

SPRAWOZDANIE

Technologie sieciowe

Lista 2 – Weronika Chmiela

0. Dane:

$S = \langle G, H \rangle$ - model sieci

$N = [n(i, j)]$ - macierz natężeń strumienia pakietów

$n(i, j)$ - liczba pakietów przesyłanych (wprowadzanych do sieci) w ciągu sekundy od źródła $v(i)$ do ujścia $v(j)$

$v(i)$ – źródło

$v(j)$ – ujście

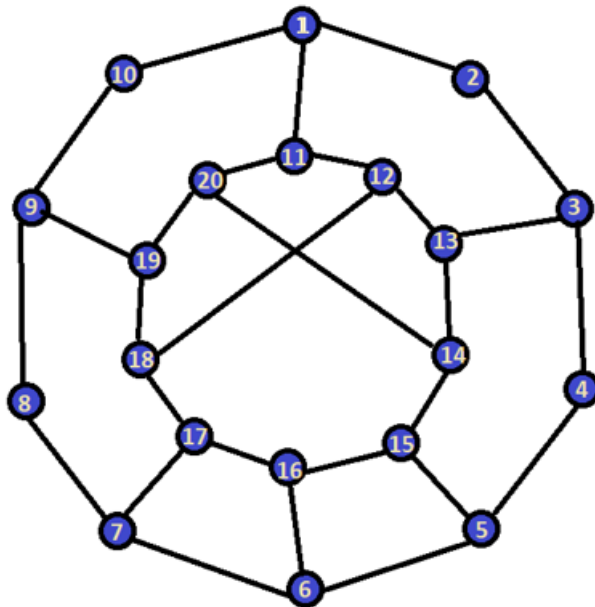
c – funkcja przepustowości (maksymalną liczbę bitów, którą można wprowadzić do kanału komunikacyjnego w ciągu sekundy)

a – funkcja przepływu (faktyczna liczba pakietów, które wprowadza się do kanału komunikacyjnego w ciągu sekundy)

T – średnie opóźnienie w sieci

p – prawdopodobieństwo nie uszkodzenia krawędzi w dowolnym interwale czasowym

1. Topologia grafu:



20 wierzchołków i 28 krawędzi. Od każdego wierzchołka odchodzą co najmniej 2 krawędzie, więc żaden nie jest izolowany. Ponad połowa (16) wierzchołków ma połączenie z 3 krawędziami.

Funkcje krawędzi:

Macierz (N)

Macierz natężeń strumienia pakietów przedstawia losową liczbę (z zakresu 1-9) jako ilość pakietów przesłanych od źródła do ujścia lub 0 gdy byłoby to „od siebie do siebie”

macierz N:

[	0	2	7	5	8	6	1	2	5	3	8	4	2	7	9	8	5	9	1	8]
[	2	0	6	5	9	1	9	8	3	7	5	1	1	3	4	3	6	2	9	7]
[	6	6	0	8	3	1	6	9	6	1	1	3	5	8	4	9	2	8	3	1]
[	3	5	9	0	7	1	2	2	7	7	6	9	9	6	9	2	7	3	6	1]
[	2	7	3	6	0	1	9	7	8	1	5	7	7	8	7	2	5	8	1	1]
[	8	6	4	6	9	0	8	4	9	2	8	3	9	9	5	7	4	7	6	1]
[	7	8	5	8	9	4	0	1	3	5	6	3	2	6	1	7	4	5	3	2]
[	2	5	3	5	2	2	7	0	8	2	2	8	2	3	2	2	5	1	7	8]
[	8	9	2	3	5	5	8	3	0	6	3	3	2	4	4	6	4	2	8	8]
[	5	7	6	8	9	7	4	9	6	0	4	8	1	5	7	4	5	9	5	7]
[	7	5	1	4	4	8	8	7	2	8	0	7	9	7	8	5	1	1	5	9]
[	4	8	6	1	8	4	1	9	5	4	4	0	9	7	9	3	8	3	8	6]
[	9	5	1	3	9	8	2	3	4	6	2	8	0	9	9	4	5	1	7	7]
[	1	2	1	8	4	6	6	5	7	4	9	7	1	0	8	8	7	3	5	2]
[	9	6	1	6	9	6	7	8	7	3	9	3	8	9	0	4	7	1	2	8]
[	1	3	2	2	6	3	6	2	7	8	2	7	1	9	7	0	1	5	5	9]
[	4	5	4	7	6	3	8	7	3	8	8	5	8	6	1	6	0	2	8	4]
[	9	6	5	8	5	4	2	2	9	8	5	7	6	3	7	3	2	0	4	8]
[	9	6	5	8	1	9	9	7	7	8	9	9	6	2	5	9	2	7	0	5]
[	1	9	6	2	2	3	3	8	8	4	5	9	1	5	9	4	8	9	1	0]]

Przykładowa macierz N

Przepływ (a)

Ile pakietów faktycznie wprowadza się do kanału komunikacyjnego w ciągu sekundy, jest to więc suma wszystkich pakietów, które przepłyną po krawędzi - e
(dla każdej pary punktów zwiększa ilość pakietów, które przepłynęły po krawędzi. Jeśli nie mają wspólnej krawędzi, liczy dla wszystkich fragmentów (najkrótszej) ścieżki.)

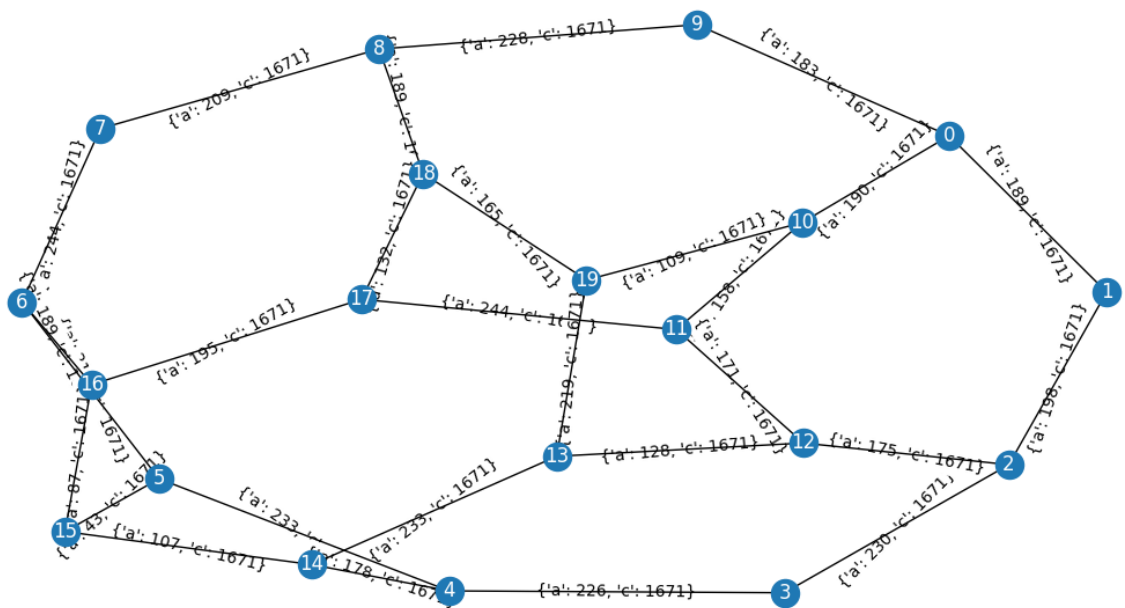
$$a(e) = \sum_{vi, vj \in V} |path(vi, vj) \cap \{e\}| * ni, j$$

Przepustowość (c)

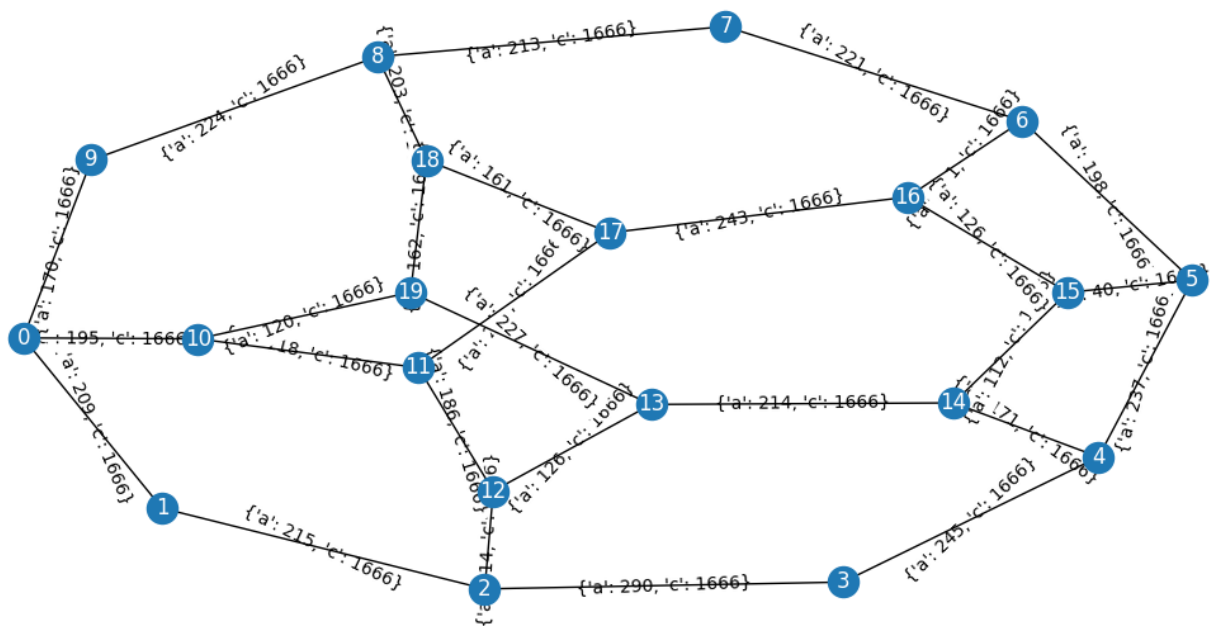
Maksymalna liczba bitów, które można wprowadzić do kanału komunikacyjnego w ciągu sekundy

$$c(e) = m * \sum_{i, j \in 20} N[i][j]$$

c(e) jest więc wielokrotnością sumy wszystkich występujących pakietów oraz m – średniej wielkości pakietów. Ponieważ zawarta jest liczba wszystkich pakietów, musi być spełniony warunek: c(e) > a(e)



Uzupełniony graf (dla $m=1$)



$p=10$

2. Niezawodność

T jest **średnim opóźnieniem** pakietu w sieci;

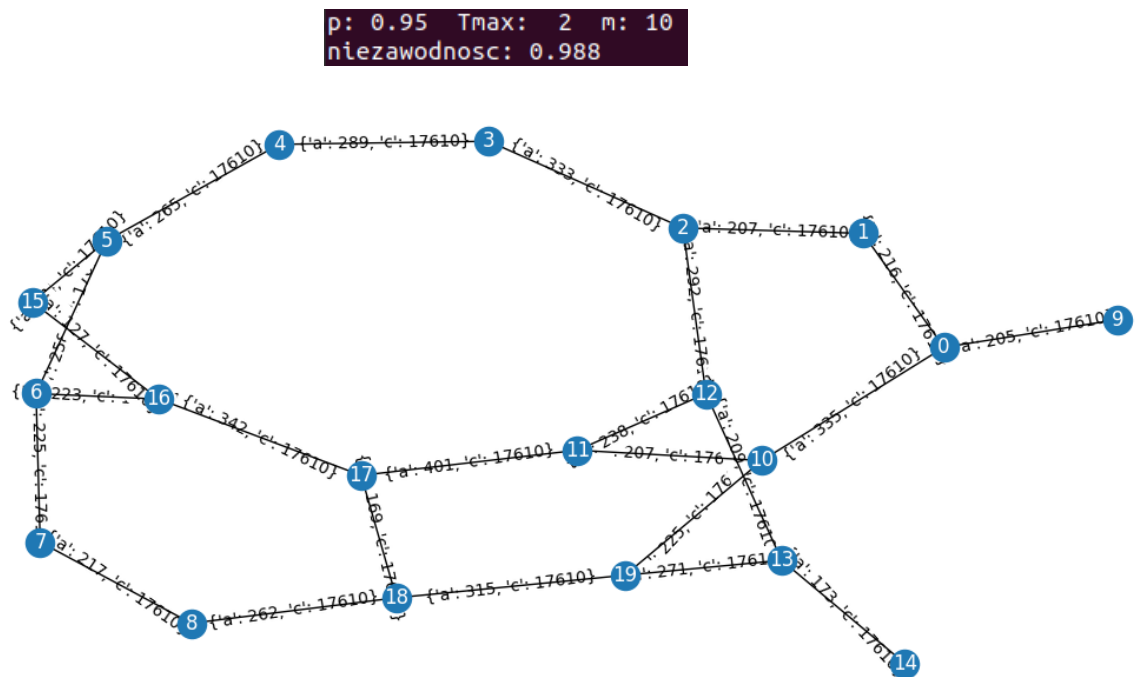
Obliczamy z poniższego wzoru, gdzie G – suma wszystkich elementów macierzy natężeń, m – średnia wielkość pakietu w bitach

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

Niezawodność, czyli prawdopodobieństwo, że średnie opóźnienie(T), będzie mniejsze od maksymalnego opóźnienia (T_{max}) dla nierozspójnionej sieci w dowolnym czasie.

P to prawdopodobieństwo, że żadna krawędź nie zostanie uszkodzona w dowolnym interwale czasowym.

Szacowałam wartości niezawodności robiąc 1000 prób, gdzie losowano krawędzie do usunięcia w grafie. Następnie dla grafów, które dalej były spójne liczone nowy przepływ(a) oraz średnie opóźnienie(T). Po zliczeniu prób, gdzie T było mniejsze od Tmax udało się obliczyć prawdopodobieństwo.



Graf po liczeniu niezawodności

3. Zmiany N

Zwiększałam wartości w macierzy natężeń. Graf ustalony na początku grafu wylosowałam macierz w zakresie 1-9.

Dla parametrów: $p=0,95$; $T_{max}=0,1$; $m=100$; obliczono niezawodność.

Następnie zaczęłam zwiększać wartości wszystkich pól macierzy o 5, za każdym razem wyliczając nową niezawodność

<p>p: 0.95 Tmax: 0.1 m: 100 niezawodnosc: 0.987 N+ 5 ; Niezawodnosc: 0.983 N+ 10 ; Niezawodnosc: 0.965 N+ 15 ; Niezawodnosc: 0.869 N+ 20 ; Niezawodnosc: 0.612 N+ 25 ; Niezawodnosc: 0.331</p>	<p>p: 0.95 Tmax: 0.1 m: 100 niezawodnosc: 0.987 N+ 5 ; Niezawodnosc: 0.984 N+ 10 ; Niezawodnosc: 0.967 N+ 15 ; Niezawodnosc: 0.862 N+ 20 ; Niezawodnosc: 0.585 N+ 25 ; Niezawodnosc: 0.289</p>
--	--

Niezawodność zaczęła mocno maleć wraz ze wzrostem N

Wykonałam jeszcze drugi test, gdzie losowałam nowe macierze, ale dla różnych limitów i dopiero wtedy zaczęłam dodawać wartości

<p>Macierz z wart. do 5 p: 0.95 Tmax: 0.1 m: 100 niezawodnosc: 0.985 N+ 5 ; Niezawodnosc: 0.976 N+ 10 ; Niezawodnosc: 0.762 N+ 15 ; Niezawodnosc: 0.262 N+ 20 ; Niezawodnosc: 0.0 N+ 25 ; Niezawodnosc: 0.0</p>	<p>Macierz z wart. do 10 p: 0.95 Tmax: 0.1 m: 100 niezawodnosc: 0.979 N+ 5 ; Niezawodnosc: 0.991 N+ 10 ; Niezawodnosc: 0.973 N+ 15 ; Niezawodnosc: 0.909 N+ 20 ; Niezawodnosc: 0.668 N+ 25 ; Niezawodnosc: 0.375</p>
<p>Macierz z wart. do 20 p: 0.95 Tmax: 0.1 m: 100 niezawodnosc: 0.989 N+ 5 ; Niezawodnosc: 0.984 N+ 10 ; Niezawodnosc: 0.986 N+ 15 ; Niezawodnosc: 0.984 N+ 20 ; Niezawodnosc: 0.977 N+ 25 ; Niezawodnosc: 0.931</p>	<p>Macierz z wart. do 15 p: 0.95 Tmax: 0.1 m: 100 niezawodnosc: 0.985 N+ 5 ; Niezawodnosc: 0.992 N+ 10 ; Niezawodnosc: 0.987 N+ 15 ; Niezawodnosc: 0.977 N+ 20 ; Niezawodnosc: 0.925 N+ 25 ; Niezawodnosc: 0.842</p>

Wartości dalej spadają szczególnie dla bardzo małych zakresów (dla 5, najwyższe w ogóle nie mogą się odbyć). Należy jednak pamiętać, że przepustowość była zależna od początkowych wartości macierzy – stąd tak dyrastyczne spadki dla mniejszych limitów.

Dla ostatniego testu zmieniałam wartość przepustowości podstawiając wszędzie $c = 200.000$, niezależnie od limitu macierzy

<p>Macierz z wart. do 5 p: 0.95 Tmax: 0.1 m: 100 niezawodnosc: 0.985 N+ 5 ; Niezawodnosc: 0.989 N+ 10 ; Niezawodnosc: 0.983 N+ 15 ; Niezawodnosc: 0.957 N+ 20 ; Niezawodnosc: 0.87 N+ 25 ; Niezawodnosc: 0.658</p>	<p>Macierz z wart. do 15 p: 0.95 Tmax: 0.1 m: 100 niezawodnosc: 0.982 N+ 5 ; Niezawodnosc: 0.981 N+ 10 ; Niezawodnosc: 0.964 N+ 15 ; Niezawodnosc: 0.867 N+ 20 ; Niezawodnosc: 0.661 N+ 25 ; Niezawodnosc: 0.429</p>
<p>Macierz z wart. do 10 p: 0.95 Tmax: 0.1 m: 100 niezawodnosc: 0.983 N+ 5 ; Niezawodnosc: 0.983 N+ 10 ; Niezawodnosc: 0.973 N+ 15 ; Niezawodnosc: 0.919 N+ 20 ; Niezawodnosc: 0.76 N+ 25 ; Niezawodnosc: 0.497</p>	<p>Macierz z wart. do 20 p: 0.95 Tmax: 0.1 m: 100 niezawodnosc: 0.981 N+ 5 ; Niezawodnosc: 0.964 N+ 10 ; Niezawodnosc: 0.916 N+ 15 ; Niezawodnosc: 0.764 N+ 20 ; Niezawodnosc: 0.523 N+ 25 ; Niezawodnosc: 0.294</p>

Zmiany w niezależności widać już przy wartościach początkowych, a dla większych wartości, spadki niezależności są co raz bardziej zauważalne.

4. Zmiany przepustowości

Wracając do macierzy natężeń N w limicie 1-9, policzyłam niezawodność przy zmienianych wartościach przepustowości tego samego grafu.

Parametrów: $p=0,95$; $T_{max}=0,1$; $m=100$;

Parametry	Wyniki
p: 0.95 Tmax: 0.1 m: 100	p: 0.95 Tmax: 0.1 m: 100
c: 174100	c: 169200
niezawodnosc: 0.986	niezawodnosc: 0.985
c = 0.2*c = 34820.0	c = 0.2*c = 33840.0
niezawodnosc: 0.623	niezawodnosc: 0.568
c = 0.33*c = 58033.333333333336	c = 0.33*c = 56400.0
niezawodnosc: 0.961	niezawodnosc: 0.958
c = 0.5*c = 87050.0	c = 0.5*c = 84600.0
niezawodnosc: 0.991	niezawodnosc: 0.989
c = 2*c = 348200	c = 2*c = 338400
niezawodnosc: 0.987	niezawodnosc: 0.987
c = c*c = 30310810000	c = c*c = 28628640000
niezawodnosc: 0.987	niezawodnosc: 0.986

Można zauważyć, że wraz ze wzrostem przepustowości rośnie też niezawodność. Powinniśmy zawsze dbać o to by dobrać odpowiednią, nie za małą przepustowość

5. Zmiany struktury

W losowy sposób dodałam nowe krawędzie.

Tak wyglądają zmiany niezależności:

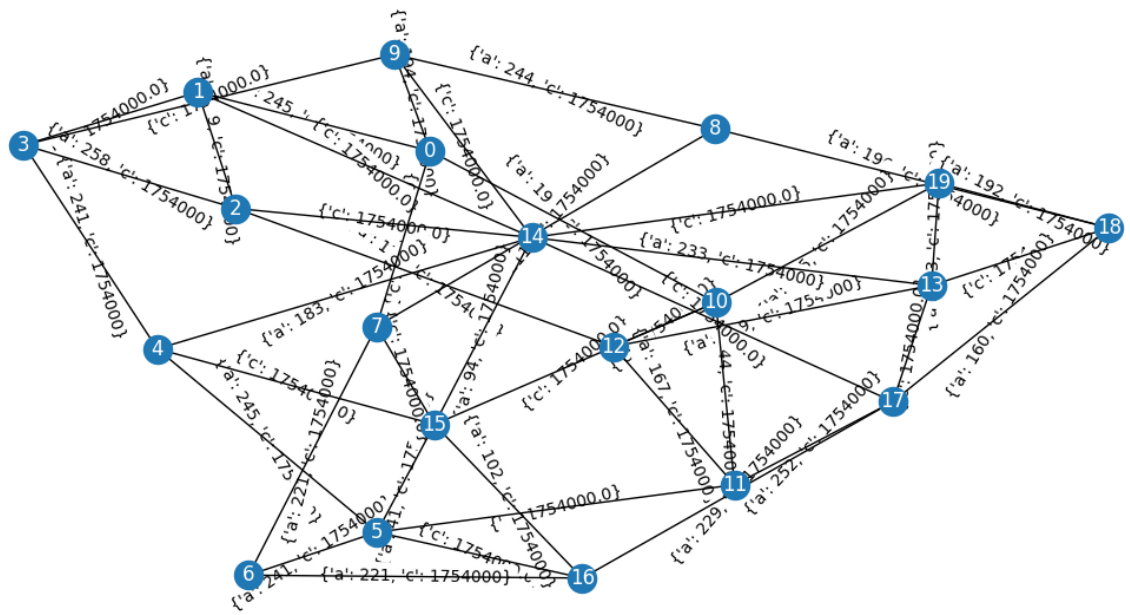
```
p: 0.95 Tmax: 0.1 m: 100
c: 169900
niezawodnosc: 0.985
krawedzie: 30 niezawodnosc: 0.989
krawedzie: 32 niezawodnosc: 0.991
krawedzie: 34 niezawodnosc: 0.997
krawedzie: 36 niezawodnosc: 1.0
krawedzie: 38 niezawodnosc: 0.997
krawedzie: 40 niezawodnosc: 1.0
krawedzie: 42 niezawodnosc: 1.0
krawedzie: 44 niezawodnosc: 1.0
```

Niezależność wzrasta wraz z liczbą krawędzi, udało się wręcz osiągnąć sieć całkowicie niezawodna dla swoich parametrów

Po zmianie parametrów (mniejsze p, większe m), gdy niezawodność początkowa jest mniejsza, wzrost jest bardziej widoczny

Parametry	Wyniki
p: 0.8 Tmax: 0.1 m: 1000	p: 0.8 Tmax: 0.1 m: 1000
c: 1778000	c: 1754000
niezawodnosc: 0.669	niezawodnosc: 0.654
krawedzie: 30 niezawodnosc: 0.695	krawedzie: 30 niezawodnosc: 0.708
krawedzie: 32 niezawodnosc: 0.762	krawedzie: 32 niezawodnosc: 0.778
krawedzie: 34 niezawodnosc: 0.778	krawedzie: 34 niezawodnosc: 0.857
krawedzie: 36 niezawodnosc: 0.815	krawedzie: 36 niezawodnosc: 0.901
krawedzie: 38 niezawodnosc: 0.836	krawedzie: 38 niezawodnosc: 0.912
krawedzie: 40 niezawodnosc: 0.864	krawedzie: 40 niezawodnosc: 0.93
krawedzie: 42 niezawodnosc: 0.842	krawedzie: 42 niezawodnosc: 0.948
krawedzie: 44 niezawodnosc: 0.863	krawedzie: 44 niezawodnosc: 0.967

Graf po dodaniu



Graf po dodaniu dodatkowych krawędzi: wszystkie punkty mają co najmniej 3 różne połączenia, więc nawet jeśli jakieś ulegnie zniszczeniu, ścieżka powinna być bez problemu utworzone. Dodanie nowych krawędzi jest dobrym ruchem przy projektowaniu sieci.