Wojskowa Akademia Techniczna

im. Jarosława Dąbrowskiego

Zarządzanie Systemami Teleinformatycznymi

Prowadzący: dr inż. Tomasz Malinowski

PROJEKT

Wykonał:
Marek Oleksiak
I0H1S4

1. Treść zadania projektowego

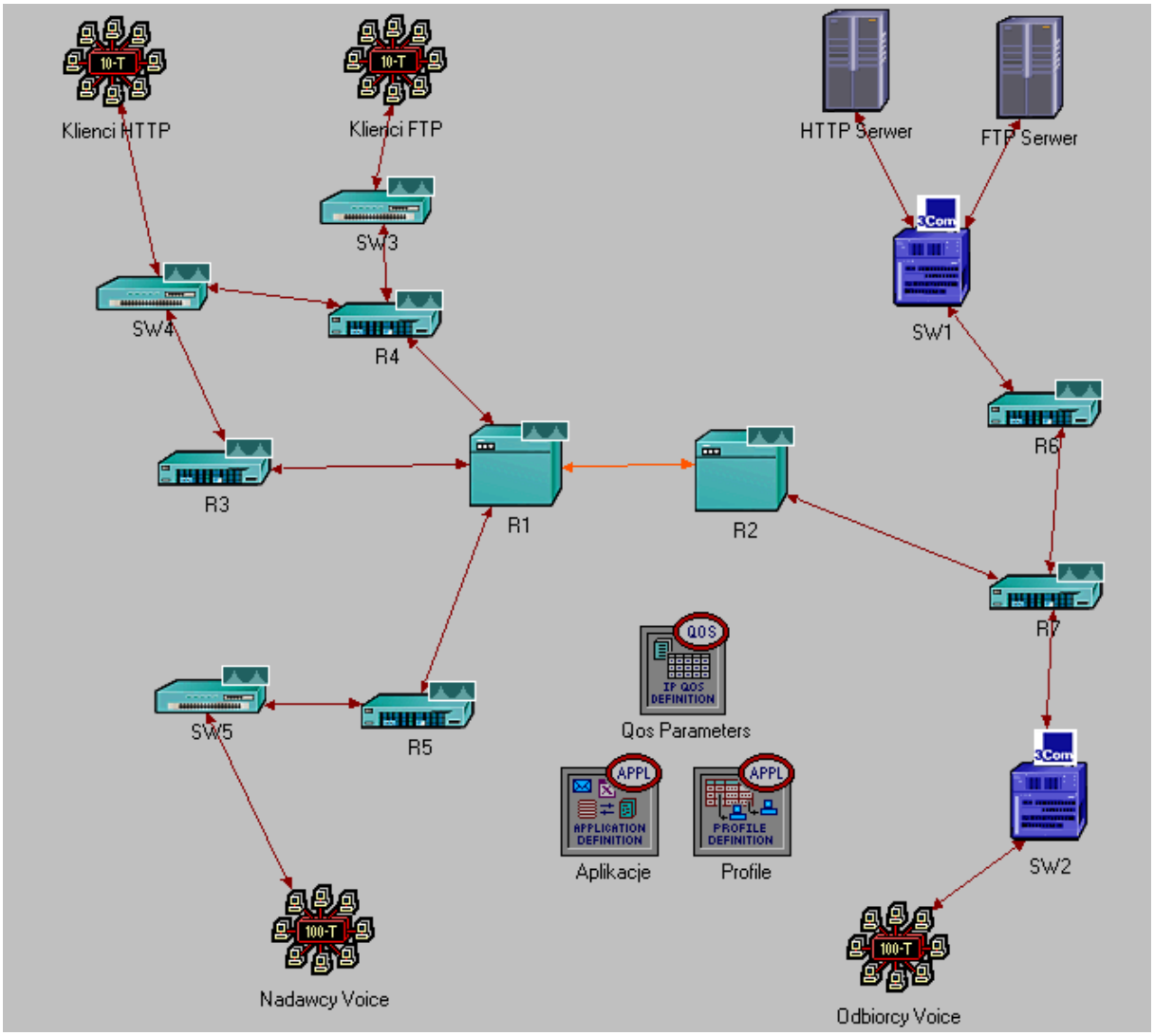
Zadanie projektowe

1. 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.
2. Przeprowadzić eksperyment symulacyjny wykazujący użyteczność kolejkowania LLQ (na tle kolejkowania WFQ).
3. Wykazać, że kolejkowanie PQ prowadzi do "zagłodzenia" ruchu sieciowego w obecności ruchu uprzywilejowanego (z najwyższym priorytetem).
4. 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. Realizacja zadania projektowego

Realizację zadania projektowego zaczęto od skonstruowania sieci w środowisku OPNET IT GURU Academic Edition., strukturę której przedstawia rysunek 1.



Rysunek 1. Struktura sieci

Sieć składa się z dwóch routerów R1 i R2 Cisco 7000 stanowiące „wąskie gardło” (łącze pomiędzy nimi – 10Mbit/s) , trzech routerów R3, R4, R5 Cisco 3620, trzech przełączników SW3, SW4, SW5, dwóch przełączników SW1, SW2 3COM CB3500. Do przełącznika SW3 została podłączona sieć (łącze 10Mbit/s) o nazwie Klienci FTP w liczbie 25 stacji roboczych, którzy generują żądania FTP do Serwera FTP. Sieć Klienci HTTP (również połączeni między sobą łączem 10Mbit/s – 100 stacji roboczych) podłączeni do przełącznika SW4. Sieć Nadawc Voice (15 hostów podłączonych 100Mbit/s łączem do przełącznika SW5) są inicjatorami rozmów do

sieci Odbiorcy Voice. Aplikacje – oznacza zdefiniowane aplikacje używane do przeprowadzenia symulacji (FTP, HTTP, Voice), Profile – jak sama nazwa wskazuje określają profile, które będą korzystać z wcześniej zdefiniowanych aplikacji oraz umożliwiają przypisanie ich do urządzeń końcowych w sieci. QoS Parameters – określa parametry zastosowanych w zadaniu projektowym mechanizmów kolejkowania.

2.1. Opis generowanego ruchu

Klienci HTTP generują ruch (100 hostów od 20 sekundy symulacji):

- Type of traffic: Heavy Browsing (Heavy HTTP 1.1)
- Page Interarrival Time: 2 sec
- DSCP: 80

Klienci FTP generują ruch (50 hostów od 40 sekundy symulacji):

- Type of traffic: Heavy File Transfer
- Inter-Request Time: 3 sec
- File Size: 5000 bytes
- DSCP: 144

Nadawcy Voice generują ruch (15 hostów od 60 sekundy symulacji):

- Wysokiej jakości dźwięk PCM
- DSCP: 184

2.2. Cel przeprowadzenia symulacji

I. **Cel:** Przeprowadzić eksperyment symulacyjny wykazujący użyteczność kolejkowania LLQ (na tle kolejkowania WFQ).

   Przewidywany wynik założonego celu: Wykorzystanie mechanizmu LLQ w mechanizmie WFQ spowoduje obniżeniem opóźnienia dla kolejki oznaczonej jako LLQ.

II. **Cel:** Wykazać, że kolejkowanie PQ prowadzi do "zagłodzenia" ruchu sieciowego w obecności ruchu uprzywilejowanego (z najwyższym priorytetem).

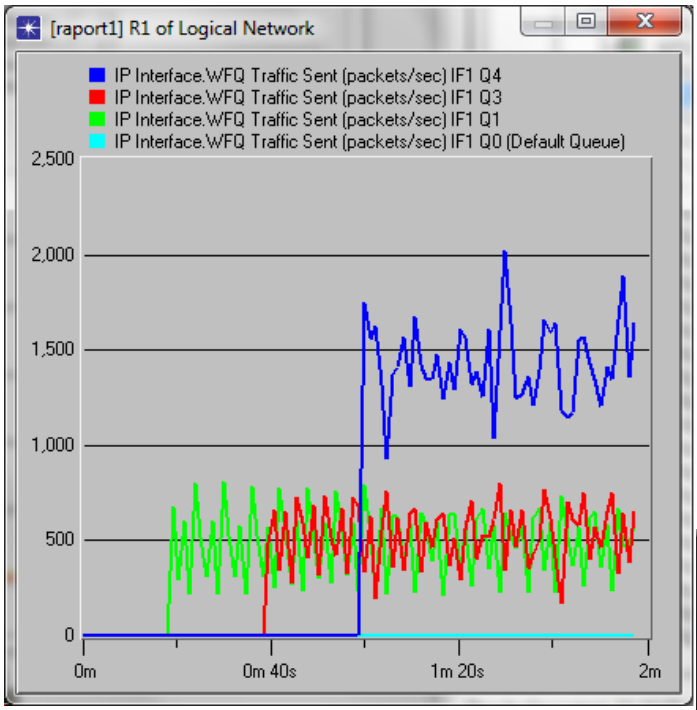
   Przewidywany wynik założonego celu: Wykorzystanie mechanizmu kolejkowania PQ prowadzi do zagłodzenia pozostałych kolejek przez kolejkę o priorytecie najwyższym.

2.3. Przeprowadzone symulacje

Punkty 2.2.1. oraz 2.2.2. opisują przebieg przeprowadzonych symulacji w pakiecie OPNET.

2.3.1. Eksperyment symulacyjny wykazujący użyteczność kolejkowania LLQ (na tle kolejkowania WFQ).

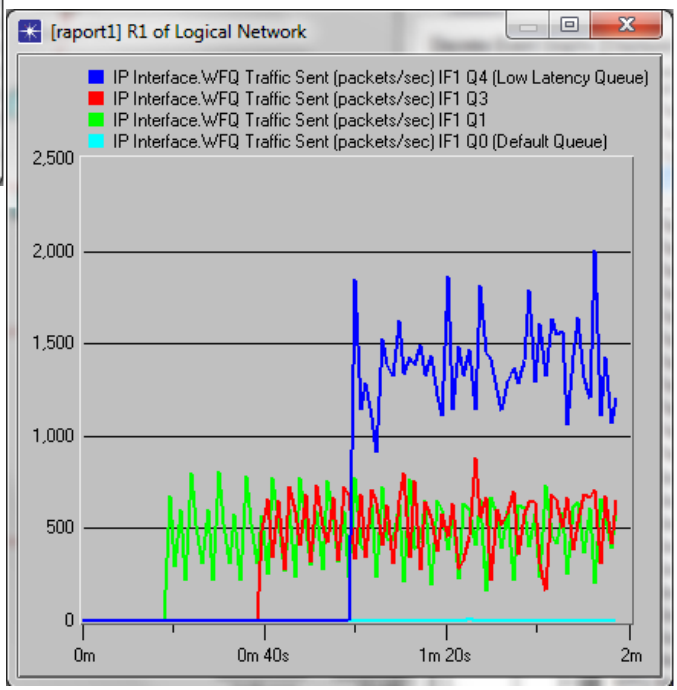
Rysunki 2 i 3 porównują pakiety wysyłane przez kolejki WFQ i WFQ wraz z LLQ



Rysunek 2. Kolejkowanie WFQ - Traffic Sent

pozostał bardzo zbliżony. Kolejka domyślna Q0 zostaje „głodzona" w obu przypadkach, jednak nie obsługuje ona badanych pakietów (HTTP, FTP, Voice).

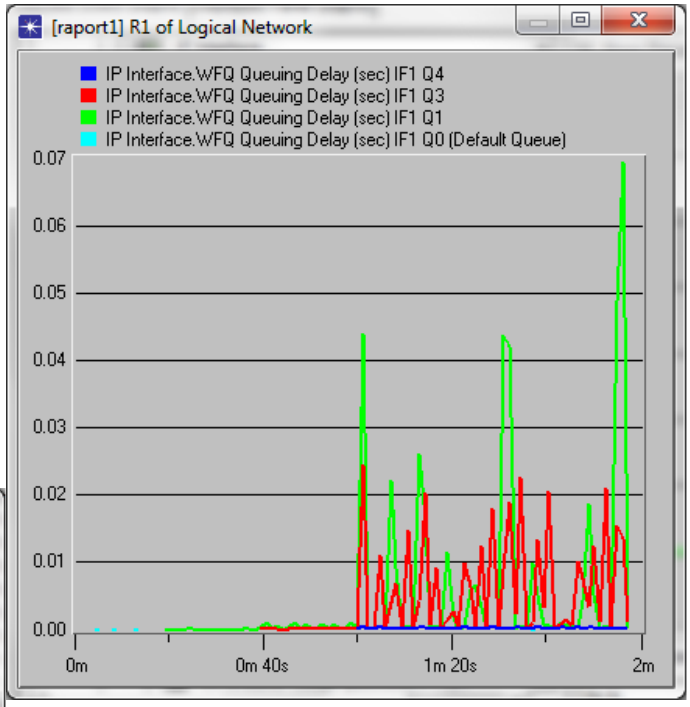
Porównując wysyłanie pakietów przez kolejkę Q4 mechanizmu WFQ i kolejkę Q4 (oznaczoną jako kolejka LLQ) mechanizmu WFQ nie dostrzeżono znaczących zmian. Wysyłanie pakietów nie wzrosło po oznaczeniu kolejki Q4 jako kolejki LLQ oraz przepływ pozostałych pakietów w kolejkach



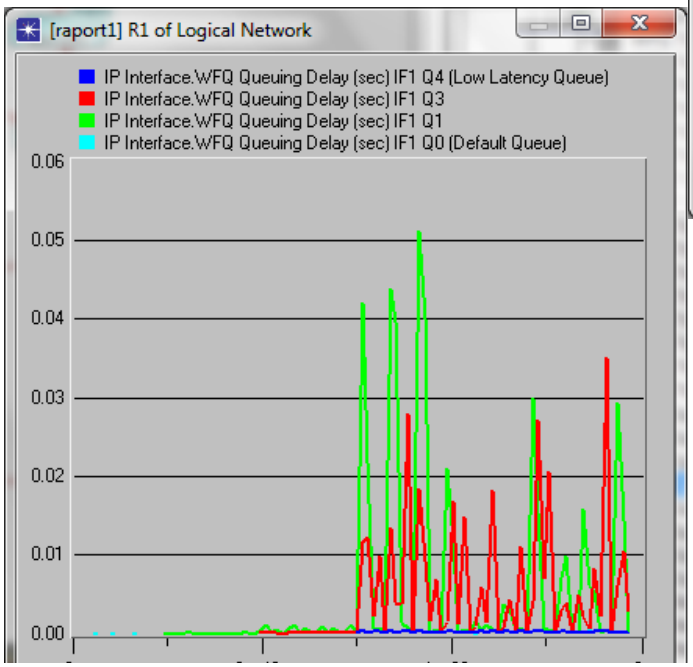
Rysunek 3. Kolejkowanie WFQ i LLQ - Traffic Sent

Rysunki 3 i 4 przedstawiają opóźnienia poszczególnych kolejek mechanizmu WFQ i WFQ wraz z LLQ.

Jeżeli chodzi o opóźnienie kolejkowania przez poszczególne kolejki różnice nie są zauważalne. Większe opóźnienia o ok. 0,1 sekundę posiada mechanizm WFQ bez implementacji kolejek LLQ. Oznaczając kolejkę Q4 jakos LLQ również nie widzimy znaczących zmian. Opóźnienie pozostaje



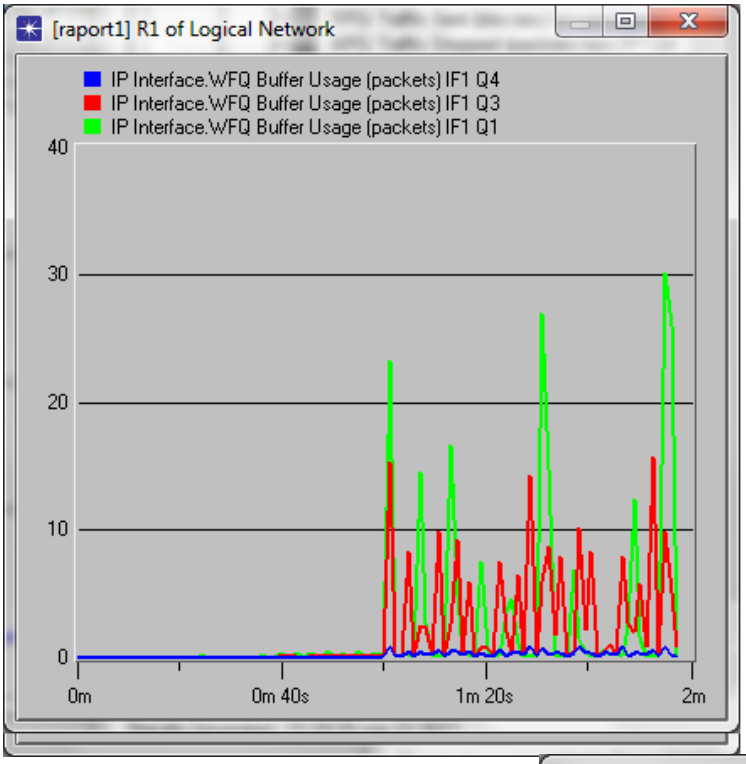
Rysunek 4. Kolejkowanie WFQ - opóźnienie kolejkowania



Rysunek 5. Kolejkowanie WFQ z LLQ - opóźnienie kolejkowania

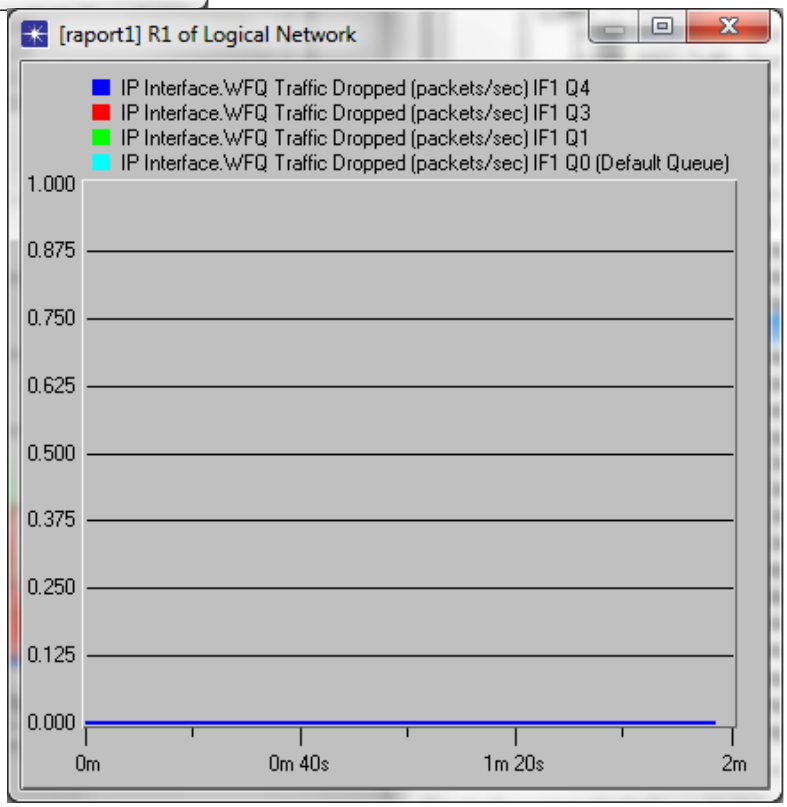
niemal takie same. Prawdopodobną tego przyczyną jest to, że tak skonfigurowana sieć nie potrzebuje mechanizmu LLQ dla kolejek przenoszący priorytetowe pakiety głosowe, gdyż routery R1 i R2 są w stanie obsłużyć nadchodzące pakiety.

Rysunku 5 i 6 przedstawiają zapełnienie bufora przez pakiety oraz odrzucanie pakietów przez kolejki WFQ.



Rysunek 6. Kolejkowanie WFQ - zużycie bufora

Rozmiary bufora poszczególnych kolejek zostały ustawione na następujące: Q1: 200 pakietów, Q3: 300 pakietów i Q4: 500 pakietów. Rysunek 6 obrazuje, że pakiety w Q1 zajmują 0,15 bufora, pakiety w Q3 zajmują 0,05 bufora a bufor kolejki z najwyższym priorytetem Q4 nie jest prawie wcale zajmowany przez pakiety. Oznacza to, że pakiety obsługiwane są tak sprawnie, iż nie następuje przepełnienie bufora i w konsekwencji nie ma sytuacji odrzucania pakietów co przedstawia rysunek 7.

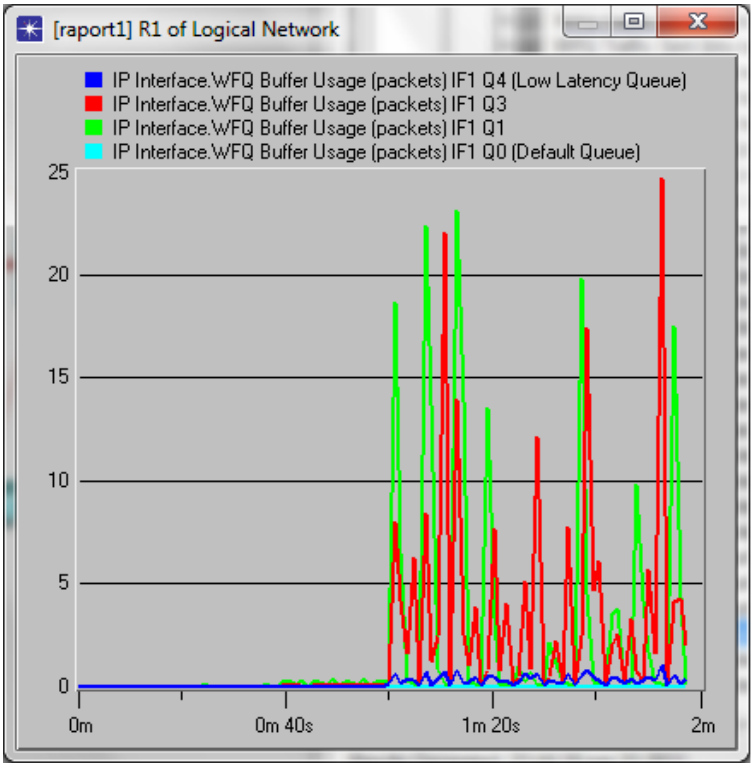


Rysunek 7. Kolejkowanie WFQ - odrzucanie pakietów

Rysunki 5 i 6 przedstawiają zapełnienie bufora przez pakiety oraz odrzucanie pakietów przez kolejki WFQ i LLQ

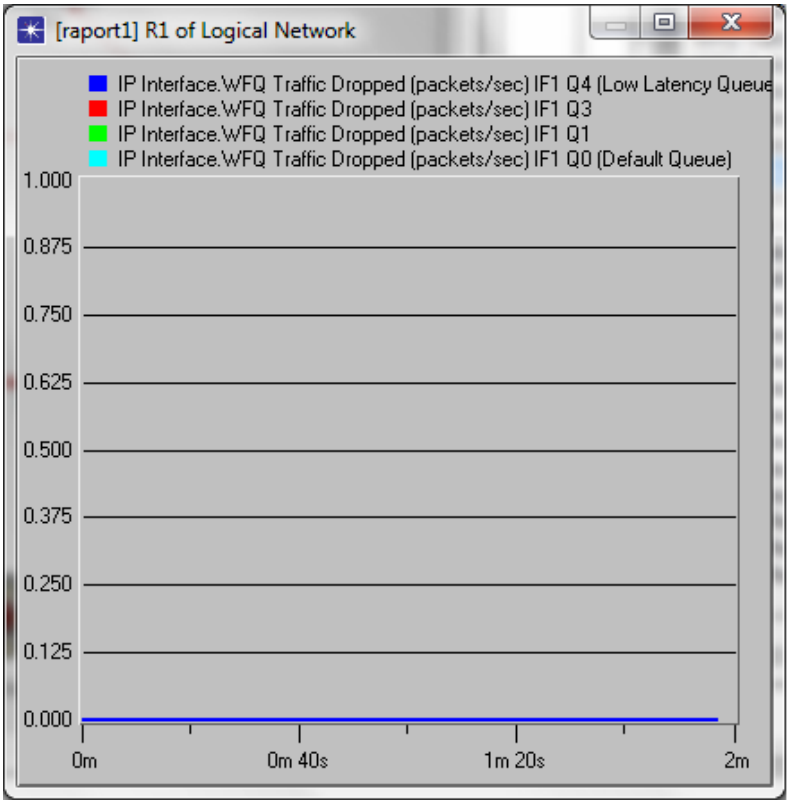
.

Implementując kolejkę LLQ widoczne jest ogólne obniżenie zużycia bufora przez pozostałe kolejki z niższym priorytetem (Q1, Q3) oraz minimalne mniejsze zużycie bufora przez kolejkę Q4. Podobnie jak przy zastosowaniu samego mechanizmu WFQ, po zastosowaniu LLQ kolejki nie odrzucają pakietów.



Rysunek 8. Kolejkowanie WFQ i LLQ - zużycie bufora

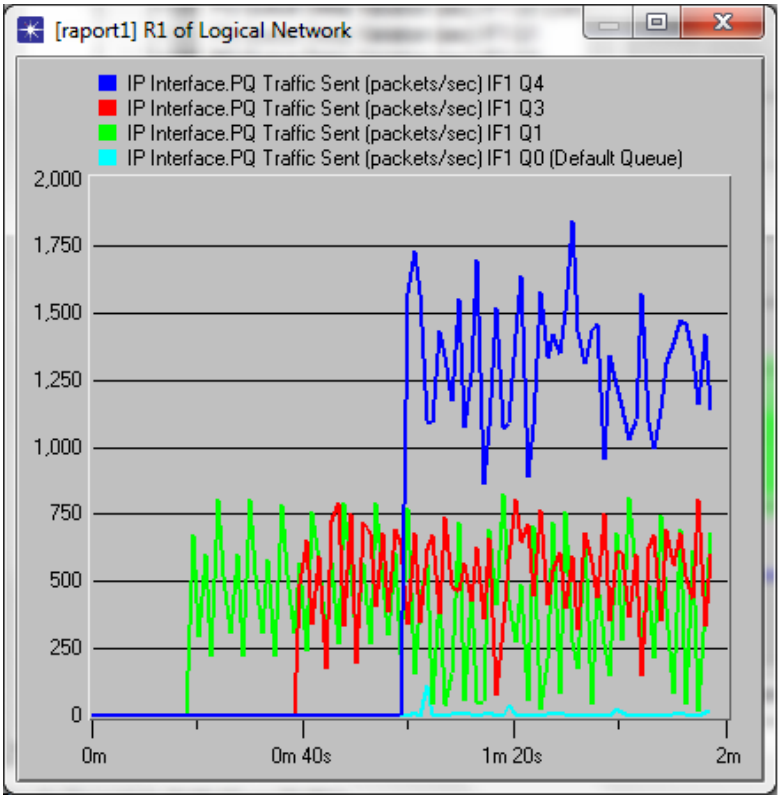
Podsumowując, dodając mechanizm LLQ do kolejkowania WFQ w badanej sieci nie osiągnięto znacznej poprawy dla opóźnienia kolejkowania, wysyłania, buforowania czy odrzucania pakietów. Widać było jednak minimalne różnice wskazujące użyteczność kolejkowania LLQ na tle WFQ. Oznacza to, że tak optymalnie zbudowana sieć przy dużej ilości generowanego ruchu HTTP czy FTP nie wpływa na zmniejszenie generowania, opóźnień dla pakietów ważniejszych – głosowych.



Rysunek 9. Kolejkowanie WFQ i LLQ - pakiety odrzucane

2.3.2. Eksperyment symulacyjny wskazujący, że kolejkowanie PQ prowadzi do "zagłodzenia" ruchu sieciowego w obecności ruchu uprzywilejowanego (z najwyższym priorytetem)

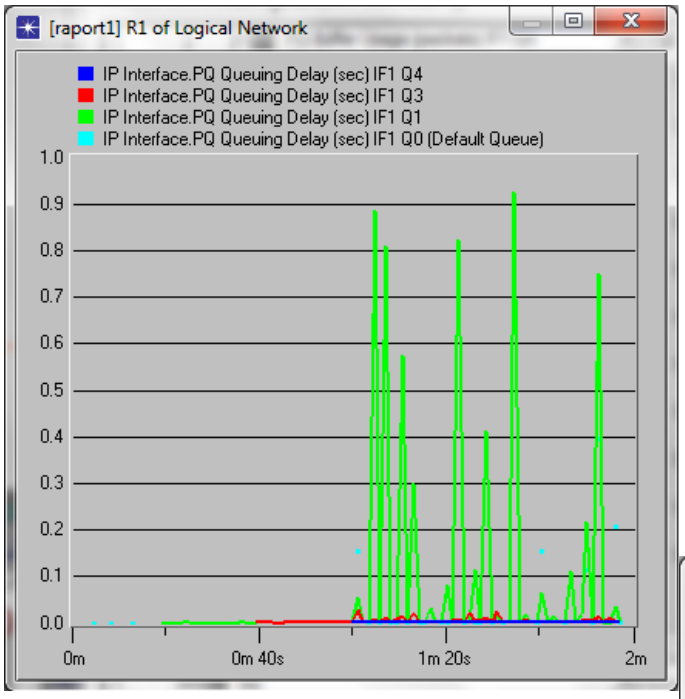
Następujące po sobie rysunki 10, 11 i 12 przedstawiają wyniki symulacji przeprowadzonej na badanej sieci.



Rysunek 10. Kolejkowanie PQ – wysyłanie pakietów przez kolejki

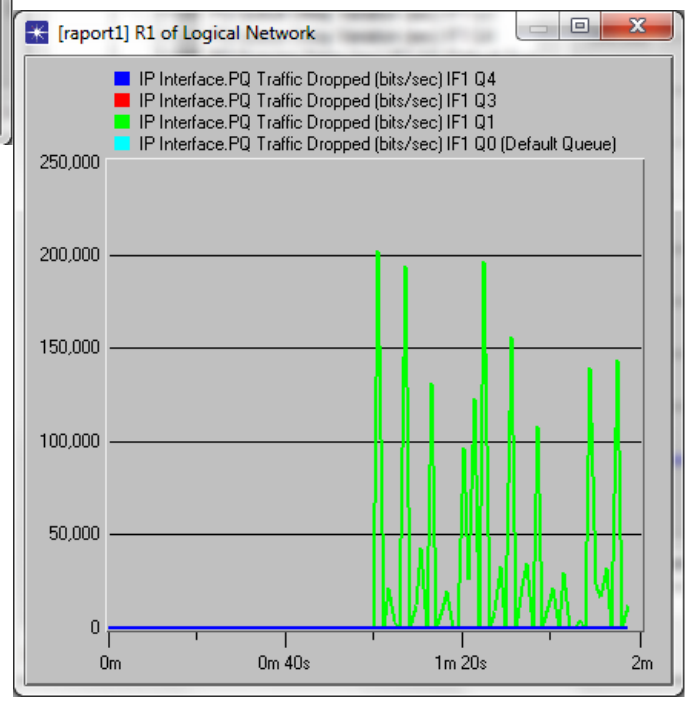
Rysunek 10 przedstawia wysyłanie pakietów przez poszczególne kolejki. Pakiety w kolejce Q4 są obsługiwane jako pierwsze i jest ich najwięcej. Jak widać, zgodnie z przyjętą teorią pakiety obsługiwane przez kolejkę Q0 zostały „zagłodzone". Prawdopodobnie, gdyby symulacja potrwała dłużej, „zagłodzeniu" uległy by także pakiety w kolejce Q1 i Q3 na rzecz pakietów głosowych obsługiwanych przez kolejkę z najwyższym priorytetem Q4.

Rysunki 11 i 12 przedstawiają kolejno opóźnienie dla pakietów w kolejkach PQ oraz odrzucone pakiety z kolejek PQ.



Rysunek 10. Kolejkowanie PQ - opóźnienie kolejkowania

Widoczne jest, że pakiety HTTP w kolejce Q4 mają niemal zerowe opóźnienie – co świadczy o prawidłowym działaniu kolejki z najwyższym priorytetem. Ponadto, następuje pakiety HTTP w kolejce Q1 mają największe opóźnienia i w konsekwencji zostają odrzucane, co widać na rysunku 12.



Rysunek 9. Kolejkowanie PQ - odrzucanie pakietów

3. Wnioski

Zadanie projektowe, wykonane w pakiecie OPNET IT GURU Academic Edition symulowało przeprowadzenie dwóch eksperymentów , które miały określić:

1. Użyteczność kolejkowania LLQ na tle kolejkowania WFQ

oraz

2. Wykazać, ze kolejkowanie PQ prowadzi do „zagłodzenia" ruchu mniej uprzywilejowanego.

Pierwszy eksperyment przeprowadzony na badanej sieci wykazały minimalną użyteczność kolejkowania LLQ na tle WFQ. Opóźnienia po zastosowaniu LLQ na kolejce Q4 z najwyższym priorytetem zmalały o ok. 0,1 sekundy, co przy tak optymalnie skonstruowanej sieci daje zadowalające wyniki wskazujące, iż działanie LLQ poprawia działanie narażonych na opóźnienia pakietów głosowych. W obu przypadkach pakiety nie były odrzucane, a pakiety głosowe były przesyłane bez znacznych opóźnień, co w takim razie można stwierdzić, iż w takiej sieci przeprowadzanie wideo rozmów odbyło by się sprawnie. Drugi eksperyment miał wykazać, że kolejkowanie PQ zagłodzi pozostały ruch na rzecz pakietów z najwyższym priorytetem. Z przeprowadzonego testu wynikło, że został zagłodzony ruch oznaczony najmniejszym priorytetem – kolejka domyślna Q0. Kolejki Q1 i Q3 wysyłały maksymalnie do 750 pakietów na sekundę, gdzie kolejka priorytetowa przepuszczała w najwyższym punkcie 1750, co znaczy, że pozostałe kolejki (prócz Q0) nie zostały zagłodzone. Najbardziej prawdopodobnym wyjaśnieniem takiej sytuacji jest konstrukcja sieci. Wnioskować można, że stosując wydajne urządzenia (takie jak w przypadku testowanej topologii) przy zastosowaniu kolejkowania PQ nie zajdzie sytuacje, gdzie wszystkie pakiety z mniejszym priorytetem zostaną zagłodzone.