

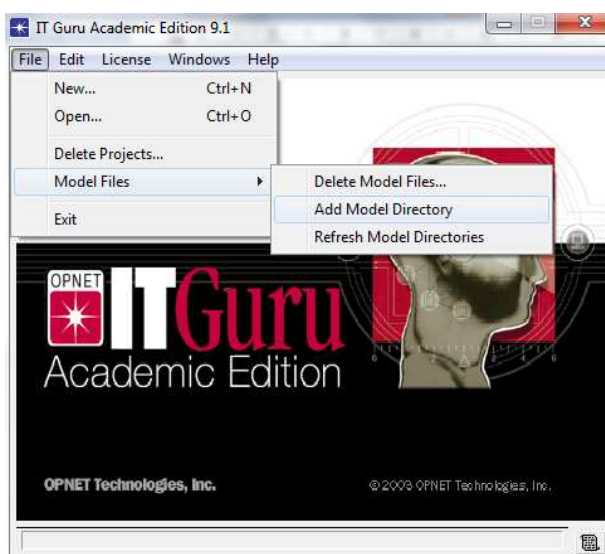


## Testowanie prędkości łącza dostępowego

### 1. Instalacja i uruchomienie ćwiczenia

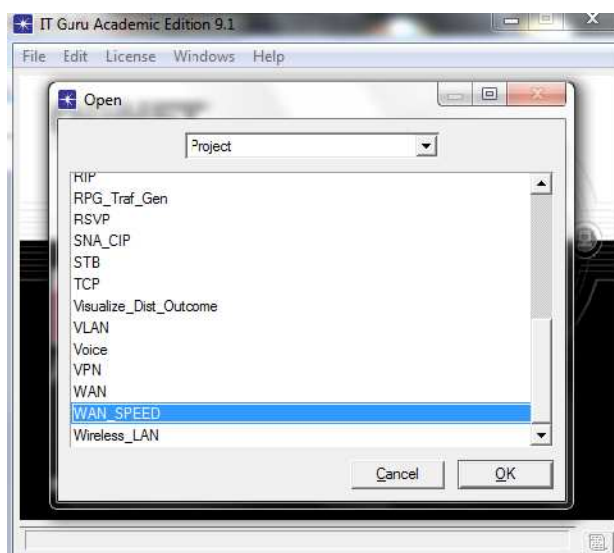
Przed zainstalowaniem ćwiczenia należy rozpakować plik z ćwiczeniem (WAN\_SPEED.zip). Następnie rozpakowane pliki umieszczamy w katalogu, który będzie wykorzystywany w ćwiczeniu. Zalecane jest umieszczenie katalogu z ćwiczeniem w: \OPNET EDU\9.1.A\models\

Uruchomić program OPNET i zainstalować ćwiczenie poprzez:



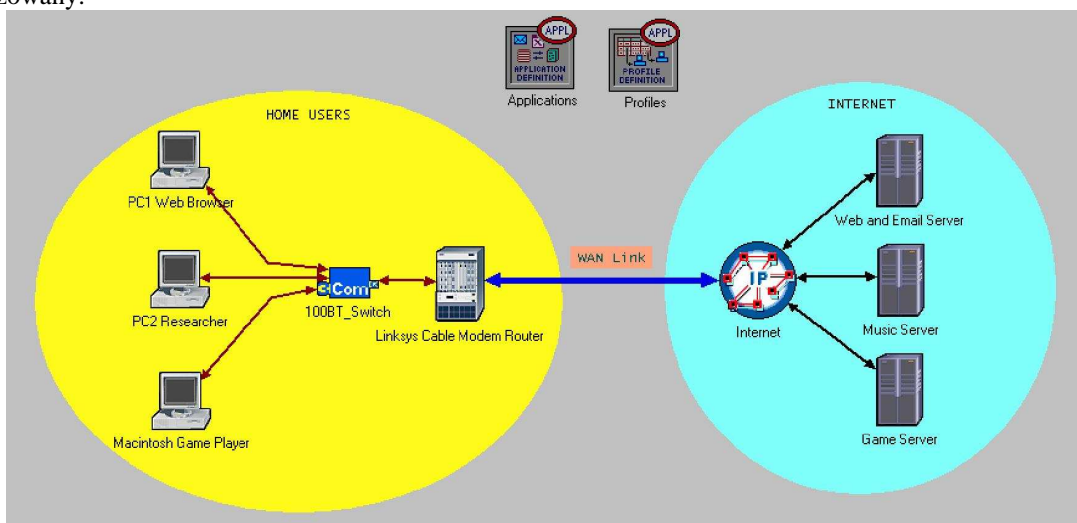
W przedstawionym ćwiczeniu wykorzystany został projekt zawierający 4 różne scenariusze, służące do porównania wydajności aplikacji sieciowych przy korzystaniu z różnych łączy ISP.

W celu uruchomienia ćwiczenia należy z menu głównego wczytać projekt zawierający dane ćwiczenia:





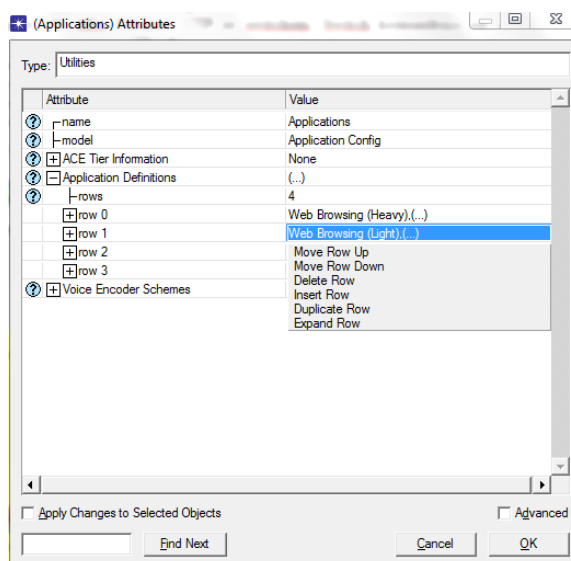
Po wczytaniu projektu przedstawiony jest podgląd topologii sieciowej pierwszego przykładu, który będzie analizowany:



Sieć komputerowa otoczona żółtym polem utożsamia sieć domową, charakteryzującą się dużym zróżnicowaniem przesyłanych usług sieciowych. Wszystkie komputery PC są podłączone poprzez łącze 100 Mbit Ethernet UTP ze switchem. Switch komunikuje się z routerem dostępowym poprzez łącze UTP. W pierwszym przykładzie łącze dostępowe do Internetu jest to połączenie modemowe, które jest przedstawione na rysunku, jako *WAN Link*.

Sieć internetowa jest przedstawiona, jako trzy niezależne serwery (kolor niebieski). Każdy z serwerów ma inne przeznaczenie, co jest ściśle związane z ich charakterystyką obciążenia ruchem sieciowym.

W górze ekranu umieszczone są dwa elementy: *Applications* i *Profiles*, które nie są w żaden sposób połączone z topologią sieciową, czyli nie są częścią warstwy fizycznej naszego przykładu. Ikona *Applications* zawiera informacje o aplikacjach wykorzystywanych w sieci, np. przeglądarki WWW. Bardziej szczegółowy opisu generowanego ruchu przez aplikacje jest dostępny poprzez ustawienia (edit attributes): *light Web browsing* i *heavy Web browsing*:

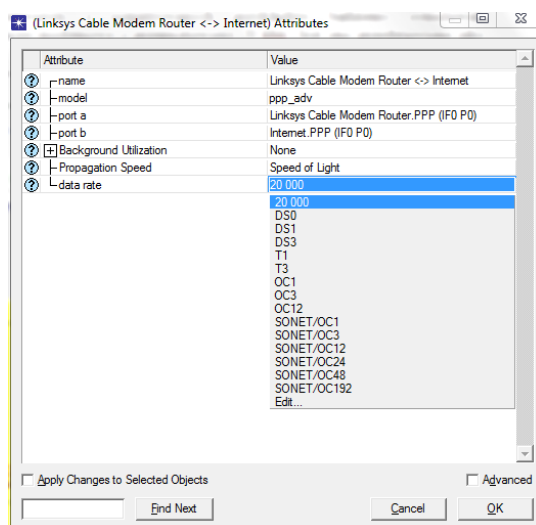




Wewnętrzne obciążenia aplikacji wynikające z pracy dysków twardych z systemami plików oraz usługi drukowania w sieci LAN nie zostały uwzględnione, ponieważ wprowadzają zbyt małe zróżnicowanie w obciążeniu serwerów w odniesieniu do przepustowości „wolnego” łącza WAN. W rozpatrywanym przykładzie poszczególne usługi sieciowe zostały przyporządkowane do odpowiednich stacji roboczych PC w sieci LAN.

## 2. Konfiguracja łącza dostępowego WAN 20kbit

W pierwszym z rozpatrywanych przykładów należy symulować, nieco przestarzałe łącze modemowe o przepustowości 20 kbit. Jest ono przedstawione, jako łącze dial-up. Ustawienie parametrów łącza można wybrać poprzez wskazanie prawym przyciskiem myszy na łączu WAN oraz wybraniu *Edit Attributes*.





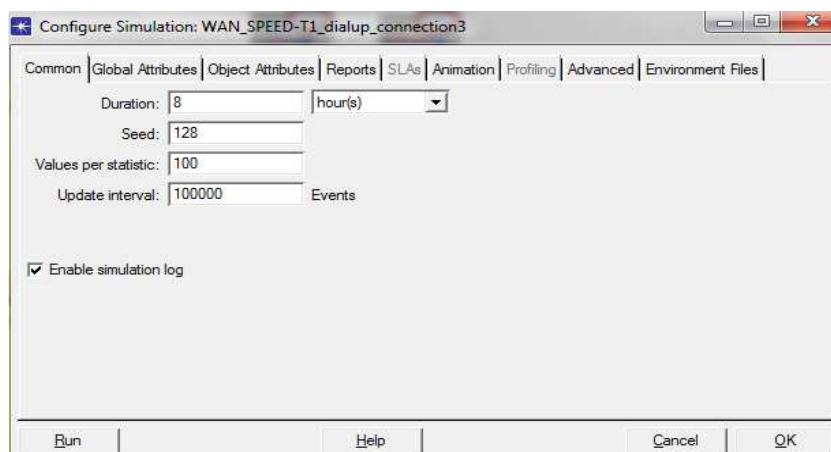
Zmieniamy parametr *data rate* odpowiednio do wybranej przez nas przepustowości 20 kbit.

### 3. Konfiguracja i uruchomienie symulacji

Symulacja procesów ciągłych, takich jak zmiany obciążenia ruchu w sieciach komputerowych, w środowiskach dyskretnych wymaga określenia parametrów symulowanej dziedziny czasu. W tym celu należy:



- wybrać *configure/run simulation*
- czas przebiegu symulacji jest ustawiony na cały dzień – 8h: *Common* → *Duration*
- uruchomić symulację poprzez wybranie: *Run*

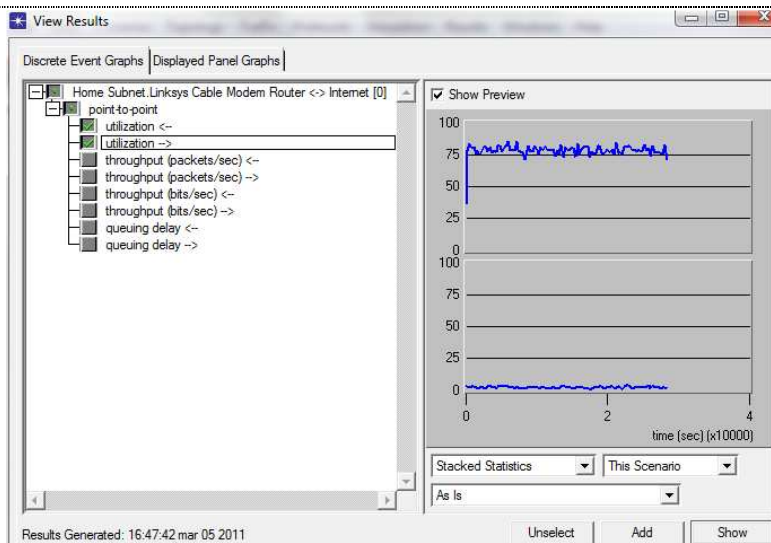


- po zakończeniu symulacji nacisnąć Close.

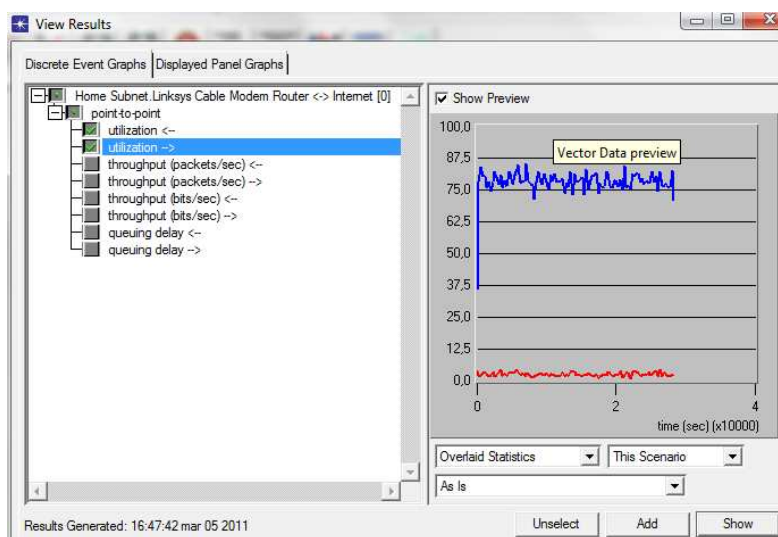
### 4. Przeglądanie wyników symulacji

Wyniki symulacji przedstawiają wydajność połączenia dostępowego WAN określonego poprzez zmienność czasu odpowiedzi. W celu wizualizacji wyników symulacji wskazać prawym klawiszem myszy na łącze WAN i wybrać opcję: *View Results*.



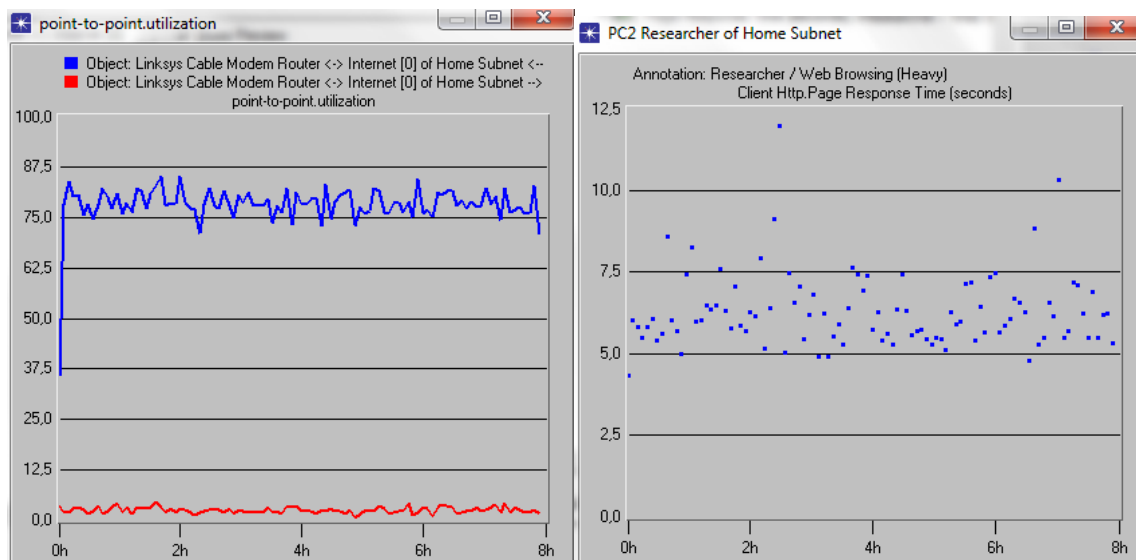


Następnie rozwinąć połączenie *point-to-point* i wybrać opcję *utilization*. Wyświetlone zostanie wykorzystanie łącza dostępowego, zarówno dla połączeń przychodzących, jak i wychodzących z LAN. Wyświetlenie obu statystyk na jednym wykresie wymaga wybrania opcji *Overlaid Statistic*.



Oprócz wyświetlenia wykorzystania łącza dostępowego dial-up jest możliwość obejrzenia charakterystyki obciążenia łącza dostępowego poprzez poszczególne stacje robocze. Zostanie to pokazane na przykładzie komputera PC2. Dokładna charakterystyka stacji roboczej PC2 ustawiana jest poprzez wybranie prawym klawiszem myszy ikony komputera PC2 i wybranie zakładki *Edit Attributes*. Wyniki przeprowadzonego eksperymentu, symulującego 8 godzinna pracę sieci LAN podłączonej do Internetu, są także przedstawione w postaci wykresów obciążenia poszczególnych stacji roboczych. Uzyskać do nich można dostęp poprzez wybranie prawego przycisku myszy na ikonie komputera i wybraniu *View Results*. Widać, że w przypadku stacji PC2 ruch z sieci LAN do Internetu generowany był przez przeglądarkę internetową oraz klienta pocztowego. Wysokie wykorzystanie klienta http pokazuje wykres przedstawiający czasy odpowiedzi stron Internetowych w trakcie trwania symulacji. Zestawienie obciążenia generowanego przez stację roboczą z wynikami obciążenia łącza dostępowego pozwala przeanalizować ruch do i z LAN.





Kolorem niebieskim zaznaczona została transmisja przychodząca (Download), wykorzystująca średnio około 80% przepustowości łącza dostępowego. Kolorem czerwonym zaznaczona jest około 2% transmisja wychodząca (Upload). Taki układ wykorzystania łącza dial-up sugeruje bardzo niską wydajność łącza dla nowych aplikacji sieciowych. Dodatkowo, niesymetryczny układ ruchu w łączu modemowym przekłada się na występowanie dużych opóźnień w dostępie do stron WWW. Średni czas opóźnienia dostępu do stron WWW na poziomie 6s jest wynikiem raczej nieakceptowanym dla użytkownika przeglądarki WWW.

## 5. Konfiguracja łącza dostępowego WAN 40kbit

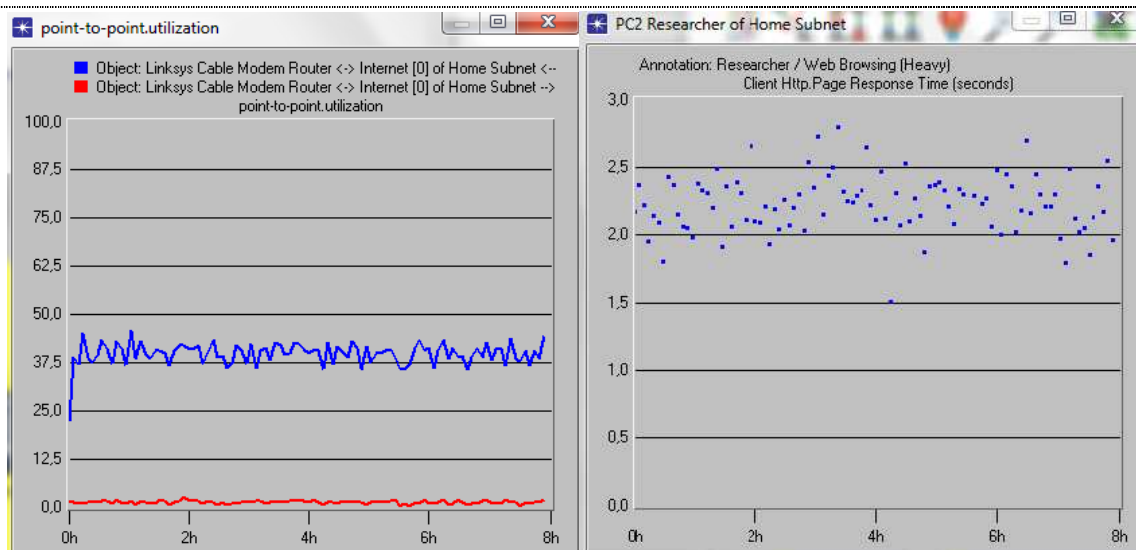
Wyniki poprzedniej symulacji jednoznacznie wskazują, że łącze dostępowe na poziomie 20kbit, czyli modemów 36kb, nie spełni oczekiwań klientów pracujących nawet w małej sieci LAN. Zwiększając wydajność łącza dial-up do 40 kbit – realny poziom wydajności modemów 56 kbs – zostanie uzyskana poprawa wskaźników czasowych wydajności pracy łącza WAN. W tym celu należy wykonać drugą symulację. Wykorzystując istniejącą symulację wygenerować nową poprzez wybór:

*Scenarios → Duplicate Scenario ...* zmieniamy nazwę na 40K\_dialup\_connection1

Nowa symulacja będzie wymagała skonfigurowania zmiany prędkości transmisji danych w połączeniu WAN. W tym celu wybrać prawym przyciskiem:

*WAN link → Edit Attributes → data rate 40 000*

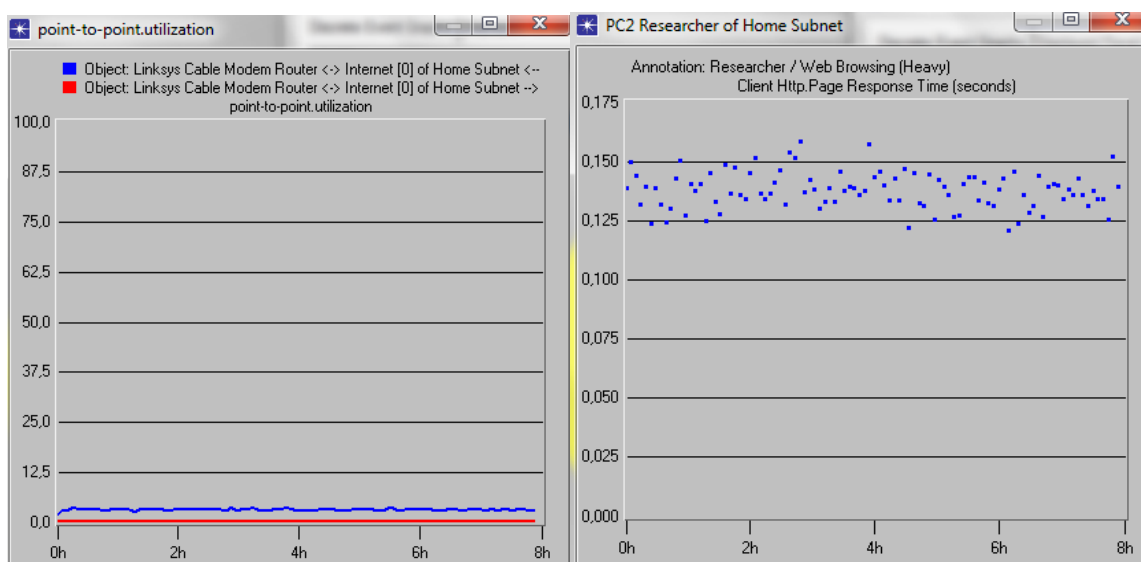
Teraz podobnie jak w pierwszym eksperymencie uruchomić symulację 8 godzinnej pracy sieci LAN podłączonej przez łącze dial-up, lecz już o przepustowości 40kbit.



Analizując otrzymane wyniki widać zauważalną poprawę wykorzystania łącza dostępowego. Średnie obciążenie wykorzystania łącza WAN jest na poziomie 50%, co daje zapas do wykorzystania dla potencjalnych nowych aplikacji sieciowych. Dodatkowo uzyskano znaczne skrócenie średniego czasu oczekiwania na uzyskanie dostępu do stron WWW z 6s do 2,5s.

## 6. Konfiguracja łącza dostępowego WAN 512kbit

W kolejnym etapie przeprowadzanych symulacji będzie sprawdzenie wydajności łącz dostępowych o przepustowości 512kbit. Są to obecnie często wykorzystywane, z uwagi na obniżenie ceny, połączenia DSL. Symulacja będzie przebiegać podobnie jak w poprzednich punktach. Pierwszym krokiem będzie wykonanie kopii wcześniejszej symulacji z odpowiednio zmienioną nazwą. Następnie konieczne będzie określenie przepustowości łącza WAN link: data rate 512000.







Wykorzystanie łącza dostępowego 512 kbit spada do około 4%, dodatkowo powodując skrócenie czasu odpowiedzi przeglądarki WWW w przedziale 0,125-0150s. Pozostający duży zapas w przepustowości łącza umożliwia zastawianie dodatkowych połączeń o dostatecznie dużej przepustowości dla transmisji przychodzącej. Możliwe będzie zestawianie sesji FTP oraz innych popularnych transmisji „download”.

## 7. Konfiguracja łącza stałego T1

Ostatni przykład wykorzystany w ćwiczeniu będzie symulował podłączenie sieci lokalnej LAN składającej się z 3 komputerów do Internetu poprzez stałe łącze T1 o przepustowości 1,544 Mbit.

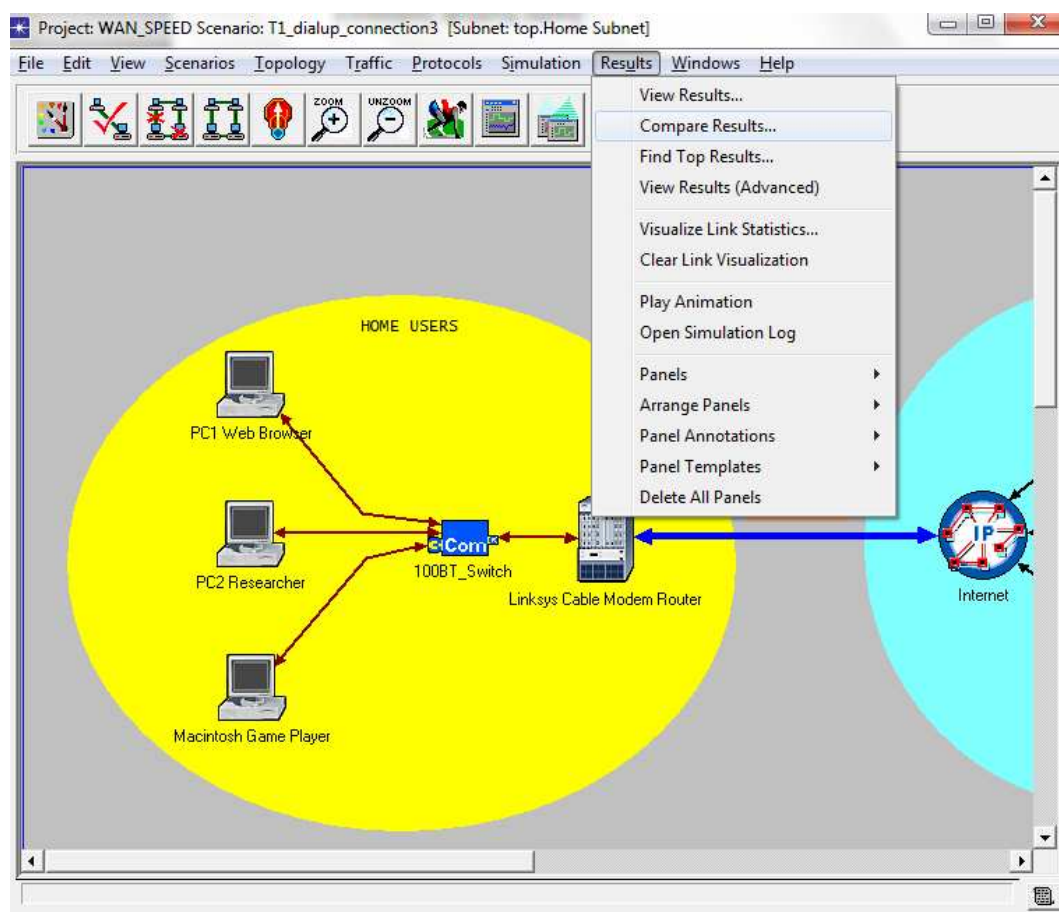
Wykonanie ćwiczenia należy rozpocząć od skopiowania poprzedniego przykładu. Zmienić aktualną nazwę:

*Scenarios* → *Duplicate Scenario ...* zmienić nazwę na T1\_connection1

Następnie określić prędkość łącza WAN poprzez wybór z dostępnych T1. Teraz podobnie jak w poprzednich przykładach uruchomić symulację.

## 8. Podsumowanie i porównanie wyników symulacji

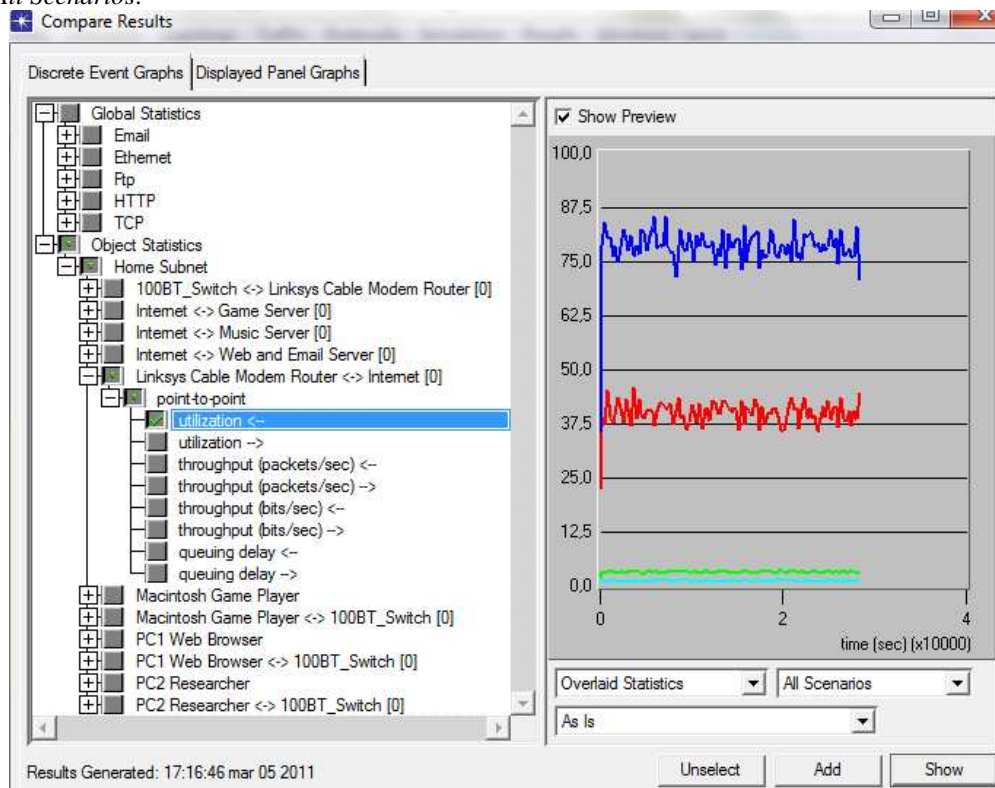
Celem przeprowadzonego ćwiczenia było porównanie dostępnych obecnie rozwiązań łączy dostępowych do Internetu. Przede wszystkim w symulacjach wykorzystane zostały najtańsze obecnie łącza modemowe dial-up o różnych przepustowościach. W ostatniej symulacji dodatkowo porównane zostało połączenie T1 o stałych parametrach przepustowości. Porównanie wyników wszystkich symulacji uzyskujemy poprzez:





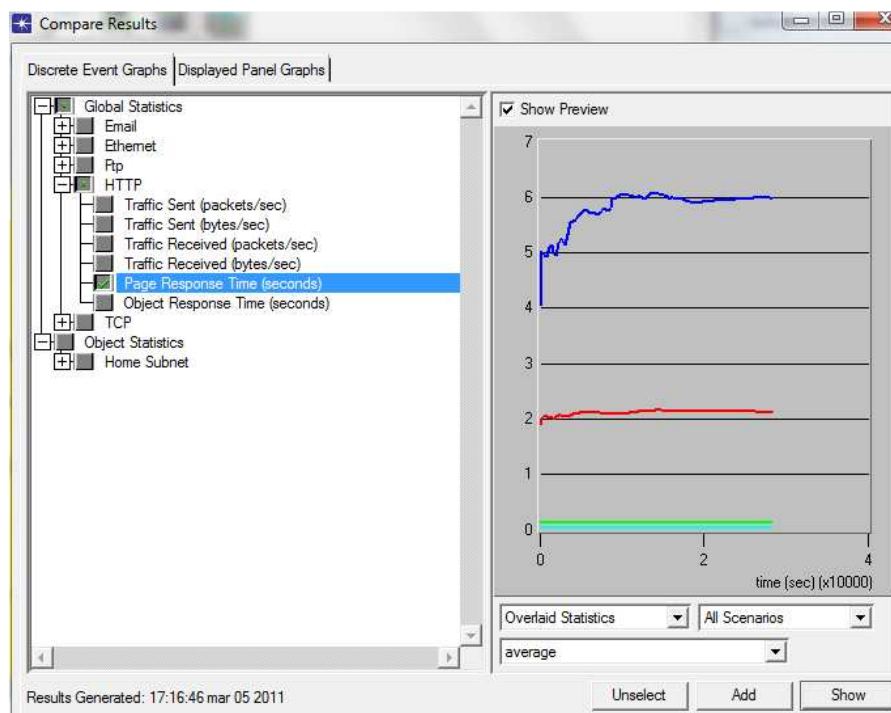


Następnie wybieramy przedstawienie wszystkich symulacji na jednym wykresie. W tym celu zaznaczamy opcję *All Scenarios*.

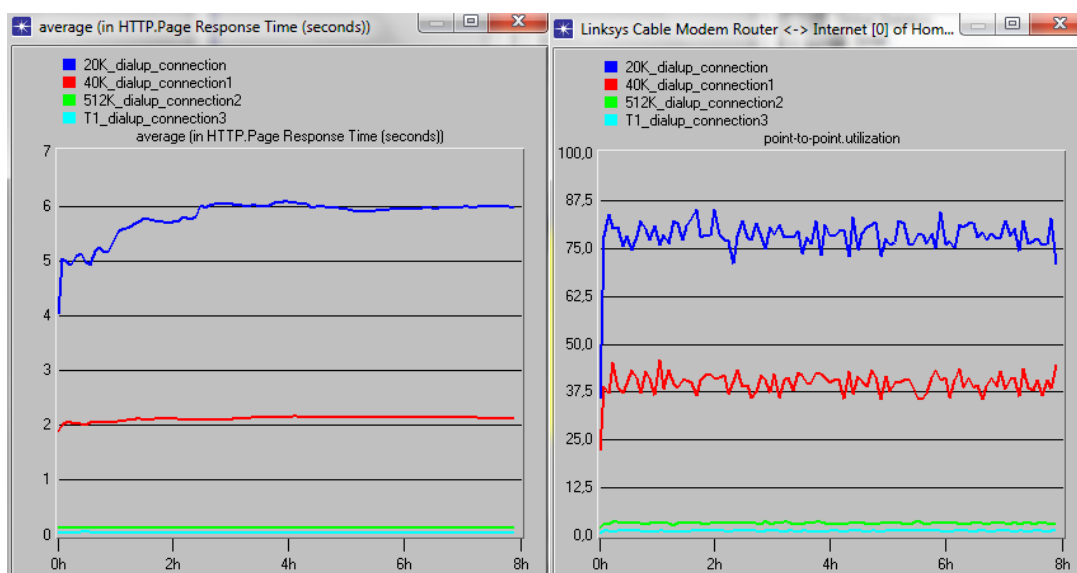




Naciskając przycisk Show możemy przejść do zapamiętania wygenerowanego wykresu. Będzie to niezbędne do przedstawienia na jednym rysunku wykresy wykorzystania łącza dostępowego i opóźnienia odpowiedzi przeglądarki WWW. Wyniki symulacyjne odpowiedzi przeglądarki WWW mieszczą się w pewnych przedziałach czasu, więc dla analizy jakościowej będzie korzystniej posługiwać się uśrednionym czasem.



Teraz już można przedstawić wyniki wszystkich symulacji na dwóch wykresach.





Analizując otrzymane wyniki symulacji można podsumować przeprowadzone ćwiczenie w następujących wnioskach:

- zwiększanie przepustowości łącza dostępowego dla małej sieci LAN, przy korzystaniu głównie z przeglądarki WWW oraz małej wymiany danych pocztą email, powoduje uzyskanie dużej poprawy w wykorzystaniu łącza WAN; dodatkowo znacznie skraca się czas odpowiedzi przeglądarki WWW, co jest wynikiem większej przepustowości łącza „download”,
- jakkolwiek najlepsze parametry transmisyjne uzyskane przy zastosowaniu łącza T1 nie przekładają się ze względów ekonomicznych na cenę utrzymywania takiego łącza, tak więc ze względów ekonomicznych najodpowiedniejszym typem łącza dla małej sieci LAN będzie łącze modemowe DSL o przepustowości 512 bit.

## 9. Samodzielna realizacja ćwiczenia

Wykorzystując informacje i opis pakietu symulacyjnego OPNET zawartego we wprowadzeniu do ćwiczenia należy wykonać poniższe zadania do samodzielnej realizacji:

1. Stworzyć dodatkową symulację i zmieniając parametry połączenia WAN link pomiędzy routerem dostępowym sieci LAN a ISP, określić prędkość tego łącza dla uzyskania opóźnienia odpowiedzi przeglądarki WWW na poziomie 1s. Dobrać prędkość łącza z dostępnych standardów ISP.
2. Wykorzystując, zaproponowaną we wstępie, topologię sieciową LAN z łączem dostępowym przeprowadzić analizę dodatkowych parametrów łącza WAN link: przepustowość i opóźnienie kolejkowania. Wygenerować charakterystyki opóźnienia i przepustowości łącza w obu kierunkach transmisji jednocześnie dla wszystkich badanych prędkości łącza WAN link. Omówić wyniki.
3. Rozbudować sieć LAN, metodą „kopiuj-wklej” o dodatkowe komputery PC2 (ilość podaje prowadzący). Nowe komputery podłączyć do wolnych portów switcha LAN. Zasymulować pracę sieci dla wszystkich prędkości łączy dostępowych. Przedstawić wyniki symulacji na jednym wykresie dla tych samych prędkości łącza WAN. Omówić uzyskane wyniki symulacji pod kątem opóźnień odpowiedzi przeglądarek WWW.
4. Sprawdzić wpływ prędkości połączenia pomiędzy przełącznikiem Ethernet a routerem dostępowym (10Mbit i 100Mbit) dla różnych prędkości łącza dostępowego. Wyniki omówić na podstawie opóźnienia czasu odpowiedzi przeglądarki WWW komputera PC2. Wyniki dla poszczególnych prędkości połączenia WAN przedstawić na wspólnych charakterystykach 10Mbit i 100Mbit.
5. Dodać własną transmisję na jednym z komputerów w sieci LAN. Musimy dodać definicje aplikacji w *Applications* (FTP o dużym obciążeniu). Następnie dodajemy profil w *Profiles*. Teraz przypisujemy dany profil do wybranej stacji roboczej. Symulację wykonujemy dla prędkości łącza dostępowego 20kbit i T1. Przedstawić wyniki w postaci wykresów i opisać zmianę czasu odpowiedzi przeglądarki WWW. Czy można zaproponować tańsze łącze dostęgowe od T1, zachowujące parametry odpowiedzi przeglądarki WWW.

Ćwiczenie opracowano na podstawie wydania książkowego:

Raymond R. Panko, **Business Data Networks and Telecommunications --Fourth Edition**