

TECHNOLOGIE SIECIOWE

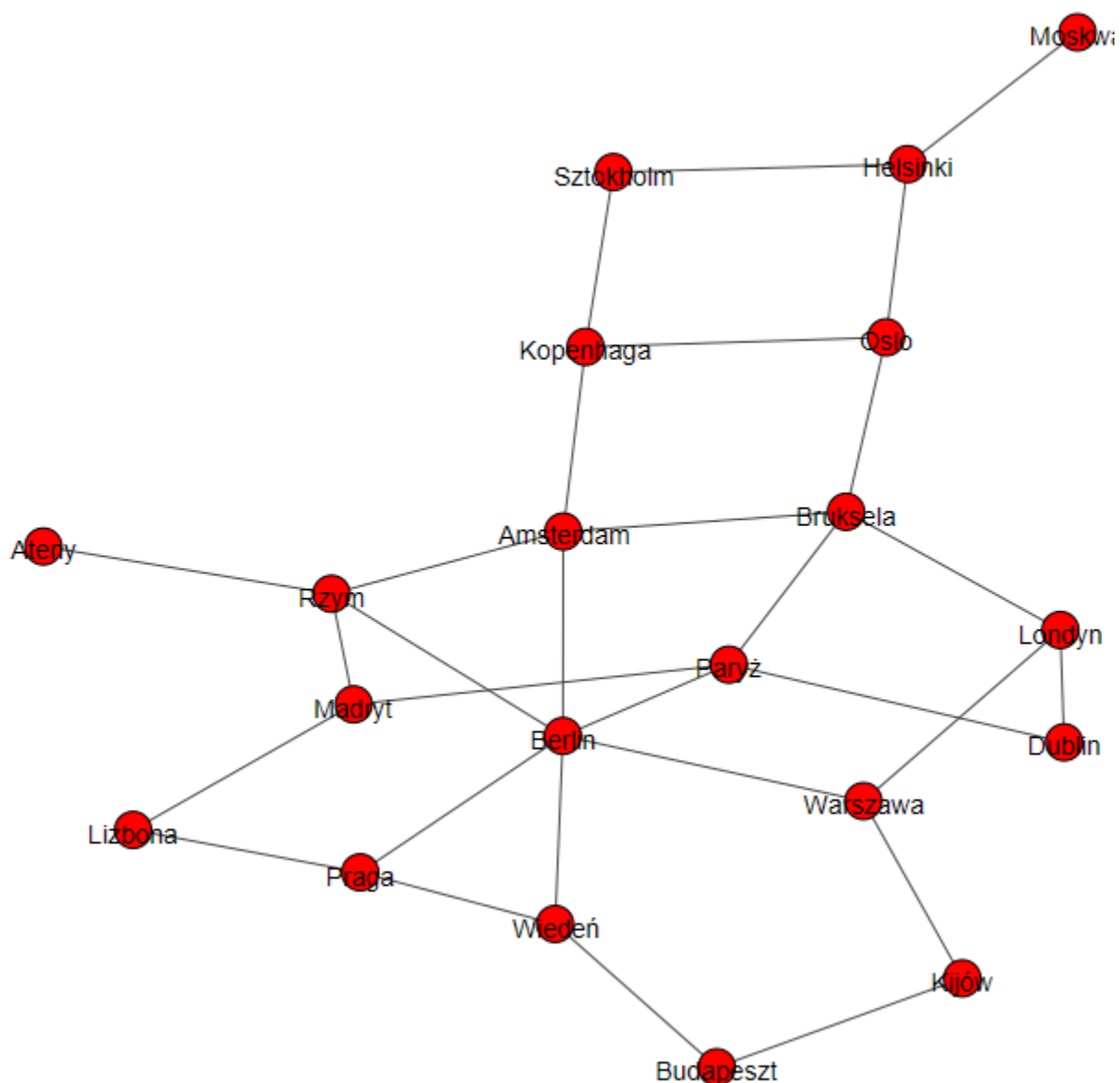
SPRAWOZDANIE Z LISTY 2.

Michał Kallas, 272398

1. DANE

1.1 TOPOLOGIA SIECI

Moja sieć składa się z miast europejskich połączonych za pomocą kabli światłowodowych. Większość z nich posiada kilka połączeń i nie jest szczególnie narażona na zostanie wykluczonym z sieci. Wyjątkami są tutaj Moskwa i Ateny. To wrażliwe punkty, które mogą stosunkowo łatwo doprowadzić do utracenia spójności sieci.



1.2 MACIERZ NATĘŻEŃ

To pierwsze kilka wierszy i kolumn z mojej macierzy natężeń.

	Amsterdam	Ateny	Berlin	Bruksela	Budapeszt	...
Amsterdam	0	176162	999929	321283	464812	...
Ateny	175422	0	758215	243619	352452	...
Berlin	1062354	808948	0	1475356	2134454	...
Bruksela	323507	246340	1398278	0	649982	...
Budapeszt	473259	360372	2045544	657244	0	...
...

Każdą wartość wyznaczam na podstawie wielkości populacji miast – mnożę populację miasta wysyłającego przez ułamek populacji, który zajmuje miasto odbierające (zakładając, że miasta wysyłają pakiety do wszystkich innych miast, w ilości zależnej od wielkości miasta odbierającego). Następnie wynik mnożę przez średnią ilość pakietów wysyłanych na sekundę, którą ustaliłem na 10.

Taka średnia wydaje się rozsądna, biorąc pod uwagę, że większość ludzi nie korzysta z Internetu w danym momencie, a jedynie część angażuje się w działania wymagające większego przesyłu danych, takie jak oglądanie filmów.

1.3 PARAMETRY KRAWĘDZI

Przepustowości oraz wytrzymałości (prawdopodobieństwa nieuszkodzenia) połączeń starałem się wybierać w rozsądny sposób. Zdecydowałem się na większe przepustowości między większymi miastami i mniejsze wytrzymałości przy dalekich odległościach. Wziąłem także pod uwagę to, że w Kijowie toczy się wojna i wytrzymałość połączeń z tym miastem jest zauważalnie mniejsza. Wyczytałem, że niezawodność kabli światłowodowych jest bliska 99.9%, więc moje wartości są do niej zbliżone. Kable łączące państwa na dużych obszarach mogą mieć przepustowości sięgające nawet

setek terabajtów, więc uważam, że wybór wartości w skali pojedynczych terabajtów jest odpowiedni w tym kontekście.

Miasto1	Miasto2	Przepustowość (Tb/s)	Wytrzymałość
Warszawa	Berlin	7	99.7%
Warszawa	Kijów	3	98.6%
Warszawa	Londyn	6	99.6%
Berlin	Paryż	8	99.7%
Berlin	Amsterdam	4	99.5%
Berlin	Rzym	6	99.5%
Rzym	Madryt	5	99.9%
...

2. OPIS EKSPERYMENTU

2.1 CEL

W eksperymentach będziemy sprawdzali, jak zmienia się niezawodność sieci pod wpływem:

- zwiększania wartości w macierzy natężeń
- zwiększania przepustowości połączeń
- zmian względem bazowej topologii sieci

2.2 NIEZAWODNOŚĆ SIECI

Niezawodność sieci jest miarą, która pozwoli nam ocenić jak dobrze sieć funkcjonuje. Niezawodność to $\frac{\text{ilość_sukcesów}}{\text{ilość_powtórzeń}}$, gdzie *ilość_powtórzeń*, to ilość powtórzeń eksperymentu z wykorzystaniem metody Monte Carlo.

2.3 PRZEBIEG EKSPERYMENTU

W każdej iteracji:

1. Resetujemy topologię grafu do stanu początkowego.

2. Symulujemy uszkodzenia połączeń na podstawie prawdopodobieństw ich nieuszkodzenia. Jeśli w wyniku tego sieć przestaje być spójna, iteracja kończy się niepowodzeniem.
3. Sprawdzamy, czy przepływy są mniejsze od przepustowości. Jeśli nie, iteracja kończy się niepowodzeniem.
4. Wyliczamy średnie opóźnienie i sprawdzamy, czy jest mniejsze od dozwolonego maksymalnego opóźnienia. Jeśli nie, iteracja kończy się niepowodzeniem.
5. Jeśli iteracja do tej pory nie zakończyła się niepowodzeniem, to uznajemy ją za sukces.

3. WYNIKI EKSPERYMENTÓW

3.1 PODSTAWOWY EKSPERYMENT

Tak jak w każdym z przyszłych eksperymentów, ustawiłem maksymalne opóźnienie na 0.000000032 i powtórzyłem go 100 000 razy. Niezawodność mojej sieci wyniosła **97.29%**.

3.2 ZWIĘKSZANIE WARTOŚCI W MACIERZY NATĘŻEŃ

W kolejnych eksperymentach stopniowo zwiększałem wartości w macierzy natężeń.

Zwiększenie	Niezawodność
0%	97.29%
10%	96.37%
20%	95.856%
30%	95.455%
40%	1.376%
50%	0.264%
60%	0%

Jak widać, przy zwiększeniu o 30% sieć radziła sobie stosunkowo dobrze, ale po przekroczeniu progu 40% stała się niezdadna do użytku.

3.3 ZWIĘKSZANIE PRZEPUSTOWOŚCI

W kolejnych eksperymentach stopniowo zwiększałem przepustowość.

Zwiększenie	Niezawodność
0%	97.29%
10%	97.749%
20%	97.803%
30%	98.303%
40%	98.654%
50%	98.652%
60%	98.69%
70%	98.604%

Większe przepustowości doprowadziły do wzrostu niezawodności o około 1.3 punktu procentowego. Widać, że po osiągnięciu progu 40% niezawodności już dalej nie rosną.

3.4 DODAWANIE KRAWĘDZI

Nowe krawędzie dodawałem ze średnią dla mojej sieci przepustowością i wytrzymałością – kolejno 4Tb/s i 99.5%.

Postanowiłem w pierwszej kolejności dodać krawędź pomiędzy miastami, które już są wielokrotnie połączone. Połączyłem Paryż z Amsterdamem.

Tak jak się spodziewałem, nie miało to dużego wpływu na niezawodność – wyniosła **97.351%**.

Następnie, dodałem połączenie pomiędzy Atenami i Madrytem, aby przerwanie pojedynczego połączenia z Atenami nie prowadziło do utracenia spójności sieci.

Tutaj niezawodność wzrosła już trochę bardziej – do **97.684%**.

Moskwa była w podobnej sytuacji, jak Ateny, więc dodałem połączenie pomiędzy Moskwą, a Oslo.

Dzięki temu niezawodność wzrosła aż do **99.941%**.

4. WNIOSKI

Na podstawie zwiększania wartości w macierzy natężeń, dowiedzieliśmy się, że sieć komputerowa jest bardziej wrażliwa, niż moglibyśmy sądzić. Przy obciążeniu na poziomie 130% bazowych natężeń sieć działała stosunkowo sprawnie, jednak już przy 140% stała się niezdadna do użytku. Ten fakt podkreśla konieczność odpowiedniego doboru przepustowości, tak aby zapewnić nadmiar. Dzięki temu unikniemy ryzyka, że w kluczowych momentach, gdy każdy będzie chciał skorzystać z sieci, ta przestanie działać.

Zwiększanie przepustowości w mojej sieci nie przyniosło znaczącego wzrostu niezawodności, jednakże nadal stanowi wartość dodaną. Co więcej, jak już wspomniałem, wysokie przepustowości są kluczowe, nawet jeśli nie są wykorzystywane na co dzień.

Dodawanie nowych krawędzi w trakcie eksperymentów było bardzo ciekawym doświadczeniem, które podkreśliło znaczenie wielokrotnych połączeń między węzłami sieci. W przypadku węzłów, które są już gęsto połączone, dodatkowe połączenia nie mają dużego sensu, ze względu na wysoką niezawodność kabli światłowodowych. Jednakże dla węzłów o małej ilości połączeń, jest to kluczowe i istotnie zwiększa stabilność sieci.