

Link do repozytorium projektu: <https://github.com/diadon2/Projekt-Systemy>

Uruchamianie: wszystkie programy są włączane osobno, ale rozpoczynają pracę dopiero po włączeniu wszystkich 4 programów. Zamykanie przez sygnał 4 od kierownika.

1. Założenia projektu (zgodność z tematem)

Piekarnia produkuje 12 produktów - każdy ma swoją cenę wylosowaną przez program kasjera.

Program piekarza co czas podany przez użytkownika prowadzi wypiekanie - losuje produkty, które zostaną stworzone, a następnie ich ilość i dodaje je na podajniki. Każdy podajnik zawiera wskaźnik na kolejkę FIFO produktu oraz informacje o ilości produktów oraz maksymalną ilość produktów - wylosowaną podczas inicjalizacji.

Program Kierownika zarządza symulacją czasu oraz otwieraniem/zamykaniem piekarni - 1 sekunda jest równa 1 minucie w symulacji, o 24 godzinie czas resetuje się do 0 symulując mijanie dnia.

Przychodzący klient przed wejściem sprawdza ilość klientów w piekarni oraz czeka, jeżeli osiągnięta została maksymalna ilość klientów.

Program kasjera obsługuje do 3 kas - kasa 1 jest otwierana wraz z otwarciem piekarni, a zamykana po zamknięciu piekarni, kasy 2 i 3 otwierają i zamykają się wraz z ilością klientów (na 1/3 limitu klientów przypada 1 kasa).

Klienci jak wejdą do piekarni generują listę zakupów - działanie podobne do wypiekania przez piekarza, najpierw losują produkty, a następnie ich ilość. Następnie klienci przechodzą do podajników i zbierają produkty z listy - jeżeli podajnik jest pusty, ignorują resztę produktów tego typu z listy i kontynuują zakupy, dodając produkty do koszyka.

Z koszykiem klienci udają się do kasy, gdzie kasują produkty pojedynczo i dostają paragon.

Sygnały 1 i 2 są wysyłane przez menu programu kierownika.

2. Ogólny opis projektu

Projekt jest podzielony na 4 programy:

Kierownik

Kierownik ma 2 wątki - symulacja czasu oraz zbieranie PID klientów, 1 kolejkę komunikatów - używaną do odbierania PID, 1 pamięć dzieloną - używaną do dostępu do podajników podczas inwentaryzacji oraz 2 semaforey - jeden używany do synchronizacji z innymi programami podczas zbierania PID oraz drugi do uzyskania dostępu do podajników

Zadania:

- Zarządza symulacją - rozpoczęcie innych programów zależy od kierownika oraz zakończenie programu kierownika jest zamierzonym sposobem zakończenia innych programów, zamiast kończenia ich pojedynczo.
- Zbiera PID innych programów - przed rozpoczęciem działania, program klient, piekarz oraz kasjer muszą wysłać swój PID do kierownika.
- Każdy klient wchodzący do sklepu wysyła swój PID do kierownika, który jest zbierany przez wątek od zarządzania tablicą PID klientów (dodaje nowych klientów, usuwa wychodzących klientów).
- Wysyła sygnały do innych programów za pomocą menu oraz automatycznie, wysyłane sygnały oraz ich znaczenie:
 - 1) SIGINT - koniec programu, wysyła sygnał zakończenia do wszystkich innych programów, zapewniając szybkie oraz bezpieczne zakończenie działania

2) SIGUSR1 - wysyła sygnał inwentaryzacji lub ewakuacji - w zależności od wybranej opcji, programy kasjera oraz piekarza odbierają sygnał inwentaryzacji, a procesy klientów odbierają sygnał ewakuacji

3) SIGUSR2 - wysyła sygnał otwarcia/zamknięcia piekarni, zależnie od stanu piekarni (jeżeli jest otwarta, to odbiera sygnał zamknięcia, inaczej odbiera sygnał otwarcia)

- Symuluje czas za pomocą wątku, co sekundę zwiększając licznik minut oraz kontroluje automatyczne otwieranie/zamykanie piekarni

Dodatkowe informacje

Kierownik był ostatnim napisanym programem, oraz sprawiającym najmniej problemów - jego zadania są dość odizolowane od reszty programu oraz sprowadzają się głównie do wysyłania zadań do innych programów. Przed stworzeniem kierownika większość symulacji piekarni już działała, a jego funkcje można bardziej traktować jako dodatki.

Kasjer

Kasjer ma wątek kasy, który może być uruchomiony wiele razy, 2 kolejki komunikatów - jeden do komunikacji z kierownikiem oraz drugi do komunikacji z klientami, 1 pamięć dzieloną - używany do odbierania produktu i zwracania ceny za niego oraz 2 semafony - do komunikacji z kierownikiem oraz z klientami

Zadania:

- Otwieranie/zamykanie kas
- Zbieranie komunikatów od klienta zawierające informacje o otwieraniu/zamykaniu kas
- Komunikacja z klientem - zbieranie produktu od klienta oraz zwracanie ceny tego produktu

Dodatkowe informacje

Kasjer w tej iteracji projektu ma najmniej zadań - ograniczają się one wyłącznie do zbierania sygnałów od klienta i wątków kasy. Sposób komunikacji z programem klienta był problematyczny - problem jak kasjer powinien dostawać informacje o ilości klientów i ilości czekających klientów przy każdej z 3 kas, ostatecznie jednak to program klienta przechowuje te informacje, a następnie tylko wysyła komunikat z informacją co program klient powinien zrobić - otworzyć/zamknąć kasę.

Piekarz

Piekarz ma wątek obsługi podajników, 1 kolejkę komunikatów do komunikacji z kierownikiem, 1 pamięć dzieloną do wysyłania produktów z podajników do innych programów oraz 2 semafony - jeden do synchronizacji z kierownikiem oraz drugi do zarządzania dostępem do podajników.

Zadania:

- Tworzenie produktów i dodawanie ich do podajników - produkty są trzymane w kolejce FIFO, a wskaźnik do kolejki jest trzymany w strukturze podajnika
- Zarządzanie dostępem innych programów do podajników przez wątek obsługi podajników - zbiera index produktu przez pamięć dzieloną, a zwraca produkt
- Co określony czas następuje wypiekanie - wypiekane produkty są losowane przez tworzenie tablicy indeksów, a następnie losowo zamienianie elementów tej tablicy, aż dostaniemy losową tablicę zawierającą indeksy produktów, następnie losujemy ilość produktów do wypiekania i dodajemy produkty z początkowych elementów tabeli

indeksów. Ten sam system jest używany w programie klienta do tworzenia listy zakupów.

- Mutex kontroluje dostęp do podajników, dzięki czemu wątek obsługi i wypiekanie działają bezkonfliktowo

Dodatkowe informacje

Podajniki planowo miały być w całości w pamięci dzielonej, eliminując potrzebę wątku zarządzającego dostępem do podajników, ale ta pamięć dzielona zajmowała dość dużo miejsca, więc biorąc pod uwagę ilość innych projektów działających na torusie struktura została zmieniona, aby przechowywać podajniki lokalnie i używać pamięć dzieloną tylko do przesyłania produktów.

Klient

Klient ma 1 wątek - od czyszczenia zakończonych procesów, 2 kolejki komunikatów - z kierownikiem i z kasjerem, 3 pamięci dzielone - od dostępu do podajników, od komunikacji z kasjerem oraz od przechowywania zmiennych, których wartość jest dzielona pomiędzy wszystkimi procesami klienta, 3 semaforey - od komunikacji z kierownikiem, od komunikacji z klientem oraz od komunikacji z podajnikami (semafor od komunikacji z podajnikami jest także używany aby kontrolować dostęp do współdzielonych zmiennych).

Zadania:

- Co losowy czas (przedział losowości określony przez użytkownika) tworzy procesy potomne - klientów, jeżeli pozwala na to limit procesów
- Klienci sprawdzają dostępność miejsca w piekarni przed wejściem oraz czekają na zwolnienie miejsca jeżeli osiągnięto limit
- Klienci generują listę zakupów - funkcja działa tak samo jak wypiekanie piekarza, tylko zwraca strukturę listy zakupów
- Klienci z listą zakupów zbierają produkty z podajników, odebrane produkty są wrzucone do koszyka
- Klienci stają w kolejce do kasy - wybierają najmniejszą kolejkę spośród otwartych kas, a następnie czekają na swoją turę - kiedy klient dostanie paragon, wysyła sygnał pozwalający kolejce się ruszyć
- Klienci przy kasie przekazują produkty z koszyka do kasjera i dostają ich cenę, tworząc paragon zawierający nazwę produktu, ilość zakupionego typu produktu oraz cenę tego produktu (suma wszystkich produktów tego samego typu)
- Program klienta zarządza ilością klientów w piekarni oraz wysyła sygnały do kasjera o otwieranie/zamykanie kas
-

3. Testy

Test 1 - zapełnianie piekarni klientami

Test polega na wysłaniu tylu klientów, aby wyjść poza limit piekarni, a następnie poczekać do zamknięcia. Sprawdzone zostanie w tym teście kilka funkcjonalności:

- otwieranie kas w zależności od liczby klientów działające dla wszystkich 3 kas
- działalność kolejek do osobnych kas - klienci powinni w miarę równomiernie być rozłożeni pomiędzy otwarte kasy
- sprawdzenie płynności programu w przypadku zapełnienia
- ewakuacja w przypadku ilości klientów > max oraz zakończenie programu

Rezultaty testu, obserwacje:

Do testu maksymalna ilość klientów została ustawiona na 24 i generowanie klientów co 1, a 2 sekundy oraz szybkie wypiekanie w programie piekarza - dzięki czemu klienci mają co zabrać

```
Kasjer: Odebrano komunikat od klienta: 2  
Kasa 1 działa  
Kasjer: Odebrano komunikat od klienta: 2  
Kasjer: Odebrano komunikat od klienta: 2  
Kasjer: Odebrano komunikat od klienta: 2  
Kasjer: Odebrano komunikat od klienta: 2  
Kasjer: Odebrano komunikat od klienta: 2  
Kasjer: Odebrano komunikat od klienta: 2  
Kasjer: Odebrano komunikat od klienta: 3  
Kasa 2 działa  
Kasjer: Odebrano komunikat od klienta: 3  
Kasjer: Odebrano komunikat od klienta: 3
```

Program kasjera ze względu na duży napływ klientów dostał komunikaty, aby otworzyć nowe kasy i otworzył 2 kasy - zwiększając ilość do 3 wraz z kasą początkową

```

Stan zapelnienia:
Ilosc klientow: 24          Czekajacy przy kasie 0: 7, 1: 7, 2: 6
Klient 5608 rozpoczyna dzialanie
Przestrzen adresowa zostala przyznana dla 36
Przestrzen adresowa zostala przyznana dla 37
Lista zakupow dla klienta 5608 :
2 sztuk produktu 5
3 sztuk produktu 4
3 sztuk produktu 10
2 sztuk produktu 1
1 sztuk produktu 8
Klient 5566 staje w kolejce przy kasie 2 na miejscu 6
Klient 5459 otrzymal paragon:
1 sztuk Chleb zytnei, koszt 3
2 sztuk Precel, koszt 12
1 sztuk Bagietka, koszt 3
1 sztuk Bulka kajzerka, koszt 12
Klient 5509 otrzymal paragon:
1 sztuk Obwarzanek, koszt 7
Klient: Odebrano komunikat od klienta: 5413
Klient 5587 staje w kolejce przy kasie 0 na miejscu 6
Klient: Odebrano komunikat od klienta: 5413
Klient 5424 otrzymal paragon:
1 sztuk Bagietka, koszt 3
2 sztuk Bajgiel, koszt 26
3 sztuk Bulka kajzerka, koszt 36
Klient: Odebrano komunikat od klienta: 5413
Klient: Odebrano komunikat od klienta: 5413
Klient 5573 staje w kolejce przy kasie 1 na miejscu 6
Klient: Odebrano komunikat od klienta: 5413
Klient: Odebrano komunikat od klienta: 5413
Pamiec dzielona zostala odlaczona od klienta 5459
Pamiec dzielona zostala odlaczona od klienta 5459
Stan zapelnienia:
Ilosc klientow: 24          Czekajacy przy kasie 0: 7, 1: 7, 2: 6

```

Stan zapelnienia - wyświetlający się kiedy klient wchodzi do piekarni (początek i koniec rzutu ekranu) - nie przekracza limitu klientów (w tym przypadku 24), a ilość procesów klienta jest większa od 24

Rozłożenie klientów przy kasach jest dosyć równomierne - czasami może odbiegać o 2-3 jeżeli klienci z jednej kasy przynoszą mało produktów i szybko kończą działanie

```

root@Tomek:~# ps -a | grep -c "klient.out"
43

```

dokładnie 43 - w tym jeden jest od generowania procesów, więc 42 klientów ogółem

Evakuacja w przypadku wielu klientów, nawet poza piekarnią działa prawie poprawnie - o ile klienci poprawnie są usuwani i wychodzą ze sklepu, to klienci poza piekarnią, co jeszcze nie wywołali funkcji wchodzenia wywoływali funkcję wychodzenia co nie zostało przewidziane.

Oprócz tego błędu zapelnianie piekarni nie sprawiło żadnych problemów dla programu podczas testowania - wszystkie funkcjonalności działały oraz po poprawie licznik klientów także działał poprawnie i nie wchodził na liczby ujemne.

Komunikaty odbierane przez kierownika oznaczają usunięcie PID klienta z tablicy - jak widać wiele klientów zostało usuniętych w jednym czasie, ale program dalej działa

```
1
Ewakuacja ogloszona: klienci opuszczaja sklep
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5452
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5445
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5740
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5691
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5438
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5573
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5431
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5473

Zegarek: 07:35          Godzina otwarcia: 6, Godzina zamknięcia: 8
Sygnały:
1. Ewakuacja
2. Inwentaryzację
3. Aktualizuj zegarek
4. Koniec
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5733
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5649
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5698
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5622
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5559
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5712
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5792
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5580
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5677
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5806
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5757
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5587
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5726
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5785
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5516
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5764
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5523
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -5799
```

Zamknięcie piekarni wyglądało tak samo, tylko niektórzy klienci nadal zostali przy kasie i potrzebowali dodatkowych kilku minut, aby zostać obsłużeni

Zakończenie programu wyglądało tak samo jak z mniejszą ilością klientów - wszystkie struktury zostały usunięte oraz programy zakończone.

Test 2 - poprawność działania kolejki do kasy

Test polega na ustawieniu limitu klientów dość wysoko, aby nie została otwarta dodatkowa kasa, ale wysyłając dość dużo klientów, aby stworzona została kolejka do kasy, a następnie sprawdzenie kolejności w jakiej klienci są obsłużeni przez kasę.

```
Klient 6936 staje w kolejce przy kasie 0 na miejscu 1
Klient 6950 staje w kolejce przy kasie 0 na miejscu 2
Klient 6964 staje w kolejce przy kasie 0 na miejscu 3
Stan zapelnienia:
Ilosc klientow: 13          Czekaacy przy kasie 0: 4, 1: 0, 2: 0
```

Po kilku minutach klienci zaczęli stawać w kolejce, teraz należy poczekać aż przyjdzie ich kolej, aby sprawdzić kolejność - powinni dostać paragon w tej samej kolejności jak wchodzili do kolejki

```
Klient 6943 otrzymał paragon:  
2 sztuk Chleb pszenny, koszt 14  
3 sztuk Croissant, koszt 12  
3 sztuk Chleb wieloziarnisty, koszt 33  
Klient 6936 otrzymał paragon:  
2 sztuk Obwarzanek, koszt 26  
2 sztuk Precel, koszt 22  
3 sztuk Bajgiel, koszt 18
```

Klient na miejscu 0 skończył kasować produkt i zgodnie z kolejnością 6936 był następny

```
Klient 6957 staje w kolejce przy kasie 0 na miejscu 2  
Klient 6978 staje w kolejce przy kasie 0 na miejscu 3
```

```
Klient 6950 otrzymał paragon:  
1 sztuk Obwarzanek, koszt 13  
3 sztuk Croissant, koszt 12  
3 sztuk Bagietka, koszt 33
```

```
Klient 6964 otrzymał paragon:  
3 sztuk Bagietka, koszt 33  
3 sztuk Bułka kajzerka, koszt 36
```

Kolejka zaczynała się już wypełniać w tym momencie, dochodząc do wyższych miejsc, ale kolejność nadal pozostawała niezmienną. Z tego testu wynika, że kolejka do kasy działa poprawnie.

Test 3 - otwieranie/zamykanie piekarni

Test ten polega na pozostawieniu programu przez dłuższy czas, aby przeszedł przynajmniej przez cały cykl dnia - aby piekarnia została otworzona, zamknięta, a następnie znowu otworzona i sprawdzenie czy sprawia to jakiegokolwiek problemy

Ilość sprzedanych Croissant: 0
Kasjer: Odebrano komunikat od klienta: -1
Kasa 0 zamknięta
Sygnał 12 - otwieranie
Kasa 0 działa
Sygnał 10 - inwentaryzacja po zamknięciu
Sygnał 12 - zamykanie
Inwentaryzacja:

Dodano produkt na podajnik 11
Dodano produkt na podajnik 11
Brak miejsca na podajniku 11, produkt nie zostanie dodany.
Dodano produkt na podajnik 7
Sygnał 12 - zamykanie
Ilość wyprodukowanych Chleb pszenny: 32
Ilość wyprodukowanych Chleb żytni: 40
Ilość wyprodukowanych Chleb razowy: 38
Ilość wyprodukowanych Chleb wieloziarnisty: 30
Ilość wyprodukowanych Bulka kajzerka: 39
Ilość wyprodukowanych Bulka grahamka: 39
Ilość wyprodukowanych Bulka zwykła: 36
Ilość wyprodukowanych Bagietka: 39
Ilość wyprodukowanych Obwarzanek: 33
Ilość wyprodukowanych Precel: 34
Ilość wyprodukowanych Bajgiel: 37
Ilość wyprodukowanych Croissant: 41

Sygnał 12 - otwieranie
Dodano produkt na podajnik 11
Dodano produkt na podajnik 11
Dodano produkt na podajnik 11
Dodano produkt na podajnik 8


```
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -9476
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -9483
Zamykanie
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -9504
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -9490
Inwentaryzacja:
Ilosc Chleb pszenny w podajnikach: 1
Ilosc Chleb zytni w podajnikach: 4
Ilosc Chleb razowy w podajnikach: 6
Ilosc Chleb wieloziarnisty w podajnikach: 8
Ilosc Bulka kajzerka w podajnikach: 4
Ilosc Bulka grahamka w podajnikach: 8
Ilosc Bulka zwykla w podajnikach: 6
Ilosc Bagietka w podajnikach: 2
Ilosc Obwarzanek w podajnikach: 4
Ilosc Precel w podajnikach: 2
Ilosc Bajgiel w podajnikach: 0
Ilosc Croissant w podajnikach: 9
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -9497
Otwieranie
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: 9553
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: 9560
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: 9567
```

```
Klient 9497 staje w kolejce przy kasie 0 na miejscu 0
Klient 9497 stoi przy kasie i musi jeszcze zostac obsluzony przed zamknieciem
Klient 9504 nie zdazyl stanac w kolejce do kasy przed zamknieciem i wychodzi
Klient 9490 stoi przy kasie i musi jeszcze zostac obsluzony przed zamknieciem
Pamiec dzielona zostala odlaczona od klienta 9490
Pamiec dzielona zostala odlaczona od klienta 9490
Pamiec dzielona zostala odlaczona od klienta 9504
Pamiec dzielona zostala odlaczona od klienta 9504
Klient wysyla wiadomosc -1
Klient 9497 otrzymal paragon:
3 sztuk Bulka kajzerka, koszt 18
2 sztuk Croissant, koszt 20
2 sztuk Precel, koszt 8
3 sztuk Chleb pszenny, koszt 6
Pamiec dzielona zostala odlaczona od klienta 9497
Pamiec dzielona zostala odlaczona od klienta 9497
Stan zapelnienia:
Ilosc klientow: 1          Czekaacy przy kasie 0: 0, 1: 0, 2: 0
Klient 9553 rozpoczyna dzialanie
Przestrzen adresowa zostala przyznana dla 32770
Przestrzen adresowa zostala przyznana dla 32771
Lista zakupow dla klienta 9553 :
2 sztuk produktu 7
2 sztuk produktu 8
3 sztuk produktu 0
2 sztuk produktu 5
Stan zapelnienia:
Ilosc klientow: 2          Czekaacy przy kasie 0: 0, 1: 0, 2: 0
Klient 9560 rozpoczyna dzialanie
Przestrzen adresowa zostala przyznana dla 32770
Przestrzen adresowa zostala przyznana dla 32771
Lista zakupow dla klienta 9560 :
```

Programy kiedy są zamknięte nie wysyłają informacji - wtedy prawie nic nie działa, zostaje jedynie inwentaryzacja oraz obsługa klientów, którzy byli w kolejce do kasy co pozwala na łatwe zobaczenie, że program dalej działa przed zamknięciem i po otwarciu.

Symulacja nie zostawia żadnych procesów przy długim działaniu - wszystkie procesy kończące działanie są usuwane

```
root@Tomek:~# ps -a
  PID TTY          TIME CMD
 8786 pts/1        00:00:00 kierownik.out
 8787 pts/0        00:00:00 piekarz.out
 8790 pts/2        00:00:00 kasjer.out
 8792 pts/3        00:00:00 klient.out
 9637 pts/3        00:00:00 klient.out
 9644 pts/3        00:00:00 klient.out
 9651 pts/3        00:00:00 klient.out
 9669 pts/4        00:00:00 ps
root@Tomek:~# |
```

Procesy po 3 dobie symulacyjnej

Test 4 - zgodność inwentaryzacji i wpływ na zamykanie

```
Zamykanie
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -9132
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -9153
Inwentaryzacja:
Ilosc Chleb pszenny w podajnikach: 4
Ilosc Chleb zytni w podajnikach: 7
Ilosc Chleb razowy w podajnikach: 11
Ilosc Chleb wieloziarnisty w podajnikach: 8
Ilosc Bulka kajzerka w podajnikach: 6
Ilosc Bulka grahamka w podajnikach: 5
Ilosc Bulka zwykła w podajnikach: 10
Ilosc Bagietka w podajnikach: 12
Ilosc Obwarzanek w podajnikach: 0
Ilosc Precel w podajnikach: 12
Ilosc Bajgiel w podajnikach: 8
Ilosc Croissant w podajnikach: 11
Kierownik: Odebrano komunikat od klienta: -9146
Otwieranie
```

Sygnal 12 - zamykanie

Ilość wyprodukowanych	Chleb pszenny:	32
Ilość wyprodukowanych	Chleb żytni:	40
Ilość wyprodukowanych	Chleb razowy:	38
Ilość wyprodukowanych	Chleb wieloziarnisty:	30
Ilość wyprodukowanych	Bulka kajzerka:	39
Ilość wyprodukowanych	Bulka grahamka:	39
Ilość wyprodukowanych	Bulka zwykła:	36
Ilość wyprodukowanych	Bagietka:	39
Ilość wyprodukowanych	Obwarzanek:	33
Ilość wyprodukowanych	Precel:	34
Ilość wyprodukowanych	Bajgiel:	37
Ilość wyprodukowanych	Croissant:	41

Sygnal 12 - otwieranie

Dodano produkt na podajnik 11
Dodano produkt na podajnik 11

Kasa 0:

Ilość sprzedanych	Chleb pszenny:	28
Ilość sprzedanych	Chleb żytni:	31
Ilość sprzedanych	Chleb razowy:	27
Ilość sprzedanych	Chleb wieloziarnisty:	22
Ilość sprzedanych	Bulka kajzerka:	32
Ilość sprzedanych	Bulka grahamka:	34
Ilość sprzedanych	Bulka zwykła:	26
Ilość sprzedanych	Bagietka:	27
Ilość sprzedanych	Obwarzanek:	33
Ilość sprzedanych	Precel:	20
Ilość sprzedanych	Bajgiel:	28
Ilość sprzedanych	Croissant:	30

Inne kasy nie zostały otworzone tego dnia - ilość sprzedanych produktów na nich to 0
Dla niektórych produktów jest nieścisłość - stworzono więcej produktów niż sprzedano i zostało, wynika to z tego, że klienci przy kasie mają te produkty, a inwentaryzacja jest robiona zaraz po zamknięciu piekarni, bez czekania na obsłużenie dodatkowych klientów. Brakujące produkty można znaleźć na paragonach klientów wychodzących po zamknięciu

```
Klient 9146 stoi przy kasie i musi jeszcze zostac obsluzony przed zamknieciem
Klient 9153 nie zdazyl stanac w kolejce do kasy przed zamknieciem i wychodzi
Pamiec dzielona zostala odlaczona od klienta 9153
Pamiec dzielona zostala odlaczona od klienta 9153
Klient wysyla wiadomosc -1
Klient 9146 otrzymal paragon:
3 sztuk Bulka grahamka, koszt 12
2 sztuk Chleb wieloziarnisty, koszt 10
2 sztuk Chleb zytni, koszt 26
1 sztuk Bajgiel, koszt 1
2 sztuk Bulka kajzerka, koszt 12
```

Teraz dodając produkty z paragonu wszystko się zgadza

Linki

Mutex w programie piekarza do chronienia dostępu do podajników

<https://github.com/diadon2/Projekt-Systemy/blob/3414f05d2532ae471389a04ed60e529ac14662dc/piekarz.c#L27C2-L27C26>

Przykład użycia powyższego mutexa

<https://github.com/diadon2/Projekt-Systemy/blob/3414f05d2532ae471389a04ed60e529ac14662dc/piekarz.c#L126-L136>

Tworzenie i przydzielanie adresu do struktury dla pamięci dzielonej podajnika (w programie piekarza)

<https://github.com/diadon2/Projekt-Systemy/blob/3414f05d2532ae471389a04ed60e529ac14662dc/piekarz.c#L258-L273>

Przykład użycia pamięci dzielonej - wraz z synchronizacją za pomocą semaforów

<https://github.com/diadon2/Projekt-Systemy/blob/3414f05d2532ae471389a04ed60e529ac14662dc/klient.c#L254-L257>

Tworzenie wątku obsługi podajników

<https://github.com/diadon2/Projekt-Systemy/blob/3414f05d2532ae471389a04ed60e529ac14662dc/piekarz.c#L295-L298>

przykład zakończenia wątku

<https://github.com/diadon2/Projekt-Systemy/blob/3414f05d2532ae471389a04ed60e529ac14662dc/kasjer.c#L149-L152>

Ustawienie sygnałów oraz zbioru sygnałów do zablokowania w sekcjach krytycznych

<https://github.com/diadon2/Projekt-Systemy/blob/3414f05d2532ae471389a04ed60e529ac14662dc/piekarz.c#L230-L245>

Zablokowanie sygnału w sekcji krytycznej

<https://github.com/diadon2/Projekt-Systemy/blob/3414f05d2532ae471389a04ed60e529ac14662dc/piekarz.c#L302-L304>

Tworzenie semaforów - cały plik to tylko header z funkcjami semaforowymi

<https://github.com/diadon2/Projekt-Systemy/blob/3414f05d2532ae471389a04ed60e529ac14662dc/semafony.h#L47-L56>

Sem_v, który sprawdza wartość semafora za pomocą semctl i nic nie robi, jeżeli jest już otwarty

<https://github.com/diadon2/Projekt-Systemy/blob/3414f05d2532ae471389a04ed60e529ac14662dc/semafony.h#L18-L26>

Sem_p powtarza się w przypadku przerwania przez sygnał systemowy

<https://github.com/diadon2/Projekt-Systemy/blob/3414f05d2532ae471389a04ed60e529ac14662dc/semafony.h#L8-L14>

Tworzenie kolejki komunikatów

<https://github.com/diadon2/Projekt-Systemy/blob/3414f05d2532ae471389a04ed60e529ac14662dc/kasjer.c#L190-L195>

Wysyłanie komunikatu

<https://github.com/diadon2/Projekt-Systemy/blob/3414f05d2532ae471389a04ed60e529ac14662dc/kasjer.c#L213-L219>

Odbieranie komunikatu - powtarzanie w przypadku przerwania przez sygnał systemowy

<https://github.com/diadon2/Projekt-Systemy/blob/3414f05d2532ae471389a04ed60e529ac14662dc/kasjer.c#L225-L229>

Wysyłanie sygnału do wszystkich innych programów za pomocą kill()

<https://github.com/diadon2/Projekt-Systemy/blob/3414f05d2532ae471389a04ed60e529ac14662dc/kierownik.c#L71-L74>