

Wstęp

Celem zadań na liście drugiej było przeprowadzenie testów niezawodności zamodelowanej sieci. Potrzebne było do tego stworzenie symulacji, pozwalającej badać zachowanie sieci w różnych warunkach by wyciągnąć istotne statystycznie wnioski.

Środowisko Testowe

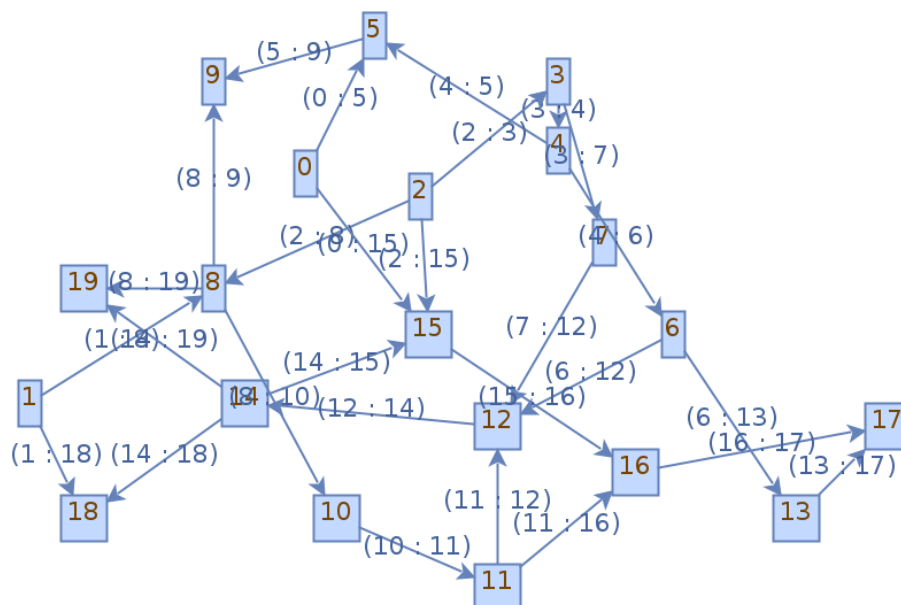
Symulacja została napisana w przy użyciu Java SDK 17.0.2 i technologii Maven 17. Do obsługi grafów wybrałem bibliotekę JGraphT. Testy zaczynają się od utworzenia grafu reprezentującego badaną sieć. Zgodnie z założeniami zadania $|V| = 20$ i $|E| < 30$. Pojedyncza instancja testu, przyjmuje jako argumenty, graf reprezentujący sieć, prawdopodobieństwo awarii połączenia w sieci, zbiór przepustowości dla każdego z połączeń, maksymalne opóźnienie połączenia w sekundach i parametr *connectivity* określający ilość bitów/s wysyłanych pomiędzy wierzchołkami. Na potrzeby badań przyjąłem, że:

- wszystkie wartości w macierzy połączeń są takie same
- przepustowości krawędzi sieci są takie same
- Dla każdej wywołanej instancji testów, macierz połączeń jest tworzona losowo, w taki sposób, że $(\forall n(i,j); i,j \in \{1 \dots 20\}) P(n(i,j) = 0) = 0$, z wyjątkiem, gdy $i=j$, wtedy $n(i,j) = 0$.
- Wielkość pakietu wynosi 1500 bajtów

Każda instancja testów zwraca wynik równy prawdopodobieństwu, że w danej sekundzie, testowana sieć zachowa opóźnienie poniżej maksymalnego określanemu na próbce 10 000 testów.

Testowana instancja problemu

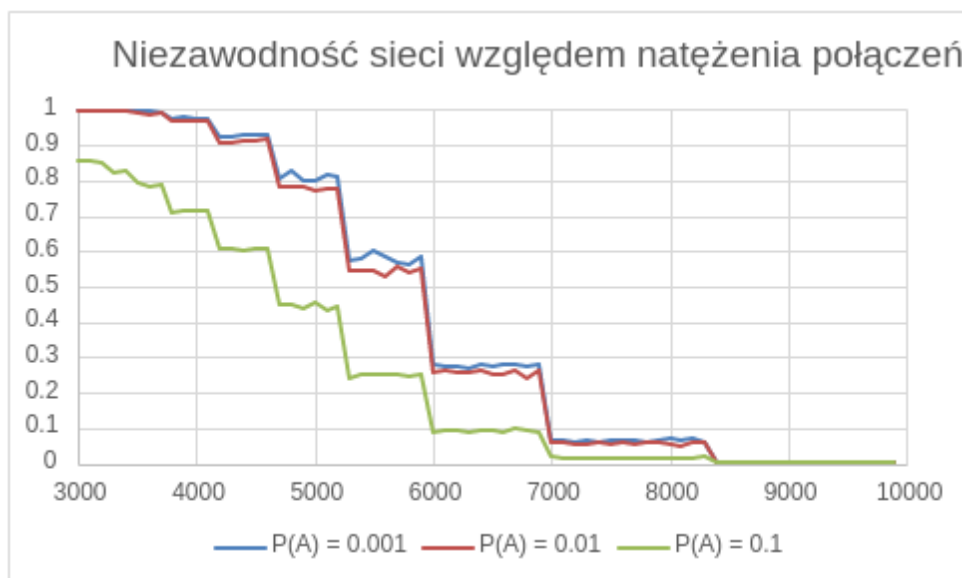
Testy zostały przeprowadzone dla bazowej instancji problemu mającej przypominać sieć rozproszoną, bez węzłów głównych. Prezentuje się ona następująco:



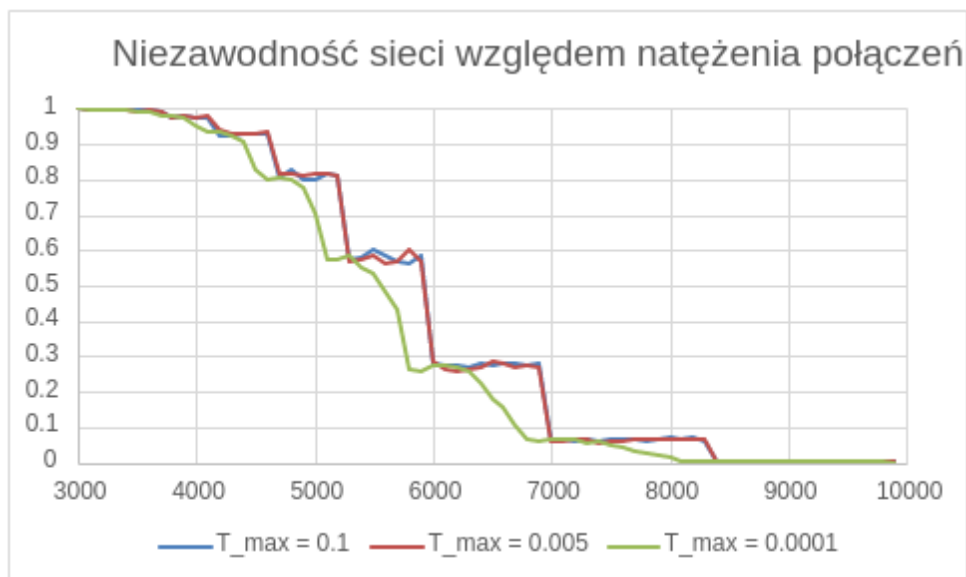
(Obraz został wygenerowany automatycznie)

Test przy zmiennych natężeniach

Testowanie sieci przy zmiennych natężeniach odbywało się dla parametru connectivity zaczynającego się od 3000 i zwiększającego się co każdą iterację o 100 bitów na sekundę. Maksymalny czas opóźnienia wynosił 100 milisekund, przepustowość wynosiła 1Gb/s a prawdopodobieństwo awarii było próbkowane 3 razy.



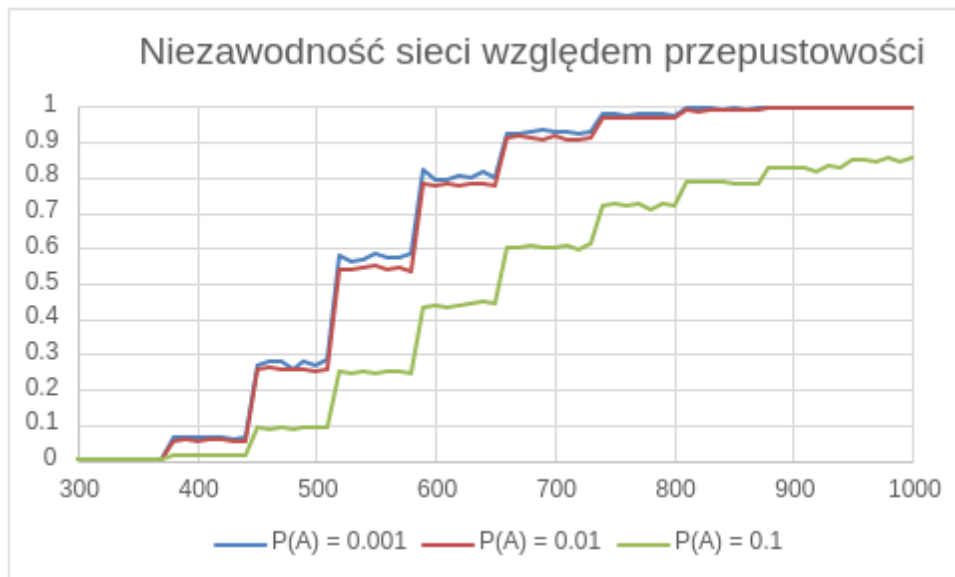
W kolejnej próbie prawdopodobieństwo awarii każdego z połączeń wynosiło 0,001, a zmienny był maksymalny czas opóźnienia.



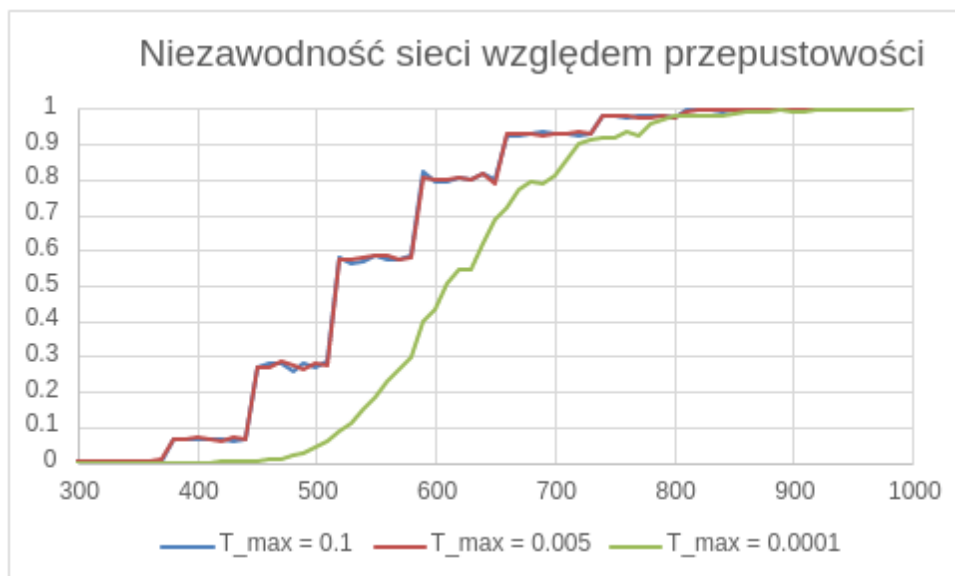
Z przeprowadzonych testów widać, że badana sieć ma pewne punkty krytyczne po przekroczeniu których, niezawodność wyraźnie spada.

Testy niezawodności przy zmiennych przepustowościach

Testowanie sieci przy zmiennych przepustowościach, odbywało się dla przepustowości od 10 Mb/s rosnących do 1 Gb/s. Do testów dobrane zostało zmienne prawdopodobieństwo awarii oraz maksymalny czas opóźnienia równym 1/10s. Wartość connectivity wynosiła 3000 bitów na sekundę.



W drugich testach prawdopodobieństwo awarii wynosiło 0.001, a maksymalne opóźnienie było zmienne.

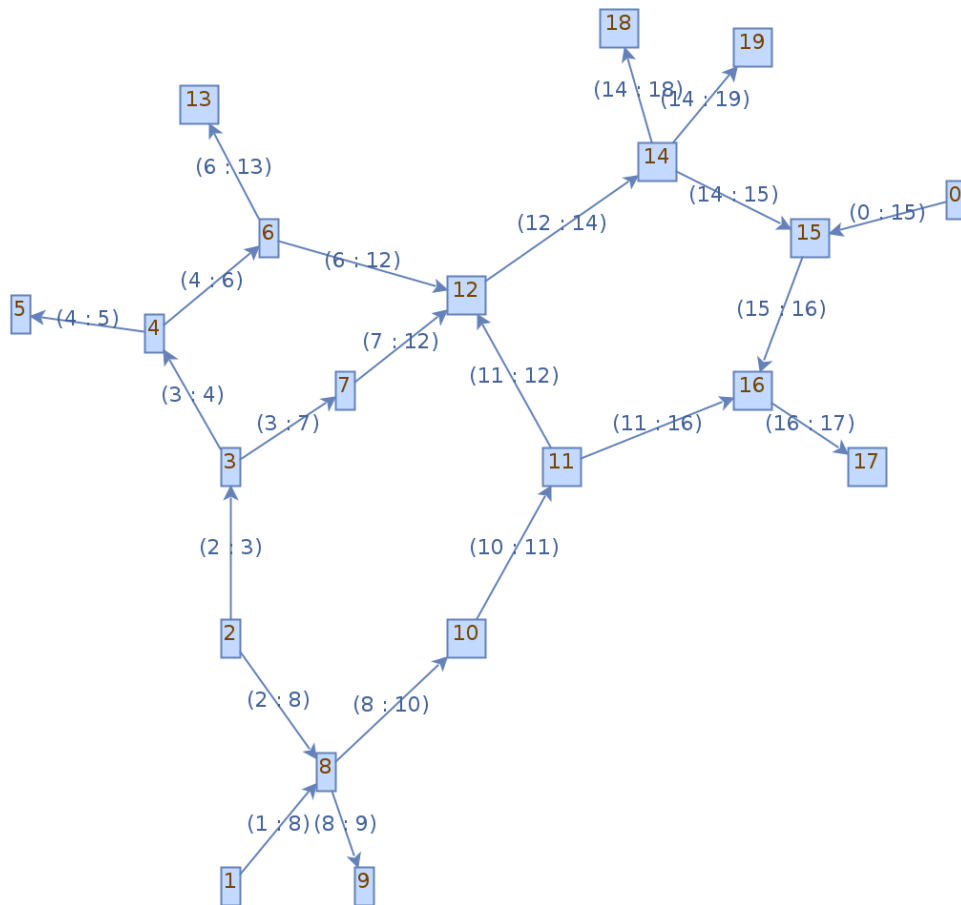


Z przeprowadzonych testów widać, że podobnie jak przy zmiennym natężeniu, niezawodność zmienia się w pewnych punktach krytycznych. Zmieniło się to, przy znacznym zmniejszeniu górnej granicy opóźnień, wtedy niezawodność jest zależna niemalże liniowo od przepustowości.

Testy niezawodności przy zmiennej topologii sieci

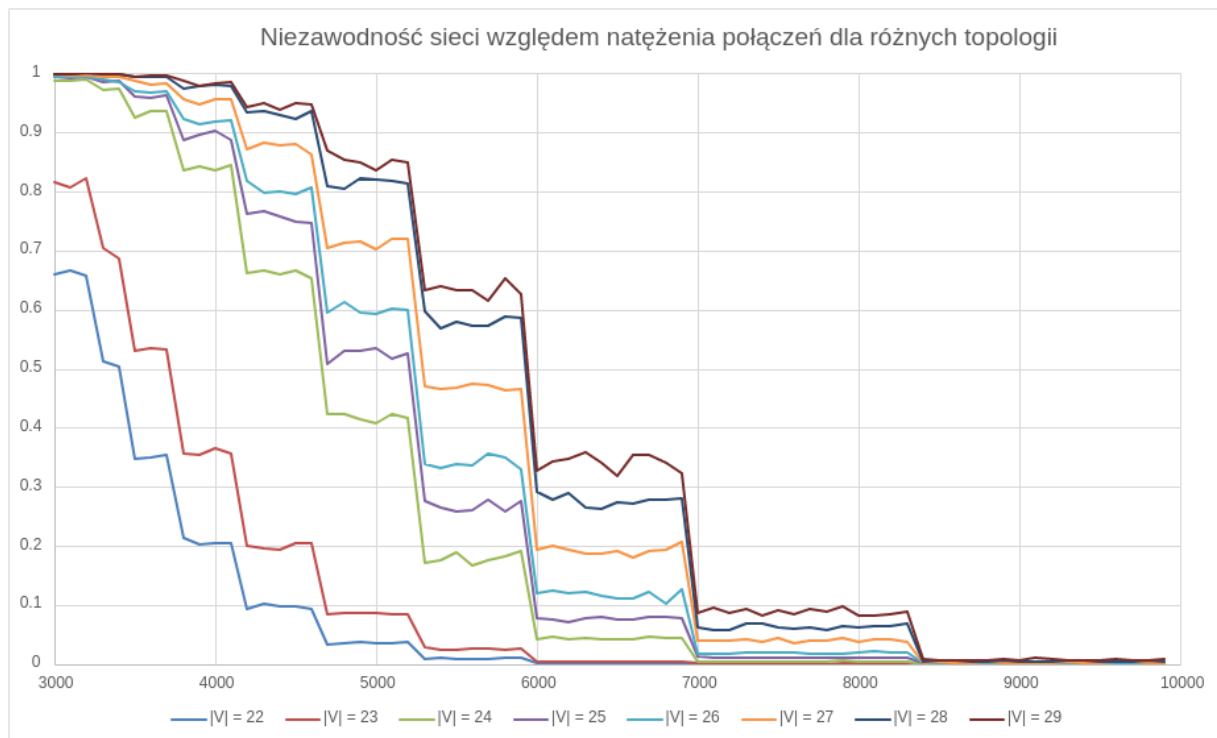
W tych testach, część połączeń z początkowej sieci została usunięta tworząc zredukowaną topologię. W kolejnych testach będę badał, jak zmienia się niezawodność sieci względem ilości dodanych połączeń rozpoczynając od zredukowanego grafu, poprzez dodawanie połączeń, w taki sposób, by

finalnie znaleźć się w sieci o pierwotnym układzie. Żeby pokazać, jak zmienia się niezawodność sieci wykonam próby niezawodności względem natężenia połączeń dla każdego z pośrednich stanów sieci. Użyte będą następujące parametry, $P(\text{awarii}) = 0.001$, opóźnienie maksymalne = 0.1, przepustowość = 1Gb/s. Topologia zredukowanego grafu:



(Obraz został wygenerowany automatycznie)

Testy dla ilości wierzchołków od 22 do 29:



Z wyników przeprowadzonych testów, można wnioskować, że niezawodność sieci drastycznie wzrasta w zależności od topologii sieci. Nie zmieniają się jednak punkty krytyczne dla których niezawodność spada.

Wnioski

Niezawodność sieci, zależy głównie od topologii, przepustowości połączeń oraz natężenia. Im gęstsza jest sieć, tym mniejsze prawdopodobieństwo, że po rozerwaniu niektórych połączeń nastąpi utrata spójności, a także pakiety ścieżki mają więcej możliwości wybrania trasy, przez co ruch się rozkłada po wielu połączeniach.