# 1.1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest **obserwacja** działania współdzielonej sieci Ethernet w funkcji stacji za pomocą **symulatora** takiej sieci oraz badanie niektórych parametrów sieci.

# 1.2 Przebieg ćwiczenia

## 1.2.1 Ustawienie parametrów symulacji

## Ustawienie parametrów projektu i scenariusza

Symulacje będą wykonywane w programie Riverbed Modeler Academic Edition 17.5 (link).



Rysunek 1.1: Riverbed Modeler Academic Edition 17.5

Po uruchomieniu programu należy utworzyć nowy projekt (File  $\rightarrow$  New  $\rightarrow$  OK) podając nazwę projektu 'lab1' oraz nazwę scenariusza 'male\_obciazenie' zgodnie z następującym rysunkiem:

Enter Name	×
Project name: lab1	
Scenario name: male_obciazenie	
☑ Use Startup Wizard when creating new scenarios	
<u>O</u> K <u>C</u> ancel	

Następnie należy wybrać pusty scenariusz 'Create empty scenario', przejść dalej (**Next**), wybrać skalę sieci - biuro 'Office', potwierdzając dwukrotnie przyciskiem **Next** pozostawiając **domyślne** parametry obszaru sieci:

1	Startup Wizard: Specify Size	×
Specify the units you wish to use (miles, kilometers, etc.) and the extent of your network.	Size: X span: 100 Y span: 100 Units: Meters <a href="https://www.selfacture.com">www.selfacture.com</a> Value. <a href="https://www.selfacture.com">www.selfacture.com</a> Value. <a href="https://www.selfacture.com">www.selfacture.com</a> Value. <a href="https://www.selfacture.com">www.selfacture.com</a> Value. <a href="https://www.selfacture.com">www.selfacture.com</a> Value. <a href="https://www.selfacture.com">www.selfacture.com</a> Value. <a href="https://www.selfacture.com">www.selfacture.com</a> Value. <a href="https://www.selfacture.com">www.selfacture.com</a> Value. <a href="https://www.selfacture.com">www.selfacture.com</a> <a href="https://www.selfacture.com">www.selfacture.com</a> <a href="https://www.selfacture.com"></a> www.selfacture.com <a href="https://wwww.selfacture.com"></a> www.selfacture.com <a href="https://www.selfacture.com"></a> www.selfacture.com <a href="https://www.selfacture.com"></a> www.selfacture.com <a href="https://www.selfacture.com"></a> www.selfacture.com <a href="https://wwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwww</td> <td>▼ t&gt;Quit</td>	▼ t>Quit

Z okna wyboru technologii należy zaznaczyć elementy **ethernet** oraz **links**:

	Startup Wizard	: Select Technologies	×
Select the technologies you will use in	Model Family	Include?	
your network.	ethemet	Yes	
	ethemet_advanced	No	
	eXtreme	No	
	fddi	No	
	Fibre_Channel	No	
	Fore_Systems	No	
	Foundry	No	
	frame_relay	No	
	frame_relay_advanced	No	
	haipe	No	
	Hewlett_Packard	No	
	Huawei	No	
	internet_toolbox	No	
	IP_Station_Models	No	
	jammers	No	
	Juniper	No	
	LAN_Mod_Model_List	No	
	LANs	No	
	Layer_4_Switch	No	
	Layer_4_Switch_adv	No	
	links	Yes	-
-		< <u>B</u> ack <u>N</u> ext > <u>Q</u> uit	

Po przejściu do kolejnego kroku (Next) zostanie wyświetlone podsumowanie, które należy zatwierdzić przyciskiem Finish:

1	Startup Wizard:	Rev	iew	×
Review the values you have chosen. Use the 'Back' button to make changes.	Startup Wizard: Scale: Office Size: 100 m x 100 m Model Family links ethemet	Rev	MapInfo Maps (background first) None selected	
			< <u>B</u> ack <u>F</u> inish <u>Q</u> uit	

Rysuller 1.2. Okilo pousullow ujące twoizoliy projek	Rysunek 1.2:	Okno pods	sumowujące	tworzony	projek
--	--------------	-----------	------------	----------	--------

#### Zbudowanie modelu sieci

Na początku stworzymy model sieci, w której stacje robocze są połączone za pomocą **koncentratora**. W używanym programie sieć można zaprojektować ręcznie przeciągając z palety obiektów wymagane przez nas elementy sieci lub za pomocą odpowiedniego kreatora.

W niniejszym ćwiczeniu skorzystamy z kreatora (paletę obiektów 'Object Pallette' możemy **zamknąć**). W tym celu należy z menu programu wybrać **Topology**  $\rightarrow$  **Rapid konfiguration**, następnie zaznaczyć topologię gwiazdy (**Star**) i przejść dalej przyciskiem **Next**.

W następnym oknie należy wybrać:

- Typ urządzenia łączącego wszystkie inne (Center node model) na ethernet16\_hub (koncentrator).
- Typ urządzeń połączonych (Periphery node model) na ethernet\_station (standardowe stacje robocze).
- Liczbę połączonych urządzeń (Number) na 16.
- Typ połączenia (Link model) na 10BaseT (połączenie o możliwości przesyłu danych 10 Mbit).

Rapid Configuration: Star
- Models
Center node model: ethemet16_hub
Periphery node model: ethernet_station 💌 Number: 16
Link model: 10BaseT
Placement
Center X: 0 Y: 0
Select Models         OK         Cancel

Po zatwierdzeniu ustawień otrzymujemy następujący schemat połączeń:



#### Ustawienie ruchu w stacjach sieciowych

Celem ćwiczenia jest przetestowanie obciążenia sieci w przypadku **jednoczesnego nadawania** danych przez wszystkie stacje robocze.

W celu ustawieniu nadawania danych należy zaznaczyć wszystkie stacje robocze (wybierając jedną z nich, klikając prawym przyciskiem myszy i wybierając opcję **Select Similiar Nodes**). Następnie należy kliknąć prawym przyciskiem myszy na dowolną z zaznaczonych stacji i wybrać opcję **Edit Atributes**.

W następnym oknie należy wybrać:

- Czas nadawania danych (ON State Time) na constant 1000.
- Czas przestoju w nadawaniu danych (OFF State Time) na constant **0**.
- Odstęp w nadawaniu pojedynczego pakietu danych (Interarrival Time) na constant **0.005** (dane będą nadawane co 5 milisekund).
- Rozmiar nadawanych pakietów (Packet Size) na constant 200 (pakiety danych będą miały rozmiar 200 bajtów).
- Zaznaczyć opcję 'Apply to selected objects' (w celu przypisania ustawień do wszystkich zaznaczonych obiektów).

Attribute	Value
indel color	black
E Traffic Generation Parameters	()
2) Start Time (seconds)	constant (5.0)
ON State Time (seconds)	constant (1000)
OFF State Time (seconds)	constant (0)
Packet Generation Arguments	()
Interamval Time (seconds)	constant (0.005)
Packet Size (bytes)	Constant (200)
Step Time (accords)	No Segmentation
stop Time (seconds)	relative to subpet-platform
	enabled
	0.00
hostname	0.00
	circle/#708090
	0.00077700000
Added Attrs.     Model Details     Object [       Image: State of the state o	Documentation 

Na podstawie ustawień można obliczyć średnią wielkość ruchu (SWR) generowaną przez jedną stację w sieci:

$$SWR = WP \cdot \frac{1}{IT} \ [bytes/seconds], \tag{1.1}$$

gdzie WP oznacza wielkość pakietu, IT oznacza odstęp w nadawaniu pakietów.

W przypadku przeprowadzanych symulacji (*WP* = 200, *IT* = 0.005) otrzymamy **40 000 bajtów/sekundę**.

Ruch generowany przez wszystkie stacje (RGS) (tym razem w bitach/sekundę) można obliczyć następująco:

$$RGS = 8 \cdot SWR \cdot LS \ [bits/seconds], \tag{1.2}$$

gdzie LS oznacza liczbę stacji.

W przypadku przeprowadzanych symulacji (*LS* = 16), otrzymamy **5 120 000 bitów/sekundę**.

W celu wykonania ćwiczenia warto także zmienić nazwę koncentratora z 'node\_0' na 'koncentrator' co znacznie ułatwi analizę wyników. Aby to wykonać należy kliknąć na koncentrator prawym przyckiem myszy i wybrać opcję **Set Name**.

## Konfigurowanie parametrów symulacji

Program zapamiętuje jedynie interesujące nas statystyki dotyczące ruchu w sieci. Aby przejść do wyboru statystyk, należy wybrać opcję **DES**  $\rightarrow$  **Choose Individual Statistics**.

Statystyki jakie należy wybrać zostały przedstawione na następującym rysunku:

	Choos	e Results 🛛 🗖 🗙
Global Statistics     Global Statistics     Ethemet     Traffic Sink     Fic Received (bits)     Traffic Received (bits/sec)     Traffic Received (packets)     Traffic Surce     Traffic Sent (packets)     Traffic Sent (bits/sec)     Traffic Sent (packets)     Traffic Sent (packets/sec)     Sent Sent Sent Sent Sent Sent Sent S	sc)	Statistic information Description: This statistic represents the end to end delay of all packets received by all the stations.
Burst ON/OFF     Burst Size (packets)     Collision Count     Delay (sec)     Load (bits)     Load (bits/sec)     Load (packets)s     Traffic Forwarded (bits/sec)     Traffic Received (bits)     Traffic Received (bits/sec)     Traffic Received (packets)     Traffic Received	ec) :c)	Draw style: linear Modify Collection mode: Bucket Modify Total of <default> values sample mean Data collection ✓ Generate vector data</default>
•	▶	<u>O</u> K <u>C</u> ancel

Warto zauważyć, że każda z wybieranych statystyk posiada opis tekstowy.

## 1.2.2 Wykonanie symulacji

W celu wykonania symulacji należy wybrać opcję  $DES \rightarrow Configure/Run Discrete Event Simulation ustawiająć czas symulacji na 40 sekund i klikając przycisk Run.$ 

Configure/Run DES: lab01-male_obciazenie	-	×
Duration: 40 second(s)		
Values per statistic: 100		

Po zakończeniu symulacji uzyskujemy okno z wynikami, posiadające dwie zakładki przedstawiające postęp symulacji (**Progress Info**) oraz możliwe następne kroki związane z przetwarzaniem wyników (**Next Steps**).

🚺 Simulati	on Execution: lab01-male_obciaze	nie – 🗆 🗙
Simulation progress Simulation Comp Simulated Time: 40s Events: 21,884,0 Speed: Average: 4,402,337 events/se Progress Info Next Steps	leted. 5s 21 DES Log: 29 entries c. Current: - events/sec.	Estimated remaining time
Current Simulation Average Simulatio 4,000,000 2,000,000 0 0 0 40 Simulated Time (seconds)	Memory Usage (MB) 15 10 5 0 0 1 0 20	I 40 Simulated Time (seconds)
Simulation Console	Pause Stop	Qiose Help

Rysunek 1.3: Okno przedstawiające zakończone symulacje

## 1.2.3 Analiza wyników symulacji

W celu analizy wyników należy wybrać zakładkę Next Steps  $\rightarrow$  Results Browser a następnie zaznaczyć interesujące nas statystyki, np. dotyczące ruchu w sieci:

	Results Browser – 🗆 🗙
DES Graphs DES Parametric Studies Flow Analysis Graphs	
Results for: Current Scenario	Preview
B-Ø lab01 ▲ B-Ø male_obciazenie	Ethernet.Delay (sec)
	0.020- 0.010- mmmhmmmmm
₹ 	0.000 -
Show results: Found in any selected files	6,000,000
Arangement: Default  Edit	4,000,000 - 2,000,000 -
Ehemet ♥♥ ♪ Delay (sec) ♥¬¬ Traffic Sink ♥♥♥ ♪ Traffic Received (bits/sec)	0 0s 5s 10s 15s 20s 25s 30s 35s 40s
im Traffic Source ■	
koncentrator     Ethemet     Collision Count	As Is
Ignore Views Unselect All	Add Show

#### Jak możemy zauważyć z powyższych wykresów:

- Średnie opóźnienie w sieci wyniosło około 15 ms.
- Średni transfer w sieci wynosił około ↓5 120 000 bitów/sekundę (zgodnie ze wzorem 1.2).

### 1.2.4 Powielanie scenariusza

Program Riverbed Modeler Academic Edition 17.5 umożliwia szybkie powielanie scenariusza, co umożliwia m.in. **porównanie wyników** dla różnych konfiguracji sieci oraz ustawień transferów.

W celu powielenia scenariusza (okienko z wynikami symulacji można zamknąć) wybieramy opcje **Scenarios** → **Duplicate Scenario...** i wpisujemy nazwę 'duze\_obciazenie' (będziemy testować większe obciążenie sieci).

	Enter Name	×
Scenario name:	duze_obciazenie	
	<u></u> K	<u>C</u> ancel

Aby ustawić większe obciążenie należy zwiększyć rozmiar pakietu nadawany przez **wszystkie** stacje robocze. Zaznaczamy zatem wszystkie stacje robocze, i ustawiamy rozmiar pakietu na 1000 bajtów, **pamiętając** o wybraniu opcji **Apply to selected objects**:

Project: lab01 Scenario: duze_obciazenie [Subnet: top.Offi	(node_3)	Attributes – 🗆 ×
<u>File Edit View Scenarios Topology Traffic Protocols DES Windows</u>	Type: station	
) 🗗 🚔 🖴 🎒 🔢 🚱 😥 🔎 🕮 🗶 🖉 🔜	Attribute	Value
40 -30 -20 -19 - 19 20 30	creation source	Rapid Configuration
	Creation timestamp	13:26:34 Oct 11 2016
	Creation data	
	Iabel color	black
	Traffic Generation Parameters	()
	③ Start Time (seconds)	constant (5.0)
10	ON State Time (seconds)	constant (1000)
	OFF State Time (seconds)	constant (0)
	Packet Generation Arguments	()
node_12	Interarrival Time (seconds)	constant (0.005)
	Packet Size (bytes)	constant (1000)
karrehtrakr	Segmentation Size (bytes)	No Segmentation
-10 node_11 node_5	Stop Time (seconds)	Never
	(9) : altitude modeline	relative to subset elatform
	Extended Attrs. Model Details Object Doc	umentation
node_10		Filter
	Match: Look in:	
-30 node_9 node_7	○ Exact IV Names ○ Substring IV Values	Advanced
ince_o	C RegEx ▼ Possible values	Apply to selected objects
	Iv Tags	OK Cancel
14.44, -3		

Po zakończeniu tego kroku ponownie wykonujemy symulacje (nie zmieniając ich parametrów).

Między scenariuszami możemy się przełączać w każdej chwili za pomocą menu Scenarios  $\rightarrow$  Switch To Scenario i wybrać interesujący nas scenariusz symulacji.



## 1.2.5 Zbiorcze przeglądanie wyników symulacji

Po zakończeniu symulacji dla obu scenariuszy, przechodząc do przeglądania wyników (**Results Browser**) możliwe jest zbiorcze przeglądanie wyników symulacji. W tym celu należy wybrać opcję Results for: Current Project i zaznaczyć oba scenariusze:

	Results Browser
DES Graphs DES Parametric Studies Flow Analysis Graphs	
Results for: Current Project	Preview
✓ lete(n + - ✓ male_obciazenie + - ✓ duze_obciazenie	
▼ ▼	
Show results: Found in any selected files	-
Arrangement: Default	

Wyniki można wyświetlać na pojedynczych wykresach, lub wykresach zbiorczych. W celu wyświetlenia wykresów zbiorczych należy zaznaczyć opcję **Presentation**  $\rightarrow$  **Overlaid Statistics**:

	Results Browser	- 🗆 🗙		
DES Graphs DES Parametric Studies Row Analysis Graphs Results for: Current Project	Preview  I iab01-duze_obciazenie-DES-1 I ab01-male_obciazenie-DES-1 12,000,000 - 10,000,000 -			
Show results: Found in any selected files  Arrangement: Default  Gibbal Statistics	8,000,000 6,000,000 4,000,000 2,000,000 0 0 5s 10s 15s 20s 25s 30s 35s 40			
Delay (sec)     Traffic Sink     Traffic Sink     Traffic Source     Traffic Source     Object Statistics     Object Statistics     If an office Network     Unselect All	Presentation       Overlaid Statistics       As Is         Image: Contract of the state of the	Show		

## 1.2.6 Podsumowanie symulacji

Podsumowanie symulacji przedstawiają następujące rysunki:



Rysunek 1.4: Global Statistics  $\rightarrow$  Ethernet  $\rightarrow$  Delay - przy dużym obciążeniu sieć nie nadąża przesyłać pakietów i występuje zwiększające się opóźnienie



Rysunek 1.5: Global Statistics → Traffic Sink → Traffic Recived - przy dużym obciążeniu sieć otrzymuje blisko 10 000 000 bitów na sekundę, co jest bliskie ograniczeniu wynikającemu z przepustowości sieci



Rysunek 1.6: Object Statistics → koncentrator → Collision Count - przy dużym obciążeniu występowało znacząco mniej kolizji.

# 1.3 Zadania do samodzielnego wykonania

1. Skonfiguruj program oraz symulacje (w sposób analogiczny jak w poprzednim ćwiczeniu) dla **jednej** wybranej konfiguracji z poniższej tabelki:

Tabela 1.1: Możliwe warianty ustawień									
	liczba	czas	czas przestoju	rozmiar	odstęp w nadawaniu	czas			
	stacji	nadawania	w nadawaniu	pakietu	pojedynczego pakietu	symulacji			
ID	roboczych	stacji (sekundy)	stacji (sekundy)	danych (bajty)	(sekundy)	(sekundy)			
1	4	10	0	800	0.005	60			
2	8	10	0	800	0.005	60			
3	12	10	0	700	0.005	60			
4	8	10	5	700	0.005	60			
5	12	10	5	600	0.005	60			
6	16	10	5	600	0.005	60			
7	8	10	8	500	0.005	60			
8	12	10	8	500	0.005	60			
9	16	10	8	400	0.005	60			

2. Dla wybranego wariantu utwórz trzy scenariusze różniące się odstępem w nadawaniu pojedynczego pakietu danych (Interarrival Time): **0.005**, **0.002**, **0.001**.

3. Wykonaj symulacje dla wszystkich trzech wariantów, uzyskane wyniki przedstaw w sprawozdaniu (rysunki analogiczne do rysunków 1.4, 1.5 oraz 1.6).

4. W sprawozdaniu umieść także wnioski dla uzyskanych wyników.

5. W sprawozdaniu można także umieścić inne wykresy oraz wartości SWR i RGS dla każdego ze scenariuszy.

6. Sprawozdania można wykonywać w parach.