

**Mariusz Frydrych, Wojciech Horzelski**  
Wyższa Szkoła Informatyki w Łodzi, Wydział Informatyki  
i Zarządzania  
Uniwersytet Łódzki, Wydział Matematyki i Informatyki

## **MODELOWANIE ZAPOTRZEBOWANIA NA ZASOBY SIECIOWE**

Streszczenie – Artykuł przedstawia metody analizy wykorzystania zasobów w sieci LAN instytucji edukacyjnej prowadzącej zajęcia dydaktyczne zarówno w trybie stacjonarnym, jak i niestacjonarnym. Dane te mogą posłużyć prognozowaniu zapotrzebowania na zasoby sieci lokalnej, w szczególności na przepustowość oraz dostęp do poszczególnych usług aplikacyjnych. W pracy przedstawiono metody gromadzenia danych o ruchu w sieci LAN oparte o protokół SNMP oraz narzędzie MRTG. Pokazano też analizę tych danych z uwzględnieniem rodzaju ruchu i czasu. Pozwala to na prognozowanie wymaganego poziomu dostępności (w szczególności zapotrzebowania na przepustowość) w przyszłości.

### **1 Wprowadzenie**

Monitorowanie wykorzystania zasobów sieci lokalnej jest jednym z podstawowych zadań jej administratorów. Pozwala ono na właściwe konfigurowanie parametrów poszczególnych urządzeń, tak aby zaspokojone zostały potrzeby jej użytkowników. Podstawowym protokołem pozwalającym na monitorowanie zasobów sieci opartych o stos TCP/IP jest Simple Network Management Protocol (SNMP) [1].

Protokół ten wprowadza dwie kategorie urządzeń sieciowych: urządzenia zarządzane (nadzorowane i monitorowane) oraz urządzenia zarządzające (nadzorujące i monitorujące). Protokół oparty jest o architekturę klient-serwer. Rolę serwera odgrywa oprogramowanie agenta zainstalowane na urządzeniach zarządzanych, natomiast rolę klienta odgrywa manager zainstalowany na urządzeniu monitorującym. Agent SNMP przechowuje informacje o stanie urządzenia (np. różnego rodzaju informacje związane z użyciem portów, parametrami fizycznymi, wykorzystaniem buforów etc.). Manager SNMP może odczytywać (komunikat GET) lub ustawiać parametry nadzorowanego urządzenia (komunikat

SET). Agent ma także możliwość poinformowania managera o jakiś nieprzewidzianych zdarzeniach za pomocą komunikatu TRAP.

Stan urządzenia przechowywany jest w bazie MIB (Management Information Base), o zestandaryzowanym formacie (Abstract Syntax Notation 1) [2].

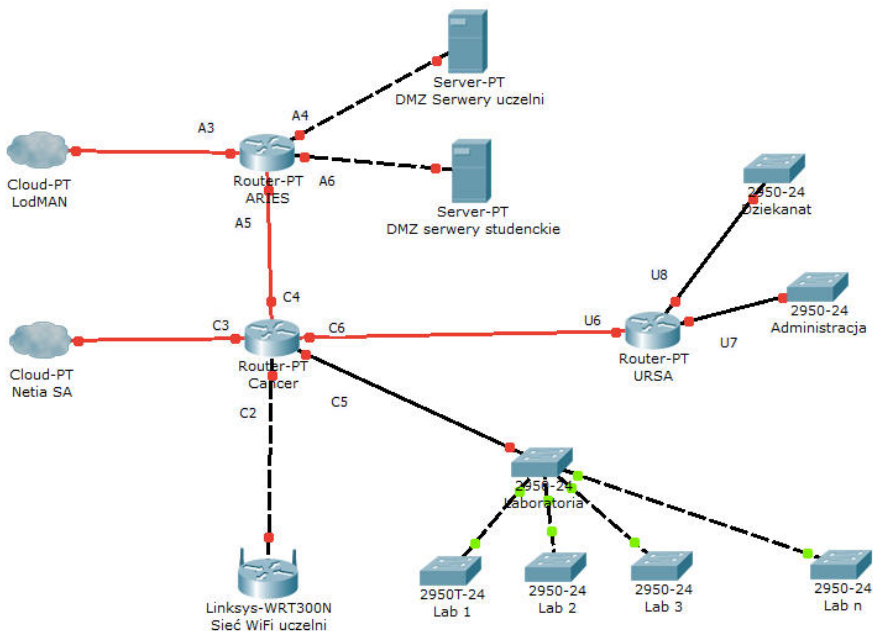
W warstwie transportu TCP/IP protokół SNMP wykorzystuje nieobciążający sieci i urządzeń protokół UDP[3].

W oparciu o SNMP stworzono narzędzie do monitorowania ruchu w sieci o nazwie MRTG (Multi Router Traffic Grapher) [4]. Program zbudowany jest ze skryptu napisanego w języku Perl służącego do komunikacji z urządzeniami monitorowanymi oraz programu aktualizującego pliki wynikowe.

## 2 Topologia sieci LAN

Badania przeprowadzono w uczelni wyższej (Wyższa Szkoła Informatyki w Łodzi).

Sieci lokalna opisywanej instytucji przedstawiona jest na schemacie (rys. 1).



Rys. 1. Schemat sieci lokalnej

Kluczowe dla badania przepustowości są routery o nazwach Aries, Cancer oraz Ursa.

Router Aries pełni funkcję routera brzegowego (poprzez interface 3 jest połączony z Internetem - połączenie do sieci LodMAN). Jest to miejsce, poprzez które kierowany jest ruch do i z serwerów usług opisywanej instytucji. Interface nr 4 i 6 prowadzą do sfer DMZ z serwerami usług. Interface nr 5 służy do komunikacji z routerem Cancer.

Router Cancer również pełni funkcje routera brzegowego (interface nr 3 - poprzez łącza Netia S.A.). Interface nr 2 tego routera obsługuje sieć bezprzewodową na terenie placówki. Interface nr 5 zapewnia komunikację z laboratoriami i salami wykładowymi.

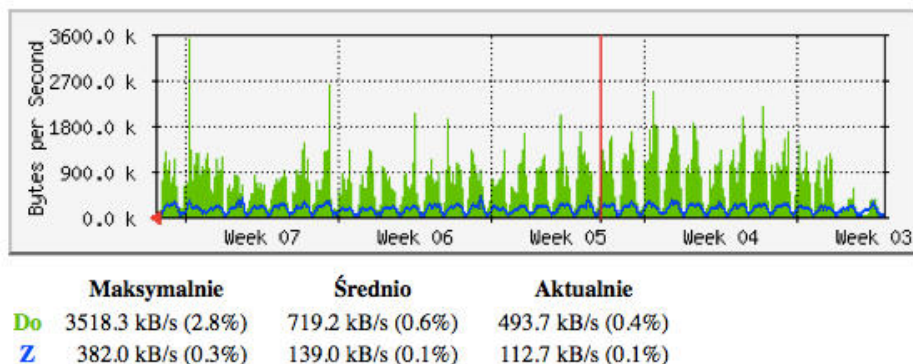
Wewnętrzny router Ursa obsługuje część administracyjną uczelni (kwestura i dziekanat).

Opisywane rezultaty dotyczą okresu od września 2011 roku do stycznia 2012 roku. W tym okresie prowadzono szczegółowe pomiary ruchu na wszystkich interface opisanych routerów w odstępach 5-minutowych. Badano maksymalny oraz średni poziom ruchu w tych przedziałach czasowych. Badanie przeprowadzono zarówno dla pakietów przychodzących, jaki i wychodzących.

Zgromadzone dane poddane zostały analizie za pomocą pakietu statystycznego MedCalc 12.1.4 .

### 3 Analiza ruchu w sieci LAN

Ze względu na charakter działalności jednostki (zajęcia prowadzone w trybie dziennym oraz niestacjonarnym, w godzinach nocnych nie prowadzone są żadne zajęcia) zamiany natężenia ruchu mają charakter okresowy, w cyklach dziennych. Widać to wyraźnie na miesięcznym wykresie obciążenia dla przykładowego wybranego interface routera aries (rys. 2).



Rys. 2. Miesięczny wykres obciążenia interface Aries 3

Dlatego do analizy w dłuższych okresach czasu posłużono się uśrednionymi wartościami z okresu całej doby. Dla poszczególnych dni tygodnia ruch kształtował się następująco:

Tabela. 1. Zbiorczy ruch do serwerów Uczelni (serwery DNS, HTTP FTP, etc.):

Dzień tyg.	n	Ruch wchodzący		Ruch wychodzący	
		Średnia	Odchylenie std.	Średnia	Odchylenie std.
N	18	73860,7778	20504,6708	62309,6667	33341,6130
Pn	19	80321,4211	19957,7810	42918,7368	32452,3431
Wt	20	37452,5500	19452,4387	57903,0500	31630,6314
Śr	20	41300,7500	19452,4387	135850,3000	31630,6314
Czw	20	50493,1000	19452,4387	62878,9000	31630,6314
Pt	18	37659,3333	20504,6708	56183,1111	33341,6130
So	18	49092,1667	20504,6708	61819,1667	33341,6130

Tabela. 2. Ruch generowany przez studentów i pracowników uczelni do Internetu (interface nr 3 routera Cancer):

Dzień tyg.	n	Ruch wchodzący		Ruch wychodzący	
		Średnia	Odchylenie std.	Średnia	Odchylenie std.
N	18	116038,8889	24629,6697	12881,6111	3344,4801
Pn	19	51486,1579	23972,7601	8556,1053	3255,2779
Wt	20	86024,4500	23365,7562	9986,0000	3172,8524
Śr	20	69491,0500	23365,7562	8998,7000	3172,8524
Czw	20	73971,0500	23365,7562	9084,8500	3172,8524
Pt	18	84391,6667	24629,6697	9237,4444	3344,4801
So	18	72349,2778	24629,6697	8907,9444	3344,4801

Tabela. 3. Aktywność sieci bezprzewodowej zapewniającej otwarty dostęp do zasobów lokalnych oraz Internetu na terenie Uczelni (Cancer 2):

Dzień tyg.	n	Ruch wchodzący		Ruch wychodzący	
		Średnia	Odchylenie std.	Średnia	Odchylenie std.
N	18	11733,1111	10503,1168	99030,3333	21391,2091
Pn	19	8719,3158	10222,9832	56631,8947	20820,6740
Wt	20	7592,6500	9964,1315	72674,4000	20293,4828
Śr	20	23227,2500	9964,1315	45594,1500	20293,4828
Czw	20	11804,2500	9964,1315	62393,1000	20293,4828
Pt	18	26302,9444	10503,1168	59547,5000	21391,2091
So	18	7158,1667	10503,1168	81151,1111	21391,2091

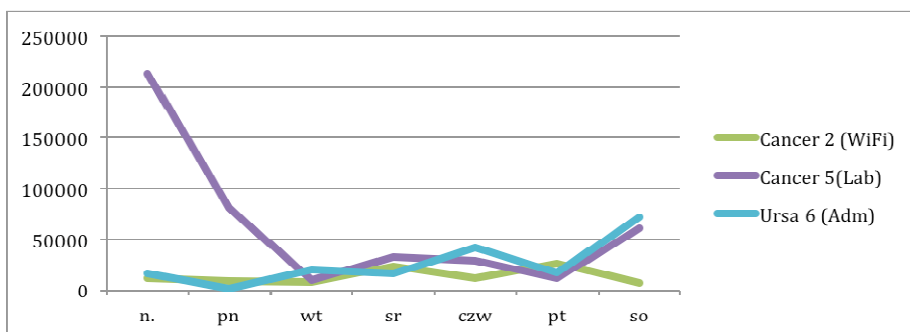
Tabela 4. Ruch generowany w trakcie zajęć w laboratoriach studenckich (Cancer 5):

Dzień tyg.	n	Ruch wchodzący		Ruch wychodzący	
		Średnia	Odchylenie std.	Średnia	Odchylenie std.
N	18	213354,3333	71991,5914	112519,3333	98221,0961
Pn	19	80733,3158	70071,4696	47751,8947	95601,3948
Wt	20	9725,1000	68297,2204	101733,5000	93180,7134
Śr	20	32671,1000	68297,2204	172360,7000	93180,7134
Czw	20	28787,7000	68297,2204	92068,8500	93180,7134
Pt	18	11758,2222	71991,5914	80445,0556	98221,0961
So	18	61186,5000	71991,5914	311454,9444	98221,0961

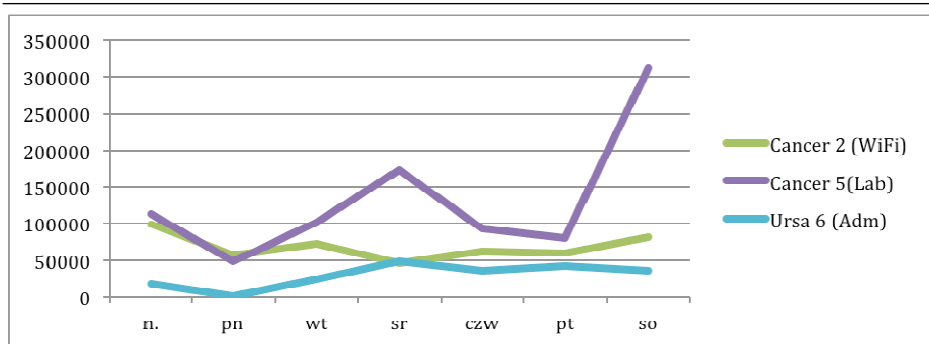
Tabela 5. Ruch generowanego przez Dziekanat i Administrację Uczelni (Ursa 6):

Dzień tyg.	n	Ruch wchodzący		Ruch wychodzący	
		Średnia	Odchylenie std.	Średnia	Odchylenie std.
N	18	16532,8333	21790,4925	18614,8889	13253,0495
Pn	19	1744,3158	21209,3080	927,1579	12899,5712
Wt	20	20477,7500	20672,2763	24135,1500	12572,9467
Śr	20	16262,3500	20672,2763	48539,1000	12572,9467
Czw	20	41729,1000	20672,2763	35708,6500	12572,9467
Pt	18	17463,9444	21790,4925	41614,6111	13253,0495
So	18	72204,0000	21790,4925	36366,5556	13253,0495

Porównanie aktywności dziennej dla poszczególnych obszarów sieci LAN przedstawiają wykresy 1 (dla ruchu wchodzącego) oraz 2 (dla ruchu wychodzącego):

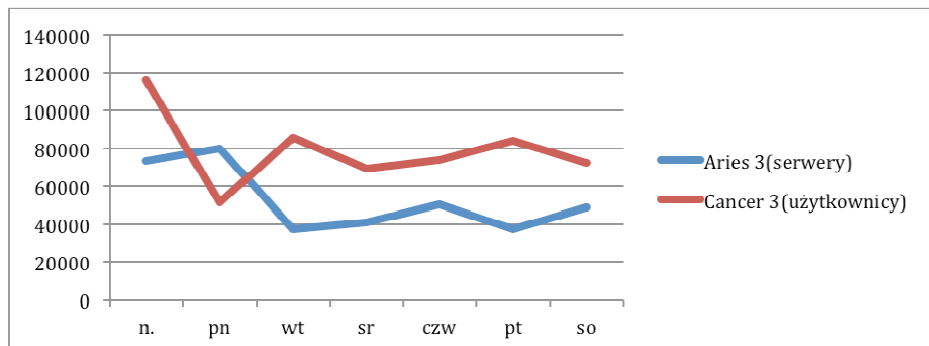


Wykres 1. Porównanie aktywności dziennej dla poszczególnych obszarów sieci LAN dla ruchu wchodzącego.



Wykres 2. Porównanie aktywności dziennej dla poszczególnych obszarów sieci LAN dla ruchu wychodzącego.

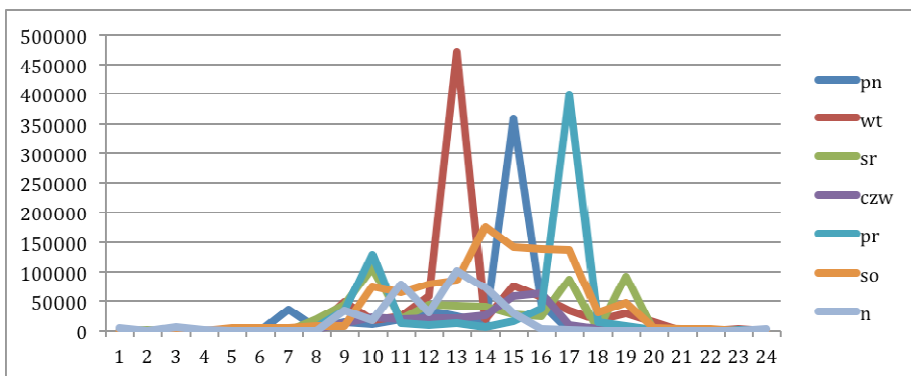
Kolejne zestawienie pokazuje porównanie ruchu pomiędzy Uczelnią, a Internetem. Ruch ten jest podzielony na ruch związany z serwerami usług oraz ruchem wynikającym z pozostałej aktywności użytkowników sieci (dla ruchu wchodzącego):



Wykres 3. Porównanie ruchu do serwerów usług z pozostałym ruchem zewnętrznym dla poszczególnych dni tygodnia.

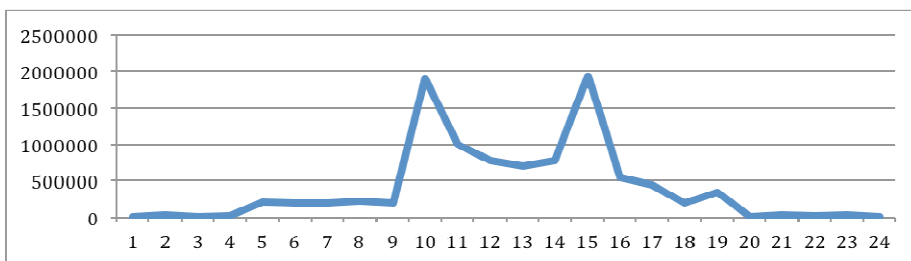
Na koniec przedstawimy jeszcze ilustracje dziennej aktywności dla poszczególnych obszarów sieci LAN.

Ze względu na różne rozłożenie zajęć dydaktycznych dla poszczególnych dni tygodnia (np. dużą ilość zajęć laboratoryjnych w piątki po godzinie 16) charakterystyki te różnią się znacznie dla poszczególnych dni tygodnia. Ilustruje to poniższy wykres:



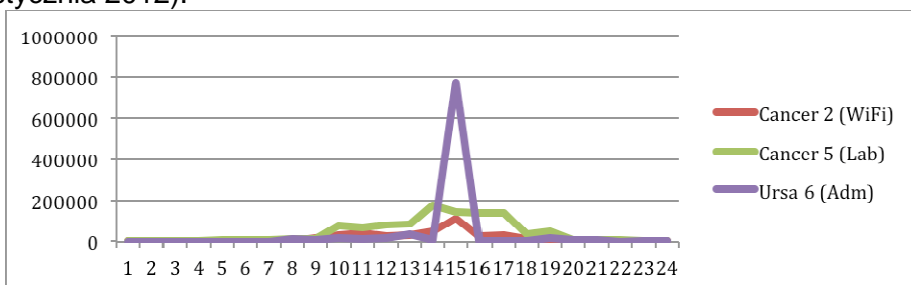
Wykres 4. Porównanie dobowego ruchu w laboratoriach studenckich w poszczególnych dniach tygodnia (7-13 stycznia 2012).

Ruch związany z dostępem do serwerów usług również jest zmienny w ciągu doby. Poniższy wykres przedstawia dzienną aktywność interfejsu Aries 3 w dniu 7 stycznia 2012 (sobota, dzień zajęć dla studiów niestacjonarnych):



Wykres 5. Dzienna aktywność łącza Aries 3

Na koniec przedstawimy porównanie dziennej aktywności Dziekanatu, Laboratoriów studenckich oraz sieci WiFi (sobota, 7 stycznia 2012):



Wykres 6. Porównanie dziennego ruchu generowanego przez sieć WiFi, Dziekanat i Administrację oraz Laboratoria w ciągu doby

Istotny wzrost aktywności Dziekanatu o godzinie 15 wynika z faktu, iż jest on czynny w soboty do tej właśnie godziny, a na koniec dnia pracy dokonywane są archiwizacje danych.

#### 4 Wnioski

Przeprowadzone badania wykazują, że zapotrzebowanie na zasoby sieci lokalnej ma charakter cykliczny. W godzinach nocnych łącza są praktycznie niewykorzystywane (wykres 5 i 6). Podobnie zapotrzebowanie na pasmo w dni powszednie jest niższe od tego w weekendy (piątek wieczór, sobota i niedziela) – wynika to z koncentracji zajęć dla studentów studiów niestacjonarnych.

Dzienne rozłożenie obciążenia dla pracowni studenckich jest zdecydowanie nierównomierne – może to powodować czasowe „wąskie gardła”. Problem ten może być rozwiązywany przez inne ułożenie planów zajęć tak, aby niektóre zajęcia laboratoryjne odbywały się w innych godzinach co pozwoli na było bardziej równomierne rozłożenie zapotrzebowania na pasmo.

Serwery usług są najsilniej wykorzystywane na początku i końcu każdego dnia roboczego (dobrze ilustruje to wykres 5) – odpowiednio manipulując posiadanym pasmem[5] można w tych godzinach zapewniać większą przepustowość odpowiedniego łącza, kosztem innych obszarów sieci, które w tych godzinach nie generują tak dużego ruchu np. laboratoria studenckie.

Podsumowując można stwierdzić, iż przeprowadzone badania wykazały przydatność narzędzia do analizy ruchu sieci LAN, natomiast osiągnięte w ten sposób rezultaty pozwalają na lepsze wykorzystanie posiadanego pasma.

#### Literatura

- [1] Stallings W., *Protokoły SNMP i RMON, Vademecum profesjonalisty*. Gliwice Helion, 2003
- [2] Deri L., *Network Monitoring in Practice*. <http://luca.ntop.org/> [Online] 2007,
- [3] Multi Router Traffic Grapher, <http://oss.oetiker.ch/mrtg/>
- [4] Sportack M., *Sieci komputerowe, Księga eksperta*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2004
- [5] Haugdahl J. S., *Diagnozowanie i utrzymanie sieci*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2000



## **MODELING THE DEMAND FOR NETWORK RESOURCES**

Summary - This paper presents methods for the analysis of LAN resource use in the educational institution conducting classes in both stationary and no stationary mode. These data can be used for predicting demand for local network resources, especially for bandwidth and access to various application layer services. The paper presents methods for collecting traffic data based on SNMP protocol and MRTG tool. It also shows the analysis of these data taking into account the type of traffic and time. This allows predicting the networks demands (in particular the demand for bandwidth) in the future.