

# WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA

## LABORATORIUM ZARZĄDZANIE SIECIAMI TELEINFORMATYCZNYMI

Stopień, imię i nazwisko prowadzącego	Stopień, imię i nazwisko słuchacza	Grupa szkoleniowa
<i>dr inż. Tomasz Malinowski</i>	<i>inż. Grzegorz Pol</i>	<i>10G1S4</i>
		Data wykonania ćwiczenia
		<i>24.05.2011 r.</i>

## SPRAWOZDANIE Z PRACY PROJEKTOWEJ

**Temat:** Porównanie mechanizmów QoS

### 1. Zadanie

Treść zadania projektowego:

Opracować model sieci teleinformatycznej, który będzie użyty w badaniach porównawczych mechanizmów QoS. Model sieci powinien uwzględniać (odzwierciedlać):

- strukturę fizyczną i logiczną sieci teleinformatycznej z łączem stanowiącym "wąskie gardło", gdzie będą implementowane: LLQ, WFQ, PQ
- ustalone zasady wymiany informacji między węzłami (hostami) sieciowymi (zasady generowania ruchu sieciowego, powiązane z wybranymi aplikacjami sieciowymi). Tu należy wybrać modele ruchu sieciowego, sparametryzować je i uzasadnić swój wybór.
- przeprowadzić eksperyment symulacyjny wykazujący użyteczność kolejkowania LLQ (na tle kolejkowania WFQ).
- Wykazać, że kolejkowanie PQ prowadzi do "zagłodzenia" ruchu sieciowego w obecności ruchu uprzywilejowanego (z najwyższym priorytetem).

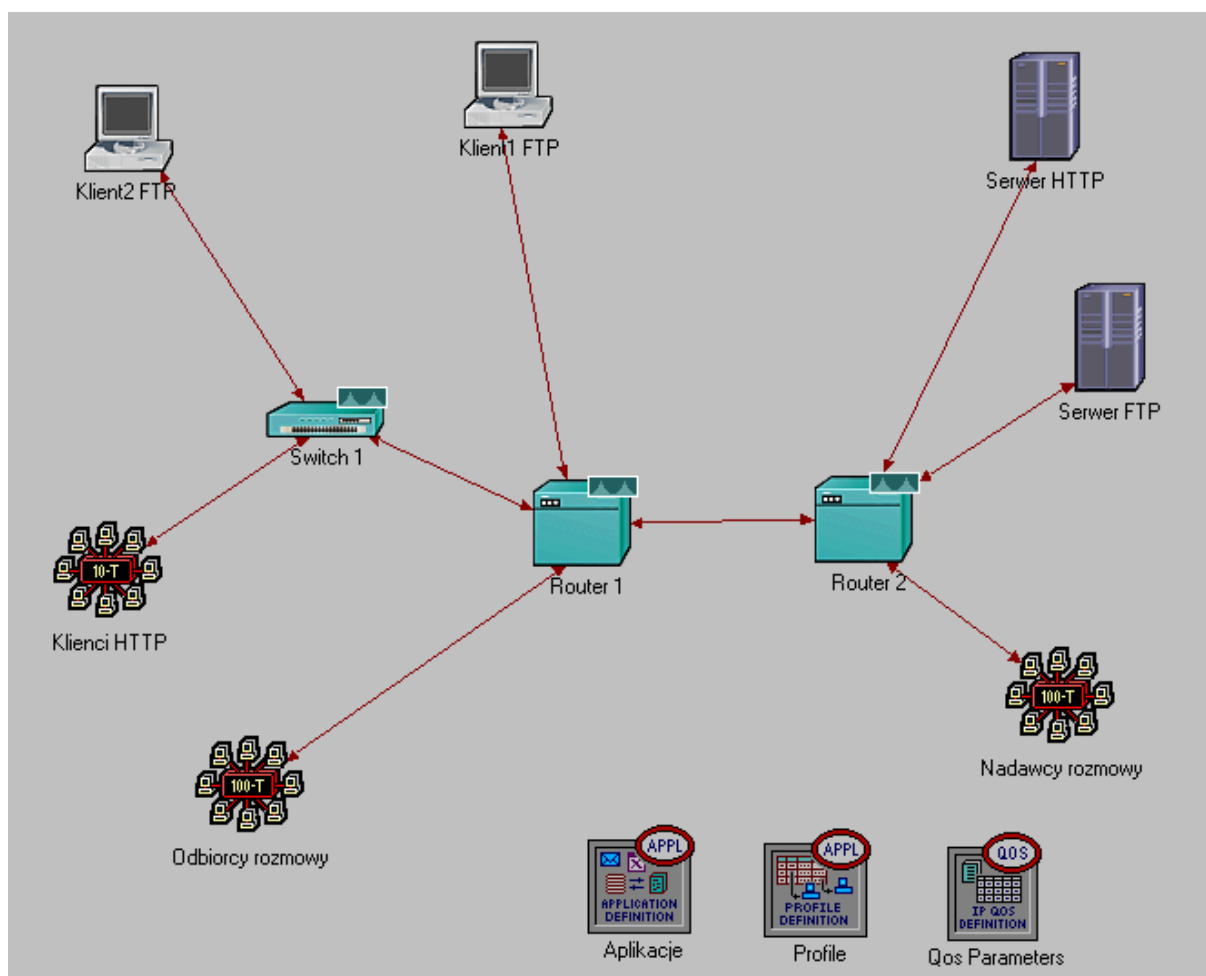
Zebrać wyniki przeprowadzonych eksperymentów, udokumentować i skomentować. Klasyfikowanie ruchu sieciowego powinno być realizowane z wykorzystaniem IP Precedence (lub DSCP). Opracowanie powinno cechować się unikalnym podejściem do postawionego zadania badawczego. Badania przeprowadzić z wykorzystaniem pakietu symulacyjnego OPNET IT Guru Academic Edition.

### 2. Topologia i ustawienia

Na potrzeby zadania projektowego zbudowałem prostą sieć przedstawioną na rysunku nr 1. Sieć składa się z dwóch routerów Cisco 7204.

Do pierwszego z nich podłączyłem switch Cisco 2912XL, jeden komputer pełniący rolę klienta FTP oraz sieć LAN złożoną z 15 komputerów, którzy są odbiorcami rozmów głosowych. Ponadto do wspomnianego switcha podłączyłem drugi komputer pełniący również rolę klienta FTP oraz sporą sieć LAN złożoną ze 100 komputerów pełniących rolę klientów HTTP. Klienci FTP oraz sieć klientów HTTP została podłączona za pomocą kabli 10BaseT o przepustowości 10MB/s. Odbiorcy rozmów głosowych jak i switch do pierwszego routera zostali podłączeni kablem 100BaseT o przepustowości 100MB/s.

Do drugie routera podłączyłem natomiast oba serwery (HTTP i FTP) oraz sieć LAN złożoną z 15 komputerów, którzy pełnią rolę nadawców rozmów głosowych. W każdym z tych przypadków użyłem kabla 100BaseT o przepustowości 100MB/s.



Rysunek 1. Topologia sieci

Następny krok polegał na zdefiniowaniu ustawień aplikacji. Na potrzeby projektu zdefiniowałem trzy aplikacje: FTP, HTTP, Voice. Poniżej przedstawiam ich ustawienia:

Nazwa aplikacji	HTTP	FTP	Voice
Kolor na wykresach	niebieski	czerwony	zielony
Typ serwisu	AF 11 (40)	AF 22 (72)	EF (184)
Rodzaj ruchu	przeglądanie stron	pobieranie pliku	rozmowa głosowa

Dodatkowe ustawienia HTTP:

- stały czas pomiędzy żądaniami strony – 1 sekunda
- pobierana strona o rozmiarze 1000 bajtów co sekundę oraz średniej wielkości obrazek co 5 sekund

Dodatkowe ustawienia FTP:

- stały czas pomiędzy żądaniami – 1 sekunda
- stały rozmiar pliku 50000 bajtów

Dodatkowe ustawienia Voice:

- przychodzące/wychodzące fale rozmowy wyrażone w sekundach: wykładnicze (0,352)
- przychodząca/wychodząca cisza wyrażona w sekundach: wykładnicze (0,65)

Kolejnym krokiem w realizacji zadania projektowego było stworzenie profili, a następnie skojarzenie ich z powyżej zdefiniowanymi aplikacjami oraz ustawienie od której sekundy dany profil rozpocznie działalność. Ostatnim etapem ustawień był przypisanie aplikacji i profili do klientów, serwerów oraz podsięci. Sposób przypisania w/w urządzeń umieściłem w poniższej tabelce:

urządzenie / podsieć	supported profiles	supported services
Klient 1 FTP	Klient FTP	-
Klient 2 FTP	Klient FTP	-
Klienci http	Klient HTTP	-
Odbiorcy rozmowy	-	Voice
Nadawcy rozmowy	Rozmowa	-
Serwer FTP	-	FTP
Serwer HTTP	-	HTTP

### 3. Symulacje

Po ustawieniach wszystkich urządzeń i sieci rozpocząłem konfigurowanie wąskiego gardła tak aby przeprowadzić trzy symulacje:

- symulacja przepływu pakietów z zaimplementowanym kolejkowaniem WFQ
- symulacja przepływu pakietów z zaimplementowanym kolejkowaniem WFQ i LLQ
- symulacja przepływu pakietów z zaimplementowanym kolejkowaniem PQ

Każdy z powyższych scenariuszy różnił się wyłącznie rodzajem zaimplementowanej kolejki. W każdej z w/w symulacji topologia oraz ustawienia wszystkich urządzeń była taka sama.

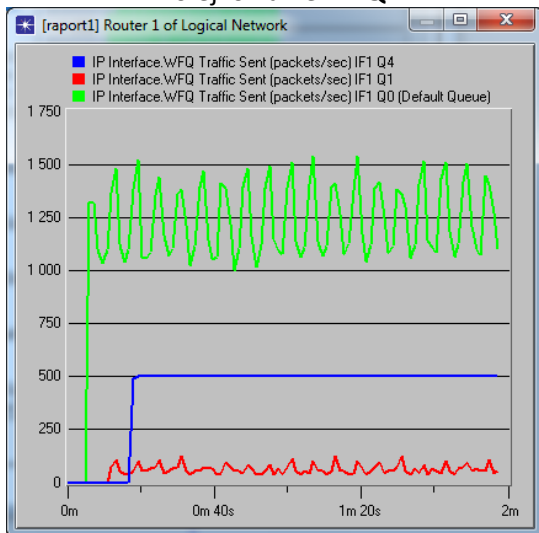
### 4. Wyniki symulacji

W celach porównawczych postanowiłem zestawić ze sobą cztery wykresy (wszystkie pomiary uzyskane na routerze nr 1) każdej z symulacji:

- wysłane pakiety na sekundę
- odrzucone pakiety na sekundę
- opóźnienie kolejek w sekundach
- wykorzystywany bufor w bajtach

WYŚLANE PAKIETY NA SEKUNDĘ

kolejkowanie WFQ



OPIS

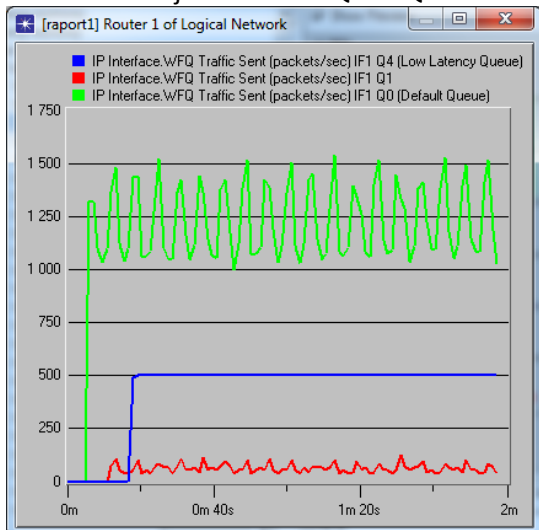
Wykresy, które znajdują się po lewej stronie ukazują wyniki przeprowadzonych trzech symulacji różniących się typem kolejkowania. Z podanych wykresów można zaobserwować, że najwięcej pakietów generują urządzenia obsługujące HTTP, a najmniej klienci FTP.

Spowodowane to jest zapewne ilością komputerów. Klientów HTTP jest 100, klientów nadających rozmowę głosową 15, a klientów FTP tylko dwóch.

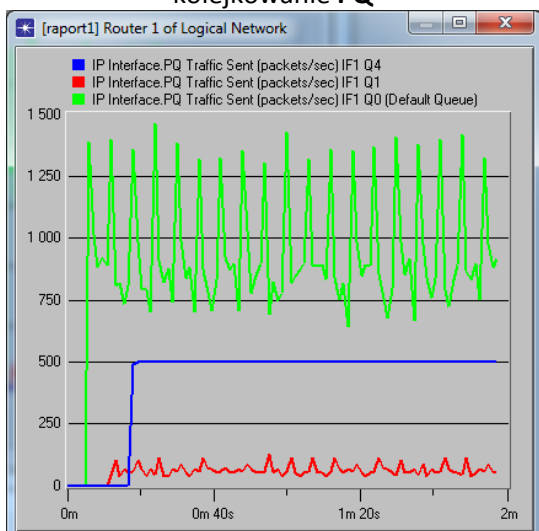
Wykresy potwierdzają oczywisty wniosek, że ilość pakietów jest uzależniona od ilości wysłanych bajtów. Dobrze to obrazują klienci HTTP gdzie co 5 sekund, kiedy oprócz żądań podstawowych pobierane jest dodatkowo zdjęcie, ilość wysłanych pakietów się zwiększa o połowę.

W moim przypadku nie da się zaobserwować żadnej większej różnicy pomiędzy wykresami kolejkowania WFQ, a WFQ i LLQ. Przy kolejkowaniu PQ zauważalna jest za to większa amplituda w ilości wysłanych pakietów na sekundę związanych z ruchem HTTP.

kolejkowanie WFQ + LLQ

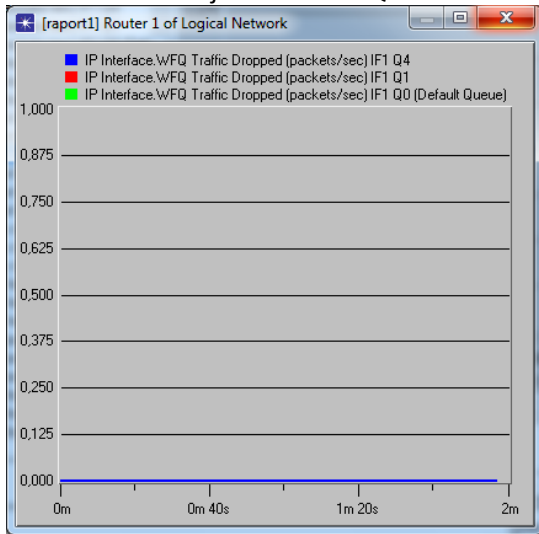


kolejkowanie PQ



**ODRZUCONE PAKIETY NA SEKUNDĘ**

**kolejkowanie WFQ**

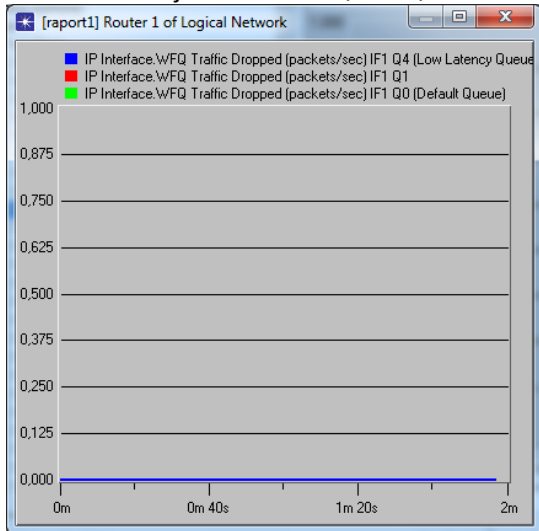


**OPIS**

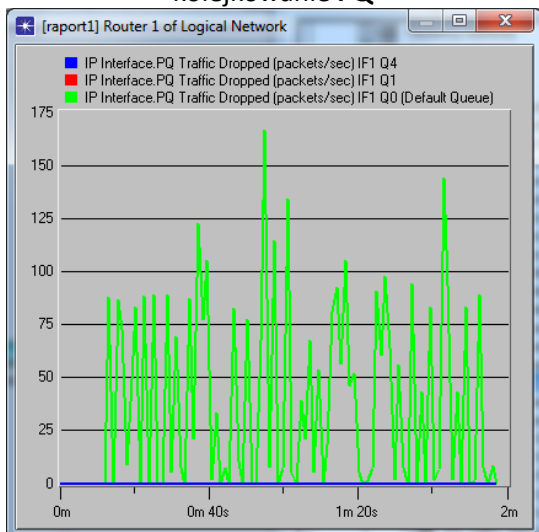
Kolejkowanie WFQ, a także kolejkowanie WFQ wraz z LLQ w moim przypadku nie odrzuca żadnych pakietów. Spowodowane jest to całkiem dobrą przepustowością ruchu oraz rozsądnie zbudowaną siecią.

Natomiast podczas kolejkowania PQ – w momencie włączenia się ostatniego ruchu w 9 sekundzie, który notabene został przeze mnie, ze względu na rodzaj przesyłanych danych (voice) oznaczony jako ruch o najwyższym priorytecie pojawiają się straty pakietów HTTP. Spowodowane to jest tym, że system kolejkowania zajmuje się przede wszystkim ruchem uprzywilejowanym zostawiając na inny ruch mały kawałek łącza.

**kolejkowanie WFQ + LLQ**

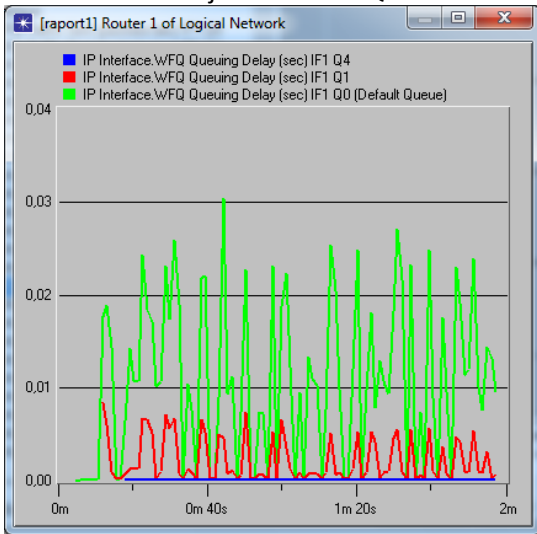


**kolejkowanie PQ**



**OPÓZNIENIE KOLEJEK W SEKUNDACH**

**kolejkowanie WFQ**

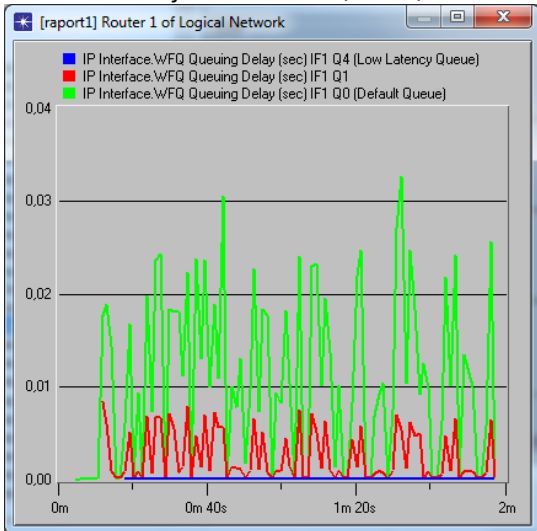


**OPIS**

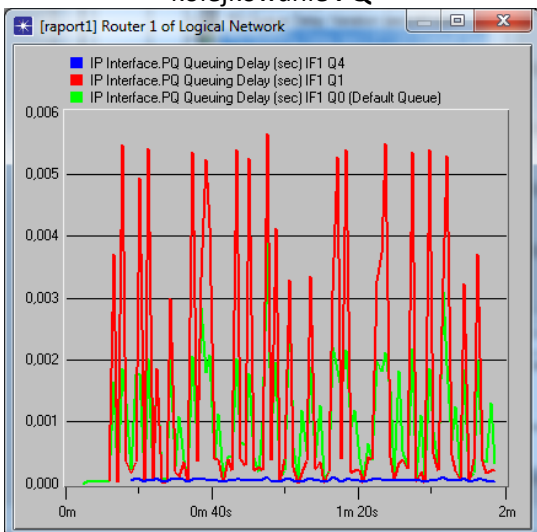
Podczas pomiaru opóźnień ponownie nie zaobserwowałem różnic pomiędzy kolejkowaniem WFQ, a kolejkowaniem WFQ + LLQ. W obu przypadkach widać, że ruch o najniższym priorytecie ma największe opóźnienia, a ruch z najwyższym priorytetem nie ma ich wcale co oznacza, że transfer głosu przebiega bez zakłóceń.

W przypadku kolejkowania PQ pojawiają się spore opóźnienia w przypadku ruchu FTP i HTTP. Ponadto można zaobserwować niewielkie opóźnienia przy ruchu odpowiedzialnym za rozmowę. W tym przypadku ten typ kolejki sprawuje się zdecydowanie najgorzej.

**kolejkowanie WFQ + LLQ**

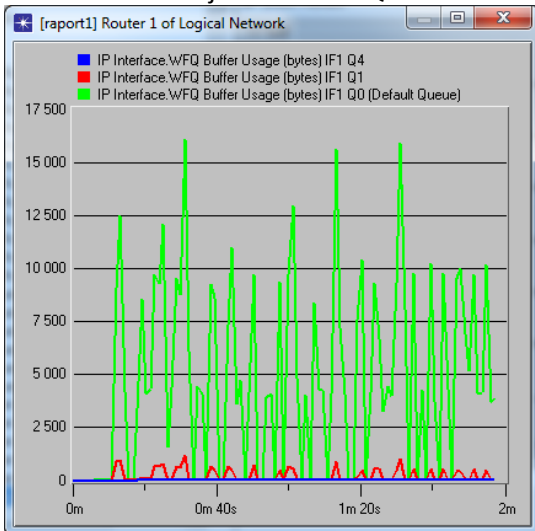


**kolejkowanie PQ**



WYKORZYSTANIE BUFORA W BAJTACH

kolejkowanie WFQ



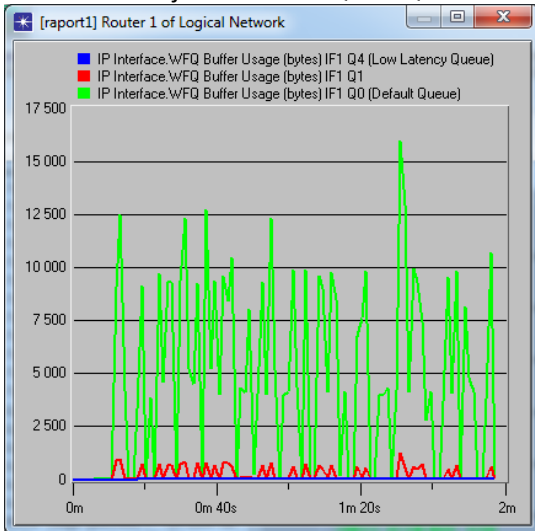
OPIS

Na ostatnich wykresach ponownie nie możemy zaobserwować różnic pomiędzy kolejkowaniem WFQ a jego ulepszoną wersją z dodatkiem LLQ.

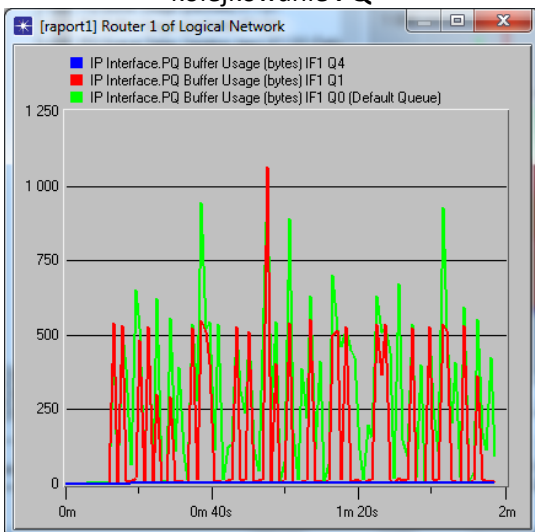
Natomiast w każdym przypadku widzimy, że bufor ruchu przeznaczony na rozmowę głosową jest wykorzystywany jedynie w małym stopniu.

Zarówno w kolejkowaniu WFQ jak i w WFQ + LLQ zdecydowanie najwięcej buforu potrzebuje ruch HTTP. W przypadku kolejkowania PQ ruch FTP wymaga tyle samo bajtów jak ruch HTTP.

kolejkowanie WFQ + LLQ



kolejkowanie PQ





### 5. Wnioski

Cel zadania projektowego w postaci stworzenia sieci oraz zaimplementowania mechanizmów QoS (w tym przypadku: WFQ, WFQ + LLQ, PQ) w środowisku OPNET został przeze mnie zrealizowany.

Na podstawie otrzymanych wyników oraz wcześniej zdobytej wiedzy teoretycznej, mogę potwierdzić zdecydowanie większą użyteczność mechanizmu WFQ niż mechanizmu PQ.

Podczas analizowania wyników przeprowadzonych symulacji zauważyłem, że mechanizm Priority Queuing zagładza ruch oznaczony mniejszym priorytetem na rzecz ruchu oznaczonego wyższym priorytetem.

Niestety zaprojektowane przeze mnie wąskie gardło okazało się w porównaniu do ilości urządzeń generujących ruch zbyt szerokie, by móc porównać mechanizm WFQ z mechanizmem WFQ + LLQ. W obu przypadkach najistotniejszy ruch w postaci rozmowy głosowej przebiegał bez jakichkolwiek opóźnień.

Ćwiczenie projektowe miało na celu przybliżyć mi trzy z wielu dostępnych mechanizmów kolejkowania ruchu sieciowego. Ponadto aplikacja OPNET umożliwia nam badanie jeszcze wielu innych typów kolejek: zaczynając od nieskomplikowanego FIFO, a kończąc np. na PQCBWFQ, który to jest kombinacją kilku typów kolejek.