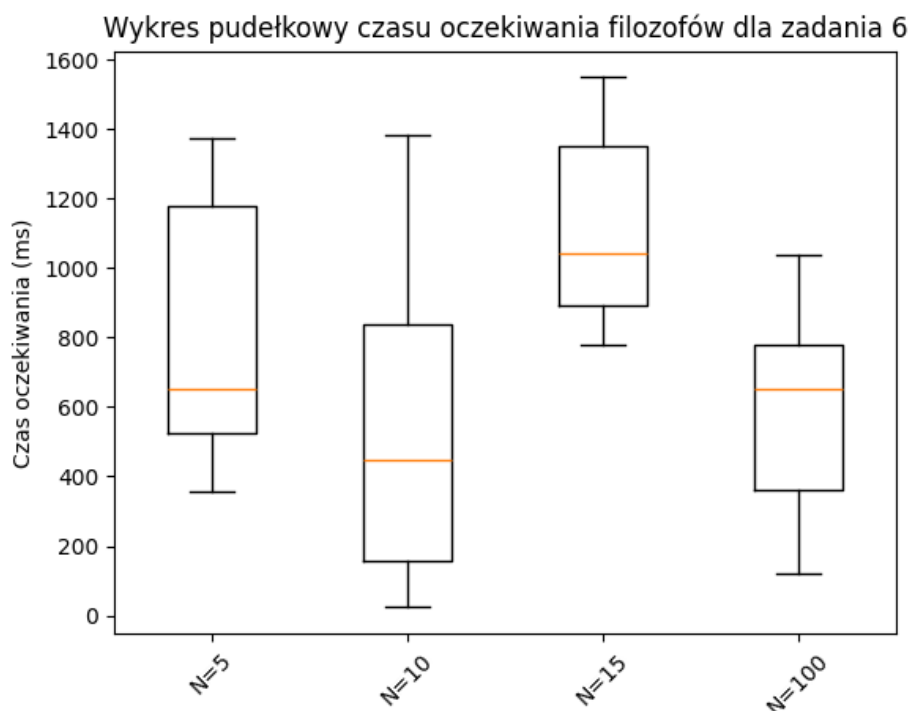
Zadanie 6.

Treść zadania:

„Rozwiązanie z jadalnią. Rozwiązanie jest modyfikacją wersji z arbitrem. Filozof, który nie zmieści się w jadalni (czyli arbiter nie pozwolił mu jeść) je „na korytarzu” podnosząc jednorazowo widelce w odwrotnej kolejności (do reszty filozofów w jadalni).”

Uzyskane średnie czasy oczekiwania:

```
Wyniki dla 5 filozofów:  
Filozof 0 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 653.125 ms  
Filozof 1 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 524.125 ms  
Filozof 2 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 356.7777777777777 ms  
Filozof 3 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 1177.857142857143 ms  
Filozof 4 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 1372.5 ms  
Wyniki dla 10 filozofów:  
Filozof 0 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 250.66666666666666 ms  
Filozof 1 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 125.8 ms  
Filozof 2 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 23.4 ms  
Filozof 3 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 125.6 ms  
Filozof 4 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 1381.3333333333333 ms  
Filozof 5 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 1045.857142857143 ms  
Filozof 6 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 899.0 ms  
Filozof 7 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 662.875 ms  
Filozof 8 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 534.5 ms  
Filozof 9 sredni czas oczekiwania na dostep do widelcow: 363.3333333333333 ms
```



W tym przypadku, uzyskaliśmy już lepsze wyniki niż dla rozwiązania 5. Dzieje się tak, iż teraz nawet jak ktoś nie zostanie wpuszczony do jadalni, to jednak nadal może jeść na korytarzu.

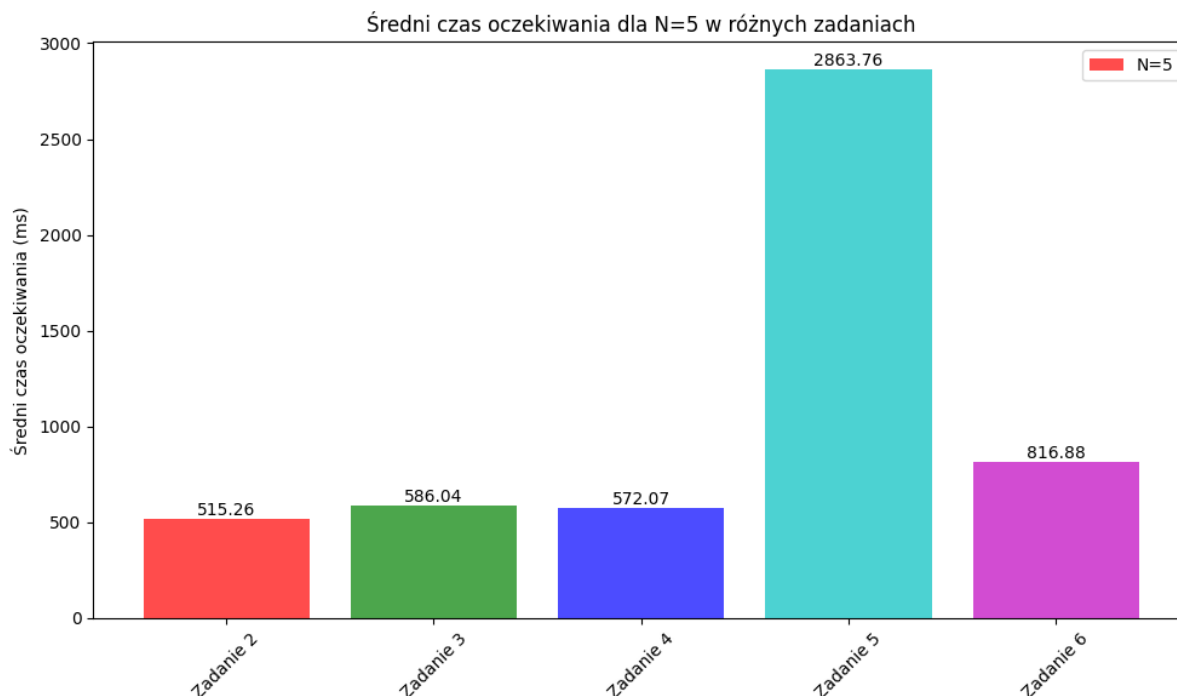
Widać, że nie występują wartości odbiegające, ale pudełka są dość spore. Czasy uzyskane są bardzo zróżnicowane. Jednak wydaje się, że zwiększenie liczby filozofów, zmniejsza nieco czasy oczekiwania.

Dla $N=10$ uzyskane czasy są najbardziej rozproszone. Mamy wyniki w okolicy 1400 ms a także takie poniżej 100 ms. Pokazuje to tylko, jak dużo zależy od tego jak ułożą się procesy w systemie. Z dużą dozą prawdopodobieństwa, w przypadku ponownego testu, wyniki mogłyby się zmienić diametralnie w przypadku każdego z rozwiązań.

Porównanie średnich czasów

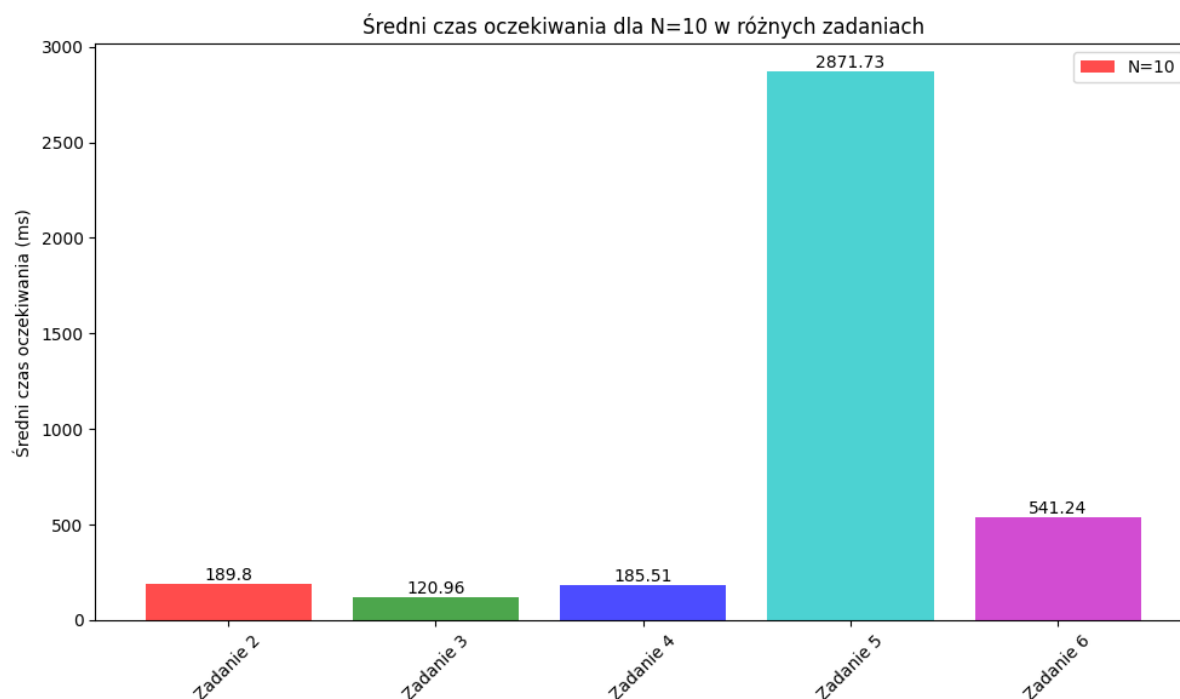
Dodatkowo poza poprzednimi wykresami postanowiłem stworzyć wykresy, które porównają nam średnie czasy dla każdego z zadań w zależności od N . W ten sposób będziemy mogli stwierdzić, które rozwiązanie problemu jest najbardziej efektywne w przypadku moich kodów oraz zasobów obliczeniowych.

Średnie czasy dla $N=5$



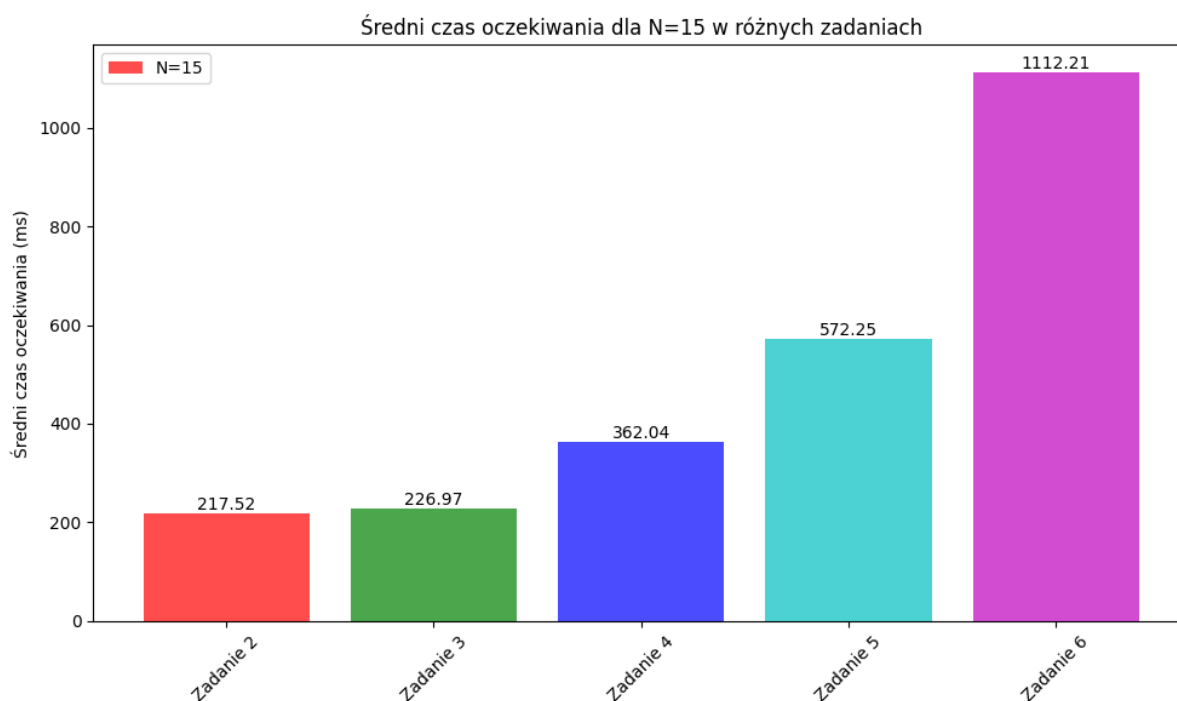
Jak widać w przypadku N=5, czasy dla zadań 2-4 są bardzo do siebie podobne. Również zadanie 6 ma czas bardzo podobny, co prawda troszkę większy, ale nadal poniżej 1000 ms. Najgorzej wypada w tym przypadku rozwiązanie z arbitrem, którego czas jest kilka razy gorszy od pozostałych. Nie widać także, aby w zadaniach z możliwością zagłódnienia czasy bardzo się pogorszyły.

Średnie czasy dla N=10:



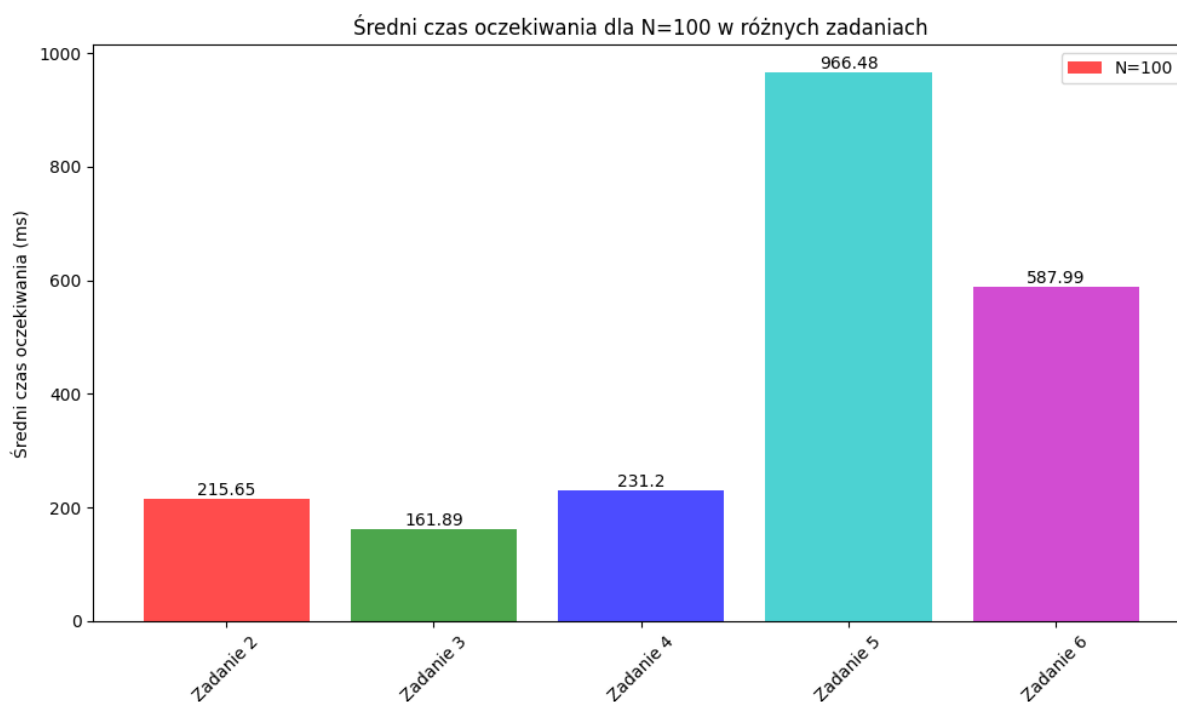
Sytuacja przedstawiona na wykresie jest analogiczna jak poprzednio. Widać znaczną poprawę w zadaniach 2,3,4,6. Jednie w rozwiązaniu 5 wyniki się nie polepszył, co ciekawe nawet delikatnie się pogorszył.

Średnie czasy dla N=15:



W tym przypadku widzimy, że dla rozwiązania 4 czas jest słabszy niż dla 2 oraz 3. Wcześniej czasy były bardzo porównywalne. Dodatkowo czas w zadaniu 5 bardzo się zmniejszył. Co więcej, dla tych konkretnych wyników, zadanie 6 jest wolniejsze niż zadanie 5, a na logikę przecież tak nie powinno być. Jednak warto odnotować, że czas w zadaniu 6 wzrósł dwukrotnie.

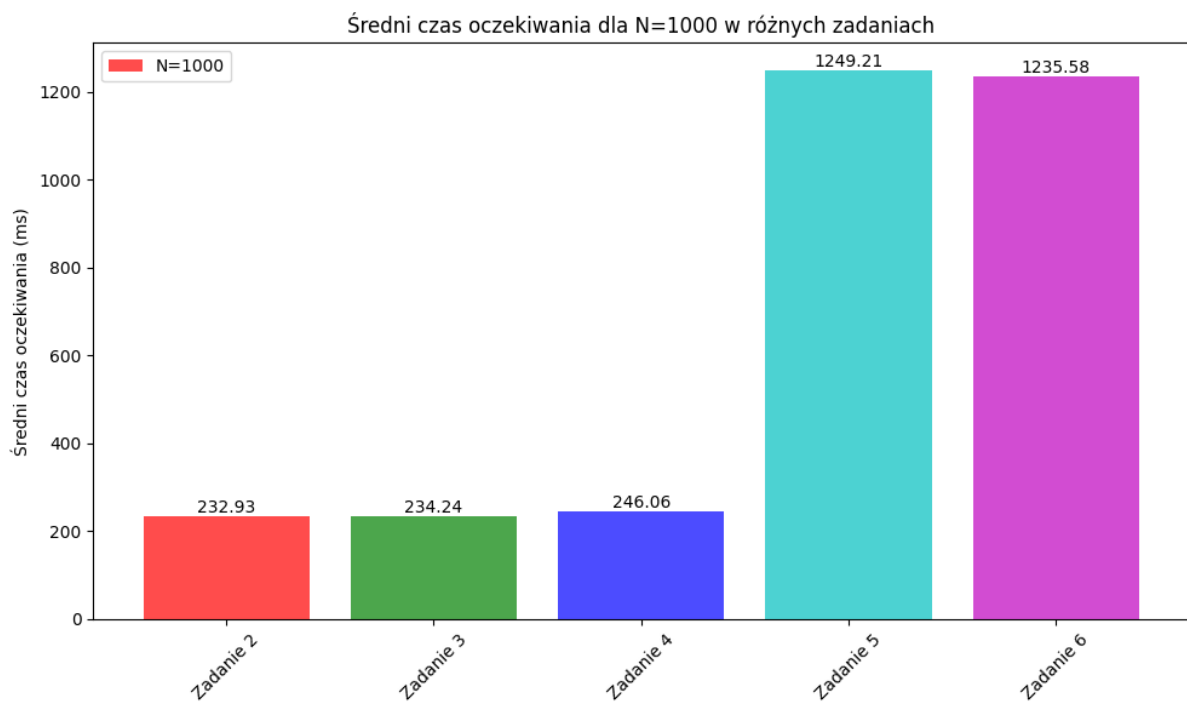
Średnie czasy dla N=100:

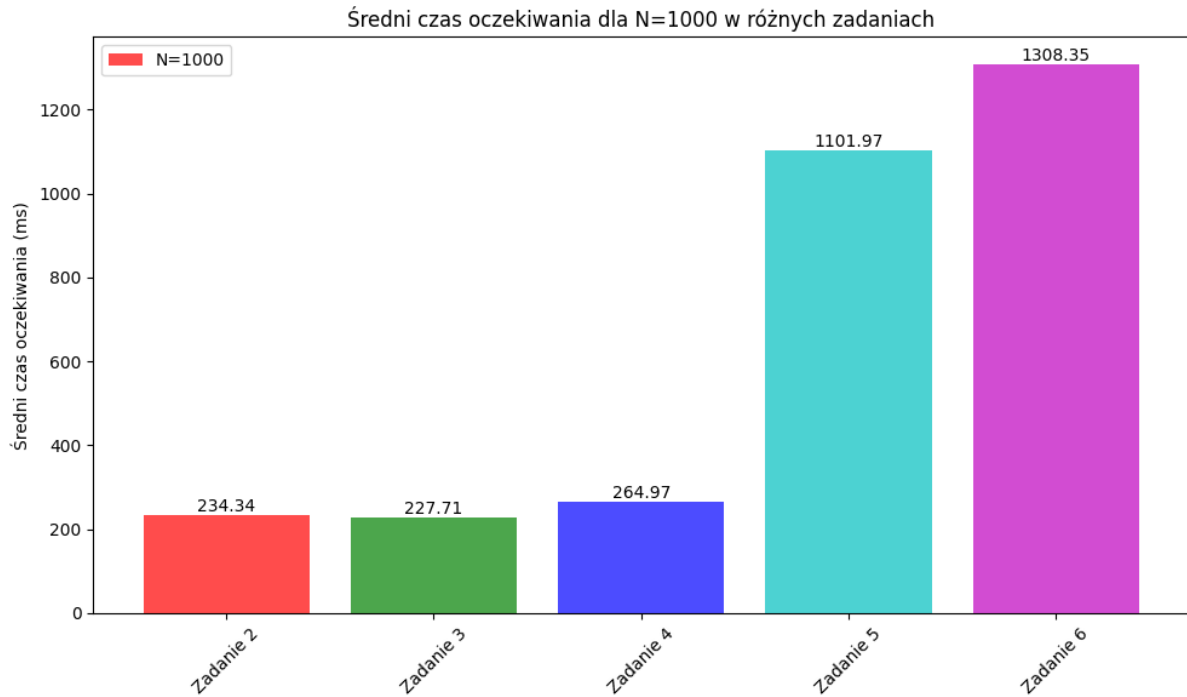


Dla $N=100$ mamy do czynienia z najbardziej reprezentatywną grupą. Filozofów było bardzo dużo, więcej czasu powinny się rozłożyć w miarę poprawnie. Wydaje się, że jak wcześniej widzieliśmy najgorzej radzi sobie rozwiązanie 5. Nieco lepiej radzi sobie rozwiązanie z jadalną, gdyż czas tutaj jest o mniej więcej 400 ms lepszy. Widzimy też, że spośród zadań, które nie wykorzystają arbitra, najlepsze wyniki uzyskuje rozwiązanie asymetryczne.

Średnie czasy dla $N=1000$:

Z ciekawości postanowiłem także, sprawdzić jak będą wyglądać średnie czasy dla bardzo dużej liczby filozofów. W tym celu zmodyfikowałem lekko kod, jednak w przestany projekcie jest wersja bez tych zmian, czyli wyniki tylko dla $N = \{5, 10, 15, 100\}$ dla wszystkich 5 wariantów. Polegało to tylko na zmianie wewnątrz pętli w głównych funkcjach, a także zmianie w `main.py` podczas rysowania wykresów.





Jak widać, dla bardzo dużej liczby filozofów, wyniki są bardzo podobne dla tych osiągniętych dla N=100. Wyraźnie rzuca się tylko w oczy bardzo duże pogorszenie czasu dla rozwiązania z jadalnią, jednak może to także wynikać po prostu z dużego szczęścia w tamtej symulacji. W kolejnej wyniki były 2 razy słabsze. Warto jednak zauważyć, że zadania 2-4 niemal za każdym razem mają bardzo zbliżone wyniki. Odnotować można także, że zadanie 5 swoje wyniki ma w okolicach 1000 ms.

Wnioski

Na podstawie symulacji można stwierdzić, że najlepiej radzi sobie przypadek 3, czyli ten dla rozwiązania asymetrycznego. Jednak, rozwiązanie 2 nie jest dużo gorsze. Można nawet powiedzieć, że jest na tym samym poziomie. Nieco słabiej radzi sobie zadanie 4. Jego czasy nadal są bardzo dobre, jednak istnieje niebezpieczeństwo, że może wystąpić zakleszczenie. Stanie się tak, jeśli wszyscy filozofowie wylosują np. że mają zacząć od lewego widelca. Wtedy mamy do czynienia z przypadkiem 1, który zawsze prowadzi do zakleszczania.

Warto odnotować, że wprowadzenie arbitra w zadaniach 5 oraz 6 jest kosztowne czasowo. Filozofowie muszą dodatkowo czekać na jego pozwolenie, co powoduje zwiększenie średniego czasu oczekiwania. Nawet zezwolenie na jedzenie na korytarzu, w przypadku zadania 6 niewiele pomogło, gdyż nadal arbiter stanowi ważną część zadania.

Ważnym czynnikiem podczas symulacji jest to, że nie do końca mamy na nią wpływ. Co prawda możemy ustawić sobie N oraz czas, jednak nie jesteśmy w stanie kontrolować tego jak ułożą się procesy w systemie. Powoduje to, że każda symulacja jest inna i bardzo trudno potwierdzić lub obalić pewne rzeczy. Bezsprzecznie jednak, dodanie arbitra obniża czas, a zadania 2-4 czasowo są do siebie zbliżone, o ile oczywiście nie wystąpi zakleszczanie w zadaniu 3.

Podczas symulacji, nie zauważyłem sytuacji, gdzie przypadki z możliwością zagłodzenia miały gorszy tudzież lepszy czas. Według mnie, dzieje się tak gdyż nawet jeśli jeden z filozofów będzie miał bardzo rzadko dostęp do widelców, to w zamian jakiś inny będzie miał go bardzo często. Wtedy średnia tak naprawdę nie powinna bardzo się różnić, dlatego nie obserwujemy dużych odchyleń z tym związanych.