13.12.2024

**Akademia Górniczo-Hutnicza**

Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej



Modele kolejkowe

**Sprawozdanie: System kolejkowy.**

Temat: Sieć kolejkowa do symulacji obsługi pacjentów w przychodni

Kierunek: Automatyka i Robotyka

Dawid Maziarski

Piotr Mamos

1. Cel projektu

Celem projektu jest opracowanie i implementacja sieci kolejkowej służącej do symulowania procesów obsługi pacjentów w przychodni.

Symulacja uwzględnia pełną ścieżkę pacjenta — od momentu rejestracji, przez wizyty u odpowiednich lekarzy, aż po finalizację wizyty w kasie. Każdy system w sieci reprezentuje kolejkę do innego specjalisty, a obsługa w poszczególnych systemach odbywa się na podstawie określonych parametrów, takich jak czas obsługi czy priorytety pacjentów.

Aby przyspieszyć symulację i ułatwić analizę wyników, rzeczywiste czasy obsługi zostały skrócone, jednakże implementacja umożliwia dostosowanie parametrów do bardziej realistycznych danych.

1. Wstęp teoretyczny

### **1. Intensywność zgłoszeń**

Dla każdego systemu j, intensywność zgłoszeń (​) można wyznaczyć na podstawie zgłoszeń wpływających bezpośrednio do systemu oraz przejść z innych systemów:

gdzie:

* – intensywność zgłoszeń napływających bezpośrednio do systemu j (w naszym wypadku tylko do rejestracji),
* j​ – intensywność zgłoszeń przekazywanych z systemu i do j,
* – prawdopodobieństwo przejścia zgłoszenia z systemu i do j.

### **2. Obciążenie systemu**

Obciążenie (​) określa, w jakim stopniu dany system jest zajęty:

=​​

gdzie:

* ​ – intensywność zgłoszeń w systemie j,
* ​ – liczba stanowisk obsługowych w systemie j,
* ​ – intensywność obsługi jednego stanowiska (np. liczba zgłoszeń obsługiwanych w jednostce czasu).

Dla <1, system działa bez przeciążenia, natomiast ​≥1 oznacza przeciążenie i tworzenie się kolejek.

### **3. Średnia liczba zgłoszeń w systemie**

Zgodnie z prawem Little'a, średnia liczba zgłoszeń w systemie () jest powiązana z intensywnością zgłoszeń oraz średnim czasem przebywania zgłoszenia w systemie ():

\*

### **4. Prawdopodobieństwo stanu zerowego**

Prawdopodobieństwo, że system j nie obsługuje żadnego zgłoszenia (P(0)), wyznacza się dla kolejki M/M/s w następujący sposób:

gdzie:

* – natężenie ruchu w systemie.

### **5. Prawdopodobieństwo stanu zajętości**

Prawdopodobieństwo, że dokładnie n stanowisk obsługowych jest zajętych, można wyrazić wzorem:

\*

### **6. Średnia liczba zgłoszeń w kolejce**

Średnia liczba zgłoszeń oczekujących w kolejce (​) jest funkcją prawdopodobieństwa zajętości wszystkich stanowisk obsługowych (P(s)) oraz obciążenia:

=P(s)⋅

### **7. Średni czas oczekiwania**

Średni czas oczekiwania zgłoszenia w kolejce (​) można wyznaczyć jako stosunek średniej liczby zgłoszeń w kolejce do intensywności zgłoszeń:

=

1. Założenia symulacji

Program symulacji kolejek pacjentów w klinice wykorzystuje podejście oparte na różnych systemach obsługi, w których pacjenci są przypisani do odpowiednich kategorii i są obsługiwani przez lekarzy. System jest zaprojektowany z wykorzystaniem języka C# i platformy .NET.

**Symulacja**:

* + Program tworzy instancję symulacji z ustawieniem czasu aktualizacji (0,05 sekundy) oraz długości symulacji (26 sekund).

**Lekarze**:

* + Istnieje zestaw 11 lekarzy, z których każdy ma przypisany unikalny czas obsługi pacjenta (od 0,1 do 5,0 sekundy) oraz przypisane systemy (kolejki pacjentów).
  + Lekarze są przypisani do różnych systemów w zależności od ich specjalizacji (np. pediatra, internista, chirurg, itp.).
  + Lekarze obsługują pacjentów w ramach FIFO (First In, First Out), z priorytetami w systemach takich jak internista, kardiolog, dermatolog, laryngolog, itd.

**Systemy Kolejek**:

* + Program definiuje 8 systemów (kolejek), które reprezentują różne obszary obsługi pacjentów w klinice. Każdy system ma przypisanych lekarzy, którzy go obsługują.
  + Systemy różnią się sposobem obsługi pacjentów. Na przykład:
    - **Rejestracja** – FIFO z jednym lekarzem M/M/1/∞/∞/FIFO
    - **Pediatra** – FIFO z dwoma lekarzami M/M/2/∞/∞/FIFO
    - **Internista, Kardiolog, Dermatolog, Laryngolog** – FIFO priorytetowe z różną liczbą lekarzy. M/M/n/∞/∞/FIFO−priorytetowe
    - **Chirurg, Kasa** – FIFO z jednym lekarzem. M/M/1/∞/∞/FIFO
  + Dla systemów priorytetowych pacjenci są obsługiwani w zależności od ich priorytetu, który może być różny dla każdego systemu.

**Klasy Pacjentów**:

* + Klasy pacjentów obejmują różne grupy wiekowe i zdrowotne, które mają swoje specyficzne prawdopodobieństwa przydziału do różnych systemów. Każda klasa pacjentów ma przypisane:
    - **Prawdopodobieństwo przejścia między systemami** – określa, do jakiego systemu pacjent może przejść, bazując na jego klasie (np. dziecko, dorosły, starsza osoba).
    - **Prawdopodobieństwo priorytetów** – dotyczy pacjentów priorytetowych, wskazując szansę na dany priorytet (np. wysoki, średni, niski).
  + Przykładowe klasy to:
    - **Dziecko (Child)** – z szansą na 25% przydział do tej klasy, z różnymi prawdopodobieństwami przejścia do różnych systemów.
    - **Dorosły (Adult)** – z szansą na 40% przydział do tej klasy.
    - **Starszy (Elder)** – z szansą na 35% przydział do tej klasy.

**Generator Pacjentów**:

* + Generator generuje pacjentów z różnymi klasami w zadanych odstępach czasu (co 0,05 sekundy), z określoną szansą na dodanie pacjenta do systemu.
  + Każdy pacjent jest generowany na podstawie szansy, która decyduje o tym, do jakiej klasy i systemu trafi.

**Zarządzanie Zdarzeniami:**

* + Program zarządza symulacją poprzez wywoływanie różnych zdarzeń, takich jak start, zatrzymanie generowania pacjentów oraz zakończenie symulacji. Dzięki temu można kontrolować przebieg całego procesu.

**Wyświetlanie Informacji**:

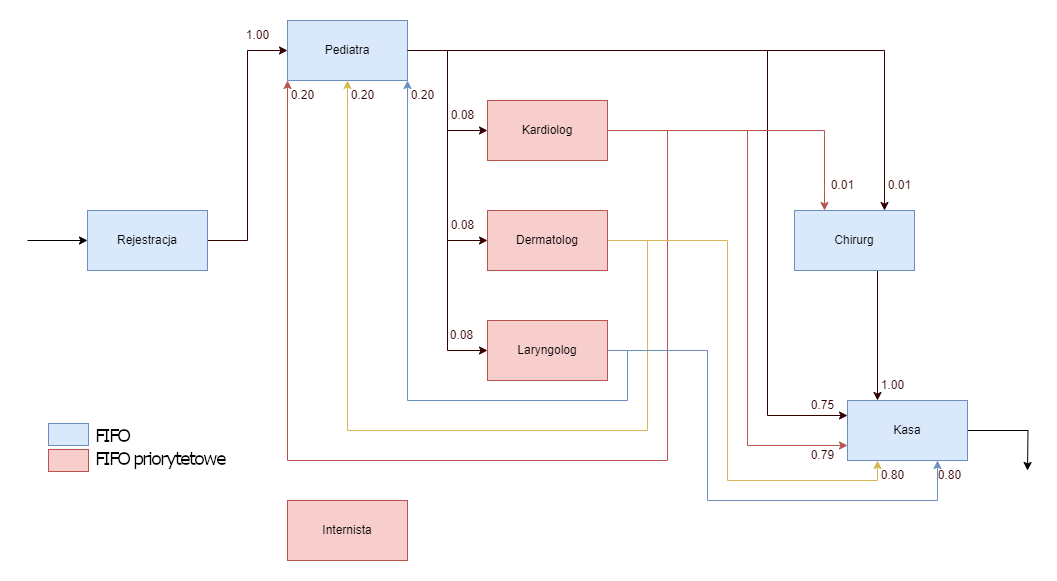
* + Na końcu symulacji program wyświetla informacje o stanie systemu, takie jak liczba pacjentów w różnych systemach, czas oczekiwania oraz dostępność lekarzy.

### **Domyślne Ustawienia i Parametry:**

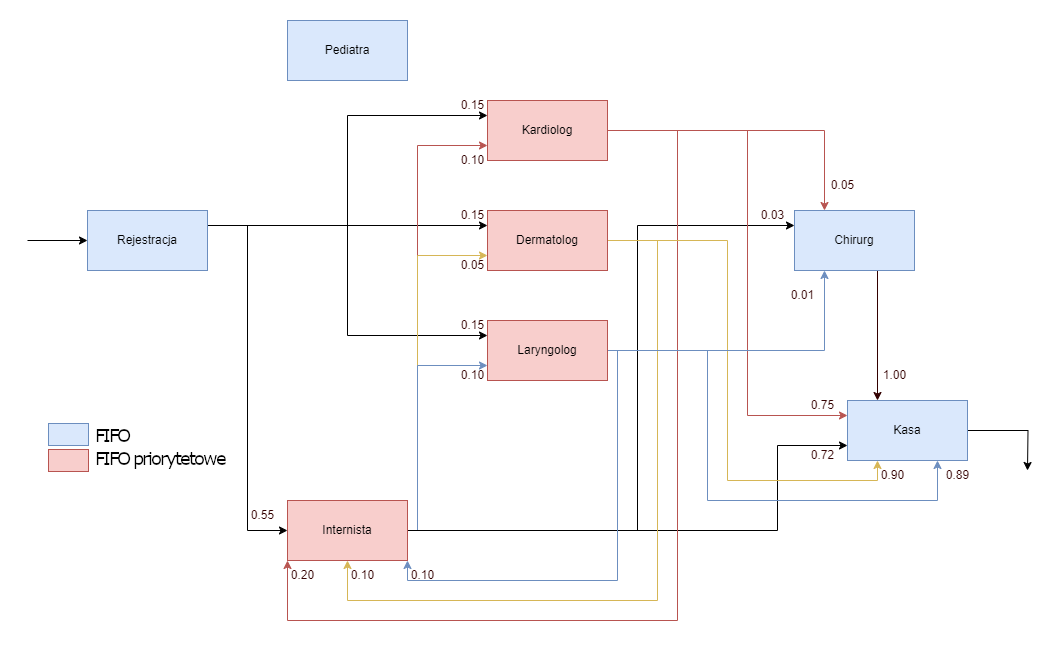
Powyższe są domyślnymi ustawieniami, a parametrami konfigurowalnymi są:

* Prawdopodobieństwa wystąpienia każdej z klas.
* Prawdopodobieństwa przejść do danych systemów w obrębie klasy.
* Prawdopodobieństwo każdego z priorytetów w obrębie klasy.
* Średni czas przybywania zgłoszenia.
* Liczba obiektów danego systemu.
* Czas obsługi każdego systemu.

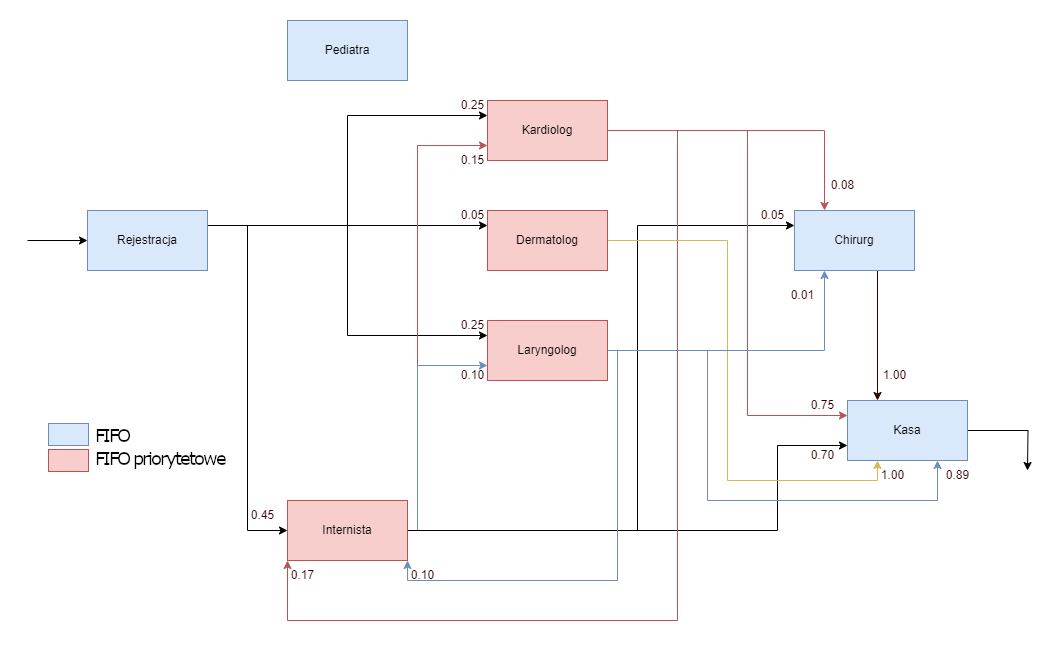
Te parametry można dostosować w celu przeprowadzenia różnych scenariuszy symulacji i analizy wydajności systemu.



Rys. 1 Schemat działania sieci dla dziecka

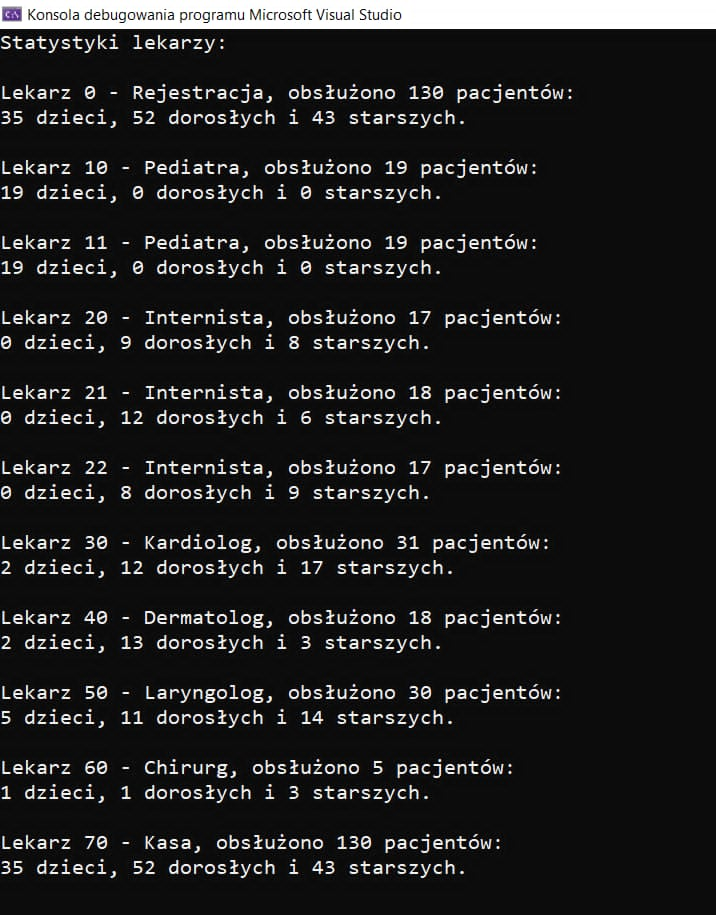


Rys. 2 Schemat działania sieci dla dorosłego



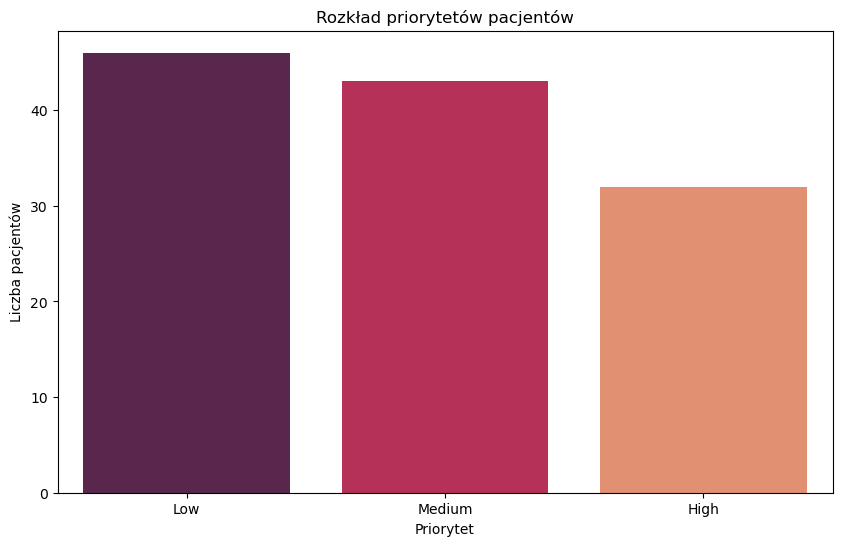
Rys. 3 Schemat działania sieci dla osoby starszej

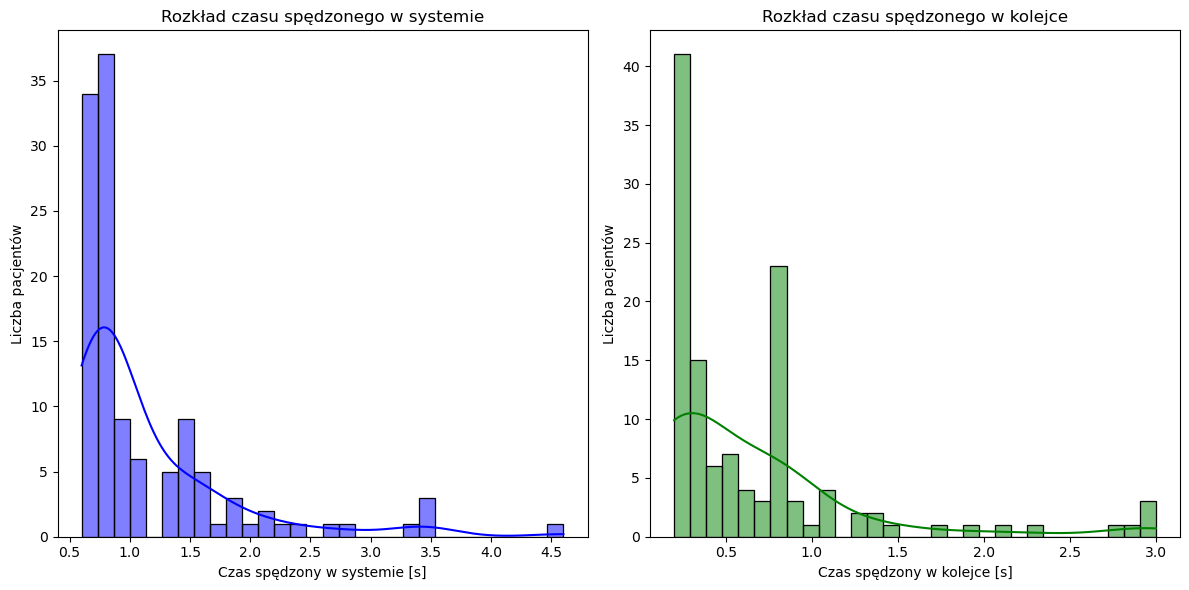
1. Wyniki Symulacji

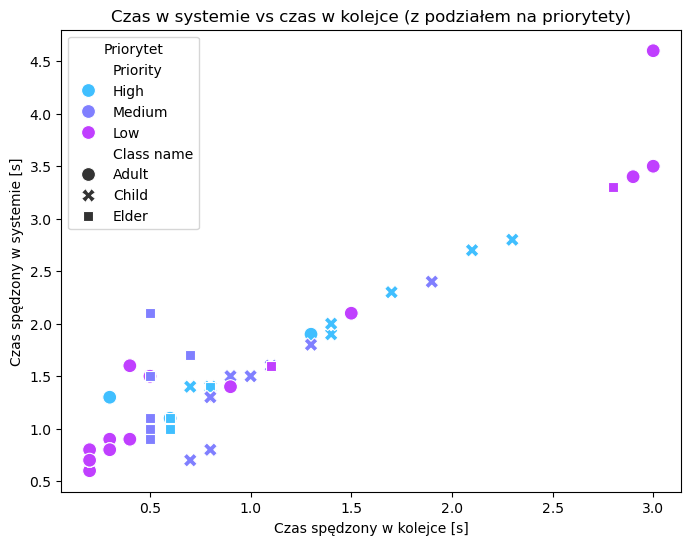


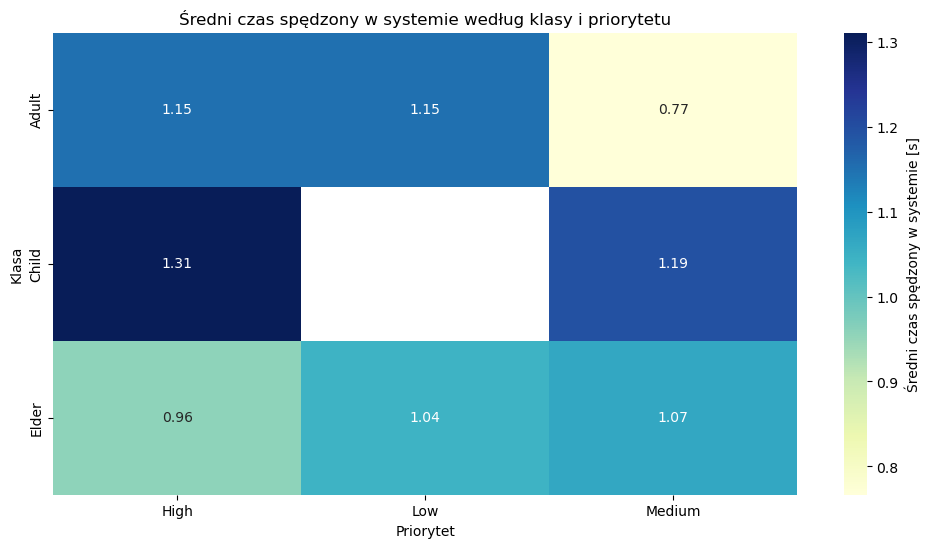
Rys. 4 Przykładowy wynik działania symulacji na konsoli

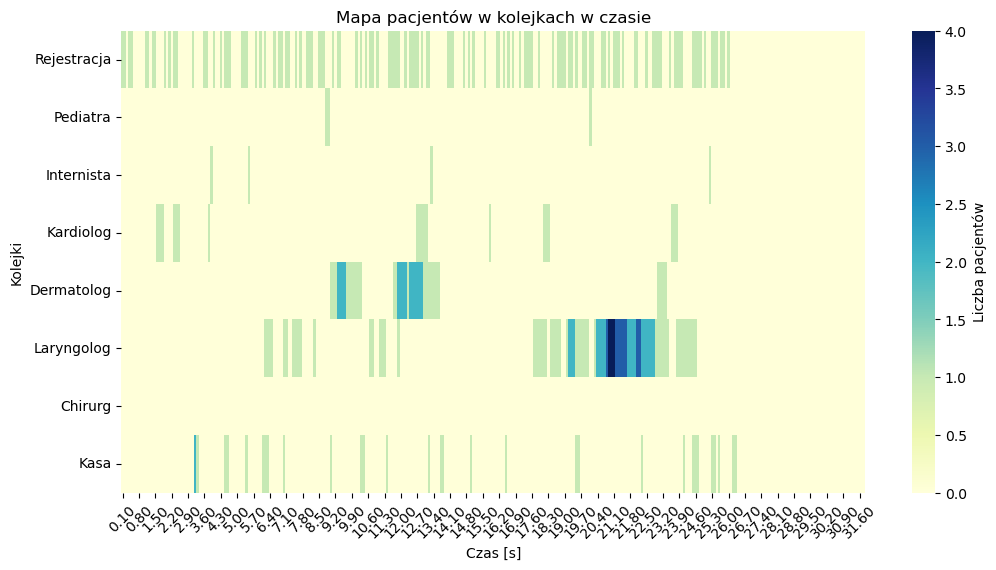
Dla domyślnych wartości parametrów otrzymaliśmy poniższe statystyki:

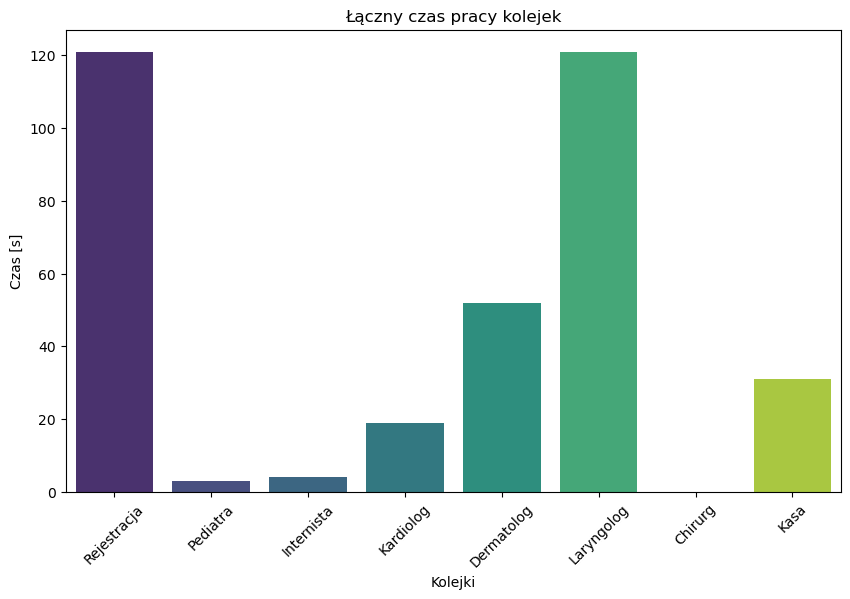


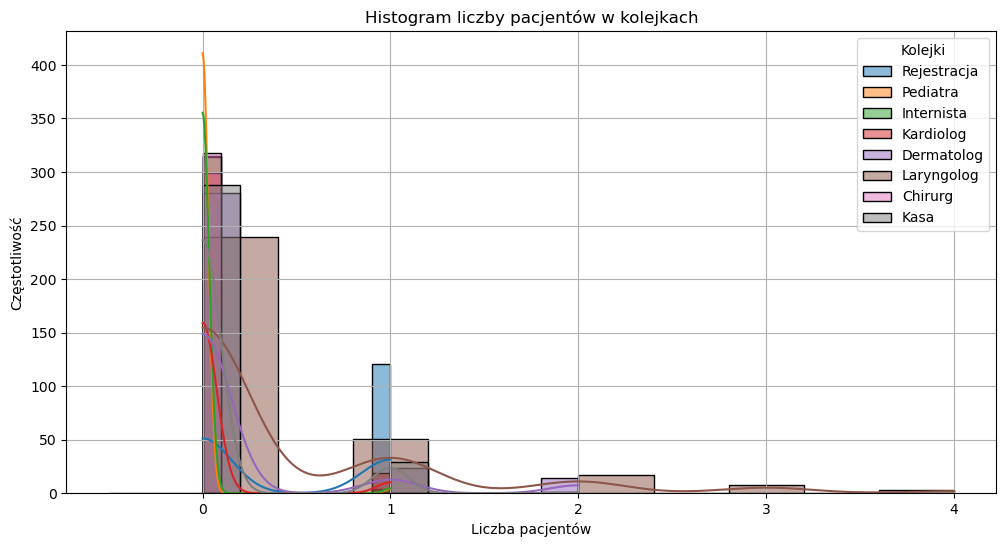












1. Podsumowanie