

# Lista 2

## Technologie Sieciowe

Adrian Herda 268449

### 1. Cel

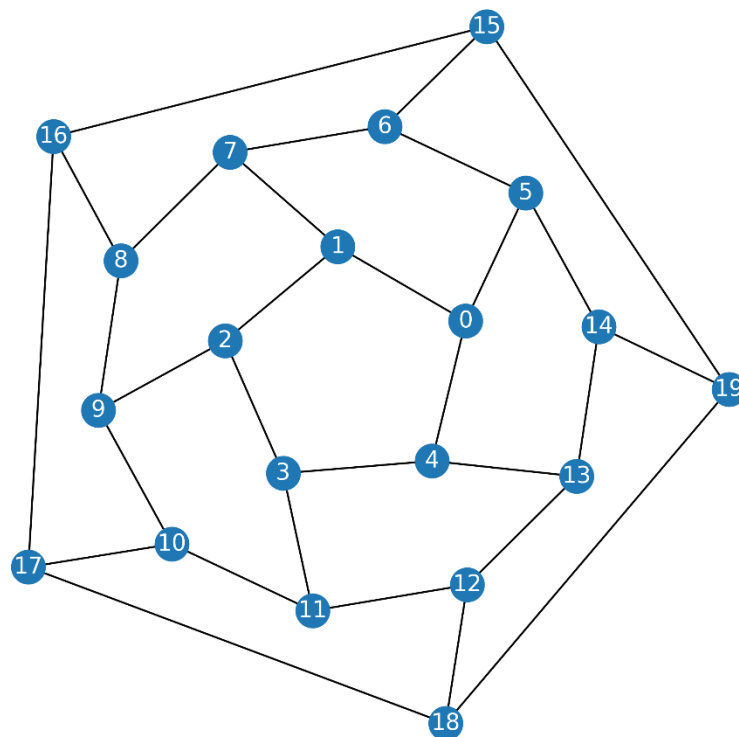
W ramach zadania należało zaproponować topologię grafu  $G=(V, E)$  oraz ustalić macierz natężeń strumienia pakietów  $N$ , funkcje przepustowości  $c$  oraz funkcje przepływu  $a$  dla każdej krawędzi. Następnie należało napisać program wykonujący 3 testy sprawdzające model na sposoby, które opisze w następnych punktach.

### 2. Model sieci

#### a. Topologia

Proponowana przez mnie topologia to dodekahedron (dwunastościan) stworzony przez połączenie 3 grafów cyklicznych, dwóch o długości 5 oraz jednego o długości 10. Końcowy graf prezentuje wygląda tak:

Wzór grafu



### b. Macierz natężeń

Macierz natężeń była losowana dla każdego testu osobno. Dla pierwszego testu jej początkowe wartości należały do przedziału  $[0, 5]$ , a dla kolejnych należały do przedziału  $[0, 50]$

### c. Funkcje krawędzi

#### i. Funkcja przepływu

$$a(e) = \sum_{v_i, v_j \in V} |\{e\} \cap \text{path}(v_i, v_j)| * n_{ij}$$

Gdzie  $\text{path}(v_i, v_j)$  to zbiór krawędzi na najkrótszej ścieżce z  $v_i$  do  $v_j$ .

#### ii. Funkcja Przepustowości

$$c(e) = \max * |V|^2 * m * \text{random}(2, 3)$$

Gdzie  $\max$  to największe natężenie prowadzące z wierzchołka oznaczonego mniejszym numerem, a  $m$  to średnia wielkość pakietu w bitach.

## 3. Niezawodność

Podczas każdego testu będziemy sprawdzać jak zachowuje się niezawodność wyrażaną wzorem:

$$\text{Niezawodność} = P(T < T_{\max})$$

$$T = \frac{1}{G} \sum_{e \in E} \frac{a(e)}{\frac{c(e)}{m} - a(e)}$$

$$G = \sum_{n_{ij} \in N} n_{ij}$$

Niezawodność oczywiście zależy od parametrów:

- $p$  – prawdopodobieństwo nie uszkodzenia krawędzi w dowolnym interwale
- $T_{\max}$  – maksymalne opóźnienie pakietu
- $m$  – średnia wielkość pakietu w bitach

Niezawodność będę liczył powtarzając iteracje. Każda z iteracji rozpoczyna się stworzeniem kopii modelu sieci i będzie trwała określoną ilość interwałów. Następnie podczas interwału będę z prawdopodobieństwem  $1-p$  usuwał kolejne krawędzie i zliczał interwały w których graf jest nierozspójniony oraz czy opóźnienie  $T$  nadal jest mniejsze od  $T_{\max}$ . Na koniec oszacowuje prawdopodobieństwo dzieląc zliczone pomyślne próby przez całkowitą ilość prób liczoną poprzez pomnożenie liczby iteracji oraz liczby interwałów w każdej iteracji.

Na potrzeby swoich testów przyjmuje parametry:

$$p = 0.8$$

$$T_{max} = 0.1$$

$$m = 128$$

$$\# \text{ iteracji} = 100 \quad \# \text{ interwałów} = 10$$

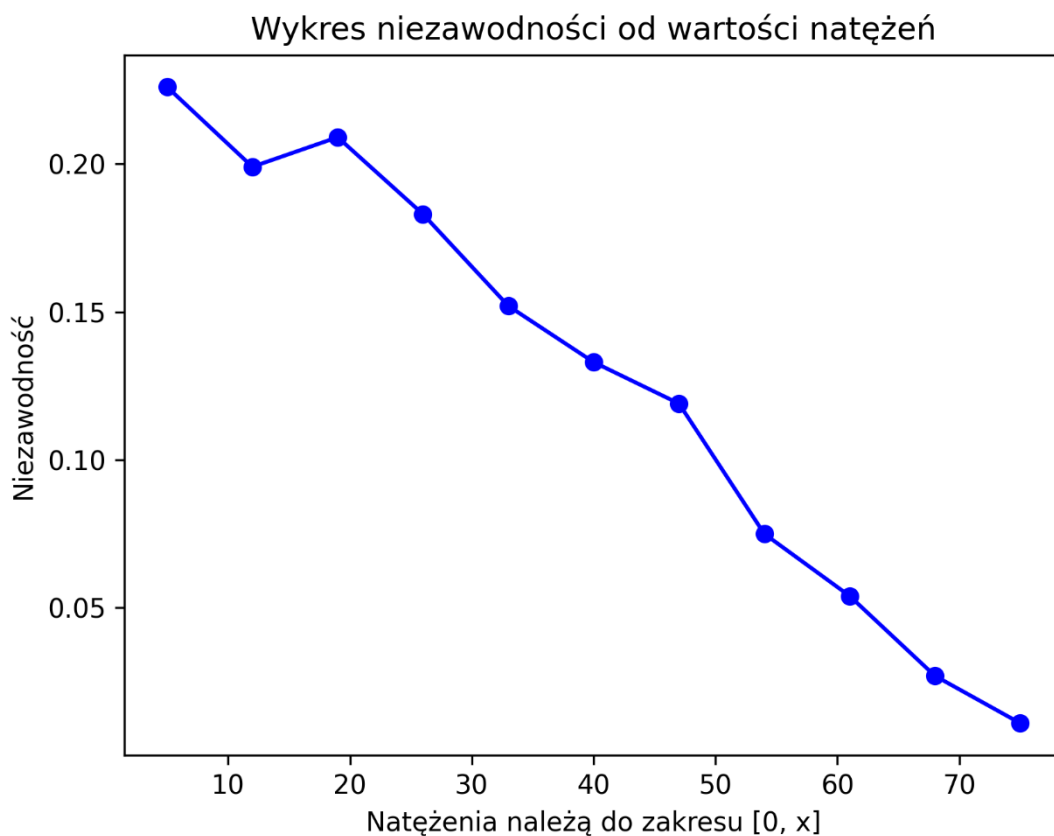
#### 4. Testy

##### a. Test zwiększania natężeń sieci

W tym teście należy zwiększać powoli natężenia w sieci a następnie ponownie liczyć funkcję przepływu i sprawdzić niezawodność sieci.

Zaczynałem od zakresu natężeń  $[0, 5]$  a potem z każdą iteracją rozszerzałem ten zakres o 7 z prawej strony.

Wyniki testu:



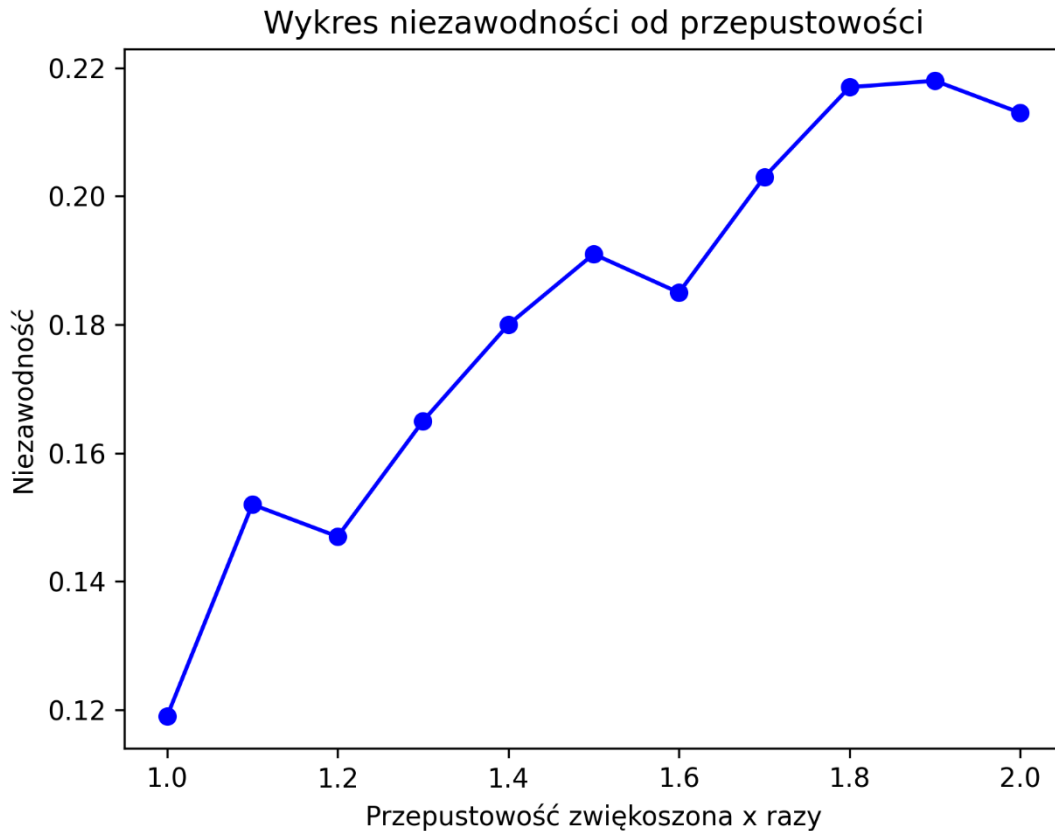
Jak widać na przedstawionym wykresie niezawodność wydaje się maleć liniowo wraz ze wzrostem natężenia.

##### b. Test zwiększania przepustowości

W tym teście należało powoli zwiększać przepustowość modelu i po każdym zwiększeniu sprawdzać jak zachowuje się niezawodność sieci.

Aby sprawdzić zachowanie niezawodności co każdą iterację zwiększałem przepustowość każdej krawędzi o 10% wartości początkowej.

Wyniki testu:



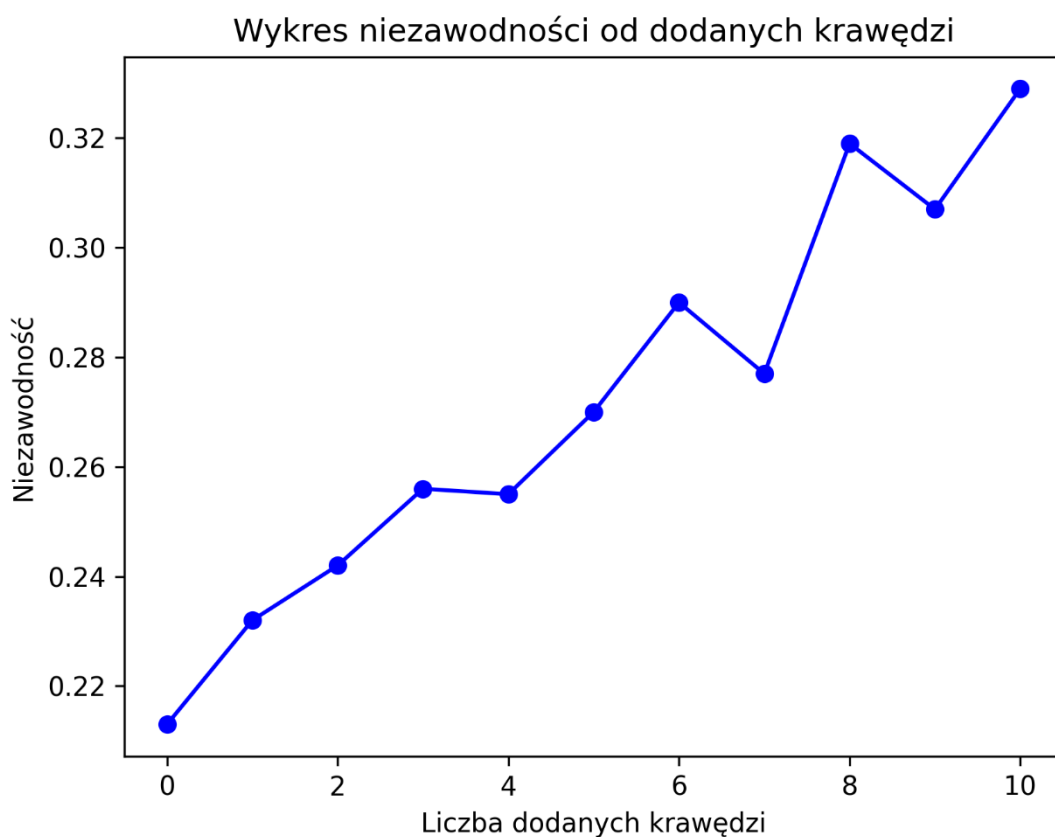
Jak widać na przedstawionym wykresie niezawodność zwiększa się wraz ze wzrostem przepustowości. Jednakże po zobaczeniu większej ilości wykresów z tego testu widzę że ciężko stwierdzić jak szybko.

### c. Test zwiększania liczby krawędzi

W tym teście należało stopniowo dodawać nowe krawędzie i sprawdzać jak wpływa to na niezawodność modelu naszej sieci.

Na potrzeby testu co każdą iterację dodawałem jedną krawędź pomiędzy losowo wybranymi, do tej pory nie połączonymi wierzchołkami.

Wyniki testu:



Z racji losowości dodawania krawędzi i liczenia niezawodności widać że wykres nie jest monotoniczny ale definitywnie da się zobaczyć na nim tendencję do wzrostu wraz ze zwiększaniem liczby krawędzi.

## 5. Wnioski

- Prawdopodobieństwo awarii jest tym większe im bliżej jesteśmy maksymalnego wykorzystania przepustowości połączeń
- Dodawanie krawędzi skutkuje zmniejszeniem przepływu sieci a więc i zwiększeniem niezawodności sieci
- Podczas wybierania parametrów łatwo zauważyć że w raz ze wzrostem  $m$  niezawodność maleje a wraz ze wzrostem  $p$  oraz  $T_{\max}$  niezawodność rośnie