# SIECI KOMPUTEROWE – LABORATORIUM 044

Tematyka:

Tworzenie przełączanych sieci ATM: Przełącznik ATM Cisco Lightstream LS1010. Konfigurowanie ruterów IP z interfejsami ATM do pracy w charakterze ATM endpoint. Tunelowanie ruchu IP w chmurze ATM - PVC (Permanent Virtual Circuits) i SVC (Switched Virtual Circuits).

## Zadanie A: ATM PVC – konfigurowanie ruterów–bramek IP-ATM

- Celem ćwiczenia jest zbudowanie instalacji wykorzystującej chmurę ATM do komunikowania ruterów IP w sieciach WAN. Konieczne jest tu użycie przełącznika ATM. Ruter IP łączący się z przełącznikiem będzie wymagał skonfigurowania tzw. *Permanent Virtual Ciruit* (PVC) określającego VPI i VCI dla transmisji celek w sieci ATM. W konfiguracji rutera zapisujemy informację, iż ruch do danego IP należy tunelować w chmurze ATM (poprzez celki) w konkretnym PVC. Na podstawie VCI i VPI przełączniki ATM przekierują celki do przeciwległego końca tunelu IP nad ATM. Tam przeciwległy ruter wyprowadzi z nich ruch IP.
- 2. Dostępny w Laboratorium przełącznik ATM Cisco Lightstream 1010 posiada interfejsy ATM następujących typów:
  - światłowodowy Single Mode OC3/155 ATM
  - światłowodowy Multi Mode OC3/155 ATM
  - koncentryczny ATM DS3
- Przygotuj do pracy dwa rutery Cisco z serii 3600, 3700, 3800 lub 7200 VXR wyposażone w karty światłowodowe z procesorami ATMizer lub karty ATM DS3. Medium fizyczne dla ATM wybierz dowolnie, ale tak, aby możliwe było stworzenie instalacji:

Ruter IP Cisco <-> ATM Cloud <-> Ruter IP Cisco

- 4. Przygotuj kable:
  - światłowodowe MultiMode duplex SC, 1 szt.
  - światłowodowe SingleMode duplex SC, 1 szt.
  - koncentryczne DS3 simplex, 2 szt.

Połącz kablami wybrane interfejsy przełącznika ATM Cisco Lightstream 1010 oraz kart ATM w ruterach IP Cisco.

Uwaga! W Chassis Cisco 5513 oprócz płyt przełącznika Cisco Lightstream 1010 znajdują się także inne urządzenia - rutery IP i przełączniki Ethernet.

- 5. W obydwu ruterach włącz rutowanie IP:
  - Router(config)#ip routing
- 6. W ruterach skonfiguruj interfejsy Ethernet, nadając adresację IP zgodnie z ogólnymi regułami.
- Konfiguracja ATM pierwszego rutera IP-ATM (ATM endpoint): Przejdź w tryb konfiguracji interfejsu ATM i skonfiguruj go (dostęp: interface atm slot/port):

Router1(config)#interface ATM 2/0

Router1(config-if)#no ip address Router1(config-if)#no atm ilmi-keepalive Skonfiguruj tak samo przeciwległy interfejs z drugim ruterze.

 Stwórz pod-interfejs ATM z adresem IP i danymi PVC: Router1(config)# interface atm slot/port.1multipoint Router1(config-if)# ip address 200.200.200.1 255.255.255.0 Router1(config-if)#pvc 0/50 gdzie 0 to VPI, a 50 to VCI.

Zezwól na tunelowanie poprzez interfejs wybranego rodzaju ruchu IP: *Router(config-if-pvc)#protocol ip 200.200.200.2 broadcast Router(config-if-pvc)#protocol ip 200.200.200.1 broadcast* Ostatnia komenda umożliwi adresowanie IP (np. w ramach użytkowania ping) własnego interfejsu IP w ruterze.

Uwagi:

- Rutery IP funkcjonują jako urządzenia UNI ATM (*User Network Interfejs*). Z tego powodu (wymóg Cisco) nie mogą używać identyfikatorów VPI innych niż 0.
- Ponieważ na trasie komunikacji znajduje się przełącznik ATM identyfikatory VCI w ruterach IP (pełniących tu rolę ATM endpoint) NIE MUSZĄ być takie same - przełącznik ATM przekazuje celki do następnego (innego) PVC w chmurze ATM dokonując konwersji VPI i VCI dla następnego VC (*Virtual Circuit*) zestawionego pomiędzy urządzeniami .

Skonfiguruj pod-interfejs przeciwległego rutera, np.: *Router2(config)# interface atm slot/port.1 Router2(config-if)#ip address 200.200.200.2 255.255.255.0 Router2(config-if)#pvc 0/60 Router2(config-if-pvc)#protocol ip 200.200.200.2 broadcast Router2(config-if-pvc)#protocol ip 200.200.200.1 broadcast* 

- 9. Sprawdzenie konfiguracji: Router#show interface atm port/slot Router#show atm vc Router#show atm vp
- 10. W razie potrzeby (*show ip route*) należy rozwiązać problem poprawnego rutowania datagramów IP w powstałej sieci IP, interpretując kanał ATM OC3 jako jeden z węzłów sieci IP.
- 11. Znaczenie LED w module Cisco NM-OC3 ATM i podobnych:

RCLK, zielony – Poprawny odbiór zegara zdalnego urządzenia (fizyczna kontrola łącza)

- FERF, żółty – Błędy enkapsulacji (zakłócenia w transmisji lub rozbieżności w konfiguracji enkapsulacji)

- OOF, żółty Out of Frame, transmisja zerwana
- AIS, żółty Alarm ogólny

# Zadanie B: Konfigurowanie przełącznika ATM Cisco 1010 do przełączania PVC

 Komunikacja poprzez CLI z Cisco Lightstream jest prowadzona bardzo podobnie jak w przypadku systemu operacyjnego Cisco Catalyst OS dla przełączników Ethernet. Przejście w tryb exec, operacje debug, czynności konfigurowania interfejsu Ethernet czy diagnostyka przeprowadzane są analogicznie. Dostępny interfejs Ethernet służy tu jednak wyłącznie do zarządzania przełącznikiem, nie ma możliwości rutowania z użyciem tego interfejsu - Lightstream przełącza celki ATM, a nie ramki Ethernet.

2. Skonfiguruj interfejsy ATM do przełączania PVC:

### Switch(config)# interface atm 12/0/0

Zdefiniuj regułę przełączania celek ATM w przełączniku ATM:

### Switch(config-if)# atm pvc 0 50 interface atm 12/1/0 0 60

gdzie 0 50 to VPI i VCI źródłowe celki wchodzącej przez interfejs 12/0/0, 12/1/0 to interfejs do którego celka będzie przekierowana, a 0 60 to nowe VPI i VCI w przekierowanej już celce ATM (identyfikator następnego wirtualnego obwodu prowadzącego do kolejnego urządzenia w chmurze ATM).

Innymi słowy: ponieważ konfigurujemy interfejs 12/0/0 to celki wchodzące przez ten interfejs posiadające VPI/VCI = 0/50 zostaną przełączone do interfejsu 12/1/0 z nadaniem im nowego VPI/VCI = 0/60

Switch(config-if)#exit

Analogicznie należy zdefiniować regułę dla celek podążających w przeciwnym kierunku:

Switch(config)# interface atm 12/1/0

#### Switch(config-if)# atm pvc 0 60 interface atm 12/0/0 0 50 Switch(config-if)#exit

Uwagi:

- Adres IP dla interfejsu ATM jest definiowany tak samo jak dla innego interfejsu Rutera. Jest to adres bramki pomiędzy ATM i IP
- Interfejsy ATM trzeba włączyć, upewniając sie w pierwszej kolejności czy linie nadajnika (TX) i odbiornika (TX) są ze sobą poprawnie zestawione (LED *Carrier Detect* lub *Remote Clock* będzie to sygnalizować).
- Weryfikacja: Switch#show atm vc interface atm 12/0/1 Switch#show interface atm 12/0/1

Sprawdź komunikację pomiędzy ruterami IP prowadzoną przez chmurę ATM (ping)

# Zadanie C: ATM PVC – konfigurowanie ruterów–bramek IP-ATM, wariant z mapami IP-VC

Innym wariantem konfigurowania ruchu w bramce ATM-IP (ATM endpoint) jest użycie map IP-VC. Mapy IP-VC określają powiązania pomiędzy adresami docelowymi IP a obwodami wirtualnymi (VC – Virtual Channel) ATM. Posiadają unikatowe nazwy. Mapy są przypisywane do pod-interfejsów ATM.

- Stwórz mapę IP-VC, np: Router(config)#map-list mapa1 Router(config-map-list)#ip 200.200.200.2 atm-vc 2 broadcast Router(config)#end
- Skonfiguruj interfejs podobnie jak w zadaniu A, jednak powiązania IP-VC pobierając z mapy *Router(config)#interface atm 2/0.10 multipoint Router(config-if)#ip address 200.200.200.1 255.255.255.0*

Router(config-if)#atm pvc 2 0 50 aal5snap Router(config-if-pvc)#exit Router(config-if)#map-group mapa1 Router(config)#no shut Router(config)#exit

3. Analogicznie skonfiguruj drugi interfejs. Sprawdź komunikację przez przełącznik ATM przy takiej konfiguracji.

Gotowa konfiguracja PVC bez map Gotowa konfiguracja PVC z mapami IP-VC ! ruter 1 (podlaczony do 12/0/0) w Lightstream ! ruter 1 (podlaczony do 12/0/0) w Lightstream interface atm 2/0.1 multipoint interface atm 2/0.10 multipoint ip address 200.200.200.1 255.255.255.0 ip address 200.200.200.1 255.255.255.0 pvc 0/50 atm pvc 2 0 50 aal5snap protocol ip 200.200.200.2 broadcast exit protocol ip 200.200.200.1 broadcast map-group mapa1 no shut exit no shut exit end map-list mapa1 ip 200.200.200.2 atm-vc 2 broadcast ! ruter 2 (podlaczony do 12/1/0) w Lightstream end interface atm 2/0.10 multipoint ! ruter 2 (podlaczony do 12/1/0) w Lightstream ip address 200.200.200.2 255.255.255.0 interface atm 2/0.10 multipoint pvc 0/60 protocol ip 200.200.200.2 broadcast ip address 200.200.200.2 255.255.255.0 protocol ip 200.200.200.1 broadcast atm pvc 2 0 60 aal5snap exit exit no shut map-group mapa1 end no shut exit ! przełacznik ATM: map-list mapa1 ip 200.200.200.1 atm-vc 2 broadcast interface atm 12/0/0 end atm pvc 0 50 interface atm 12/1/0 0 60 exit ! przełacznik ATM: interface atm 12/1/0 atm pvc 0 60 interface atm 12/0/0 0 50 interface atm 12/0/0 atm pvc 0 50 interface atm 12/1/0 0 60 end exit interface atm 12/1/0 atm pvc 0 60 interface atm 12/0/0 0 50 end

## Zadanie D: ATM SVC – konfigurowanie ruterów–bramek IP-ATM

 Switched Virtual Circuit jest zestawiany automatycznie przez przełącznik ATM z chwilą wystąpienia zapotrzebowania na komunikację. Chmura ATM nie musi być konfigurowana w celu określenia konkretnych wartości VPI i VCI dla kanałów pośredniczących w transmisjach. Definiowane są natomiast dodatkowe adresy: NSAP (*Network Service Access Point*) dla przełączników wyprowadzających ruch z sieci ATM. Dla punktów styku chmury z innymi sieciami (np. IP) określane są identyfikatory ESI (*End System Identifier*). Każdy ruter– bramka IP-ATM otrzyma taki identyfikator.

Konieczne jest wprowadzenie mechanizmu umożliwiającego konwersję adresu IP na ATM endpoint (adres NSAP). Zapewnia go protokół ATM ARP. W jednym z

ruterów-bramek IP-ATM osadzamy serwer ATM ARP, pozostałe informujemy o lokalizacji serwera (posługując się adresem NSAP tego pierwszego).

W interfejsie ATM rutera-bramki konieczne jest zdefiniowanie dwóch PVC (PVC zamiast SVC będą tworzone wyłącznie w interfejsach UNI - *User Network Interface* ATM):

- pierwszego do wsparcia ruchu celek zawierających ruch IP (np. z enkapsulacją qsaal)

- drugiego na potrzeby ILMI (*Interim Local Management Interface*) służącego tu do komunikacji z przełącznikiem ATM w celach konfiguracyjnych (wymiana adresów ATM i danych kontrolnych). Ten drugi obwód posiada identyfikatory narzucone przez przełącznik ATM, domyślnie VPI= 0, VCI=16. Po skonfigurowaniu przełącznika (następne zadanie) będzie można sprawdzać w nim stan ILMI:

Switch#show atm ilmi-status atm 0/0/0

2. Konfigurowanie Rutera IP jako ATM endpoint zawierający serwer ATM ARP (Ruter 1):

Router(config)#ip routing Router(config)#router eigrp 100 Router(config-eigrp)#network 200.200.200.0 Router(config)#exit Router(config)#interface atm 2/0 Router(config-if)#atm pvc 1 0 5 qsaal Router(config-if)#atm pvc 2 0 16 ilmi Router(config-if)#uni-version 3.1 Router(config-if)#exit Router(config)#interface atm 2/0.1 multipoint Router(config)#interface atm 2/0.1 multipoint Router(config-if)#atm esi-address 0002.0002.0002.00 Router(config-if)#atm arp-server self Router(config-if)#end

Konfigurowanie Rutera IP jako ATM endpoint będący klientem ATM ARP (Ruter 2): Router(config)#ip routing Router(config)#router eigrp 100 Router(config-eigrp)#network 200.200.200.0 Router(config)#exit Router(config)#interface atm 2/0 Router(config-if)#atm pvc 1 0 5 qsaal Router(config-if)#atm pvc 2 0 16 ilmi Router(config-if)#uni-version 3.1 Router(config-if)#exit Router(config)#interface atm 2/0.1 multipoint Router(config-if)#ip address 200.200.200.1 255.255.255.0 Router(config-if)#atm esi-address 0001.0001.0001.00 Router(config-if)#atm arp-server nsap 47.0091.8100.0000.0010.0739.a101.0002.0002.0002.00 *Router(config-if)*#end Podany w komendzie adres serwera ARP jest złożeniem NSAP przełacznika ATM i adresu ESI punktu styku sieci ATM z innymi sieciami (czyli adresu ESI Rutera 1). Adresy ESI muszą być unikatowe.

Po skonfigurowaniu przełącznika ATM (następne zadanie) uruchom interfejsy obydwu ruterów IP oraz sprawdź ich status, np: *Router(config-if)#no shut Router#show int atm 2/0.1 Router#show atm map* 

# Zadanie E: ATM SVC – konfigurowanie przełącznika ATM Cisco 1010

Jedyna konfiguracja konieczna do ustanowienia w przełączniku ATM to zdefiniowanie jego adresu NSAP i wybranie trybu przełączania. Należy zauważyć, że w przełączniku ATM nie umieszczamy żadnej reguł nakazujących przełączanie celek o określonym PVI i SVI do zadanych interfejsów ATM (przełącznik sam powinien je teraz zidentyfikować). SVC będą zestawiane w miarę zapotrzebowania i na podstawie NSAP:

Switch(config)#atm address 47.0091.8100.0000.0010.0739.a101.0010.0739.a101.00 Switch(config)#atm router pnni Switch(config)#node 1 level 56 lowest

Switch(config)#redistribute atm-static

Należy również uporządkować konfigurację interfejsów (po realizacji poprzedniego zadania):

Switch(config)#interface atm 12/0/0 Switch(config-if)#no ip address Switch(config-if)#no atm auto-configuration Switch(config-if)#atm uni version 3.1 Switch(config-if)#exit Switch(config)#interface atm 12/1/0 Switch(config-if)#no ip address Switch(config-if)#no atm auto-configuration Switch(config-if)#atm uni version 3.1 Switch(config-if)#exit Aby usunąć SVC już istniejące w przełączniku (z poprzednich sesji) należy użyć komendy clear, np.: Switch(config)#clear atm atm-vc atm 12/0/0 1 10 gdzie 12/0/0 to interfejs ATM, 1 to VPI, 10 to VCI

Sprawdzenie konfiguracji: Switch#show atm vc interface atm 12/0/0 Switch#show atm vc interface atm 12/1/0 Gotowa konfiguracja systemu przełączania ATM SVC

! ruter 1 (podłączony do interfejsu ATM 12/0/0) w Lightstream

ip routing router eigrp 100 network 200.200.200.0 exit interface atm 2/0 atm pvc 1 0 5 qsaal atm pvc 2 0 16 ilmi atm uni version 3.1 exit interface atm 2/0.1 multipoint ip address 200.200.200.1 255.255.255.0 atm esi-address 0001.0001.0001.00 atm arp-server nsap 47.0091.8100.0000.0010.0739.a101.0002.0002.0002.00 end show interface atm 2/0.10 show atm vc show atm vp ! ruter 2 (podłączony do interfejsu ATM 12/1/0) w Lightstream ip routing router eigrp 100 network 200.200.200.0 exit interface atm 2/0 atm pvc 1 0 5 qsaal atm pvc 2 0 16 ilmi atm uni version 3.1 exit interface atm 2/0.1 multipoint ip address 200.200.200.2 255.255.255.0 atm esi-address 0002.0002.0002.00 atm arp-server self end show interface atm 2/0.1 show atm vc show atm vp ! przełącznik ATM: atm address 47.0091.8100.0000.0010.0739.a101.0010.0739.a101.00 atm router pnni node 1 level 56 lowest redistribute atm-static interface atm 12/0/0 no ip address no atm auto-configuration atm uni version 3.1 exit interface atm 12/1/0 no ip address no atm auto-configuration atm uni version 3.1 end show atm vc interface atm 12/0/0 show atm vc interface atm 12/1/0

## Zadanie E: ATM SVC – uruchomienie i testowanie

 Interfejsy fizyczne kart ATM ruterów-bramek IP-ATM nie zostały jeszcze włączone. Bez skonfigurowania przełącznika nie miało to sensu (brak możliwości zestawienia adresacji NSAP). Teraz należy włączyć interfejsy (w obydwu ruterach), np.: *Router(config)#int atm 2/0 Router(config-if)no sh*

Po włączeniu przełącznik powinien przysłać prefiks swojego adresu NSAP przez ILMI. W połączeniu ze zdefiniowanym lokalnie ESI interfejsu da pełny adres endpoint:

\*Mar 1 13:22:54.883: %LINK-3-UPDOWN: Interface ATM2/0, changed state to up \*Mar 1 13:22:57.883: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface ATM2/0, changed state to up \*Mar 1 13:23:09.491: %LANE-6-INFO: ATM2/0: ILMI prefix add event received \*Mar 1 13:23:09.495: %LANE-6-INFO: ATM2/0: ILMI prefix add event received \*Mar 1 13:23:28.983: %DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP(0) 100: Neighbor 200.200.200.1 (ATM2/0.1) is up: new adjacency

W tym momencie pod-interfejs ATM (np. 2/0.1) powinien rutera dostać adres NSAP:

Router#show int atm 2/0.1

ATM2/0.1 is up, line protocol is up Hardware is RS8234 ATM E3 Internet address is 200.200.200.2/24 MTU 4470 bytes, BW 34000 Kbit, DLY 200 usec, reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255 NSAP address: 47.0091810000000100739A101.000200020002.00 Encapsulation ATM 96 packets input, 7392 bytes 97 packets output, 7116 bytes

••••

 Weryfikacja po stronie przełącznika ATM będzie dotyczyć przede wszystkim adresacji stacji endpoint (SVC zestawiane jest chwilowo): Switch#show atm status

PER-INTERFACE STATUS SUMMARY AT 17:01:29 UTC Wed Dec 4 2013: Interface IF Admin Auto-Cfg ILMI Addr SSCOP Hello Name Status Status Reg State State State ATM12/0/0 UP UpAndNormal Active up n/a n/a DOWN down waiting ATM12/0/1 n/a Idle n/a ATM12/0/3 DOWN down waiting n/a Idle n/a ATM12/1/0 UP UpAndNormal Active up n/a n/a

Po uruchomieniu interfejsów powinniśmy zobaczyć ustalone przez przełącznik trasy (należy sprawdzić adresy NSAP, w szczególności końcówki ESI):

#### Switch#show atm route

P T Node/Port St Lev Prefix

~ ~~	~~~~~~~	~~~~ ~	
P SI	1 0	UP 0	47.0091.8100.0000.0010.0739.a101/104
RΙ	1 ATM12/0/0	UP 0	47.0091.8100.0000.0010.0739.a101.0001.0001.0001/152

R I 1 ATM12/1/0 UP 0 47.0091.8100.0000.0010.0739.a101.0002.0002.0002/152

3. Finalnie - sprawdź komunikację pomiędzy ruterami IP prowadzoną przez chmurę ATM w trybie Switched Virtual Circuit: Router1#ping 200.200.200.2 Router2#ping 200.200.200.1 Przeprowadź eksperyment polegający na śledzeniu sesji oraz ruchu kontrolnego (w ścieżce 0, VPI=0). W tym celu włącz śledzenie zdarzeń w przełączniku ATM: Switch#debug atm ilmi events Switch#debug atm connection events Kontrolowanie sesji: Switch#show debug Po włączeniu trybu debug wyłącz i ponownie włącz stosowny interfejs ATM rutera obserwując sesję ILMI: Router(config)#int atm 2/0 Router(config-if)sh Router(config-if)no sh

Przeprowadź eksperyment polegający na śledzeniu sesji ARP. W tym celu włącz śledzenie zdarzeń ATM ARP w **ruterze IP**: *Router #debug atm arp Router(config)#int atm 2/0 Router(config-if)sh Router(config-if)no sh* 

4. Na koniec należy spróbować rozszerzyć instalację o wykorzystanie kolejnego rutera IP jako bramki endpoint ATM - tym razem rutera Cisco 7200 VXR z modułami ATM OC3-MultiMode lub podobnymi (w ruterze dostępne są światłowodowe PA-OC3 SMI, PA- ATM 155MM oraz PA- ATM 1A-E3) Router(config)#interface atm 2/0 Router(config-if)#atm pvc 1 0 5 gsaal Router(config-if)#atm pvc 2 0 16 ilmi Router(config-if)#uni-version 3.1 Router(config-if)#exit Router(config)#interface atm 2/0.1 multipoint Router(config-if)#ip address 200.200.200.3 255.255.255.0 Router(config-if)#esi-address 0003.0003.0003.00 Router(config-if)#atm arp-server nsap 47.0091.8100.0000.0010.0739.a101.0002.0002.0002.00 System operacyjny rutera Cisco 7200 VXR udostępnia możliwości konfigurowania ESI lub NSAP, więc adres NSAP można także podać do interfejsu ręcznie (przedrostek NSAP musi być zgodny z adresem przełącznika ATM do którego interfejs jest podłączony): Router(config-if)#atm nsap-address 47.0091.8100.0000.0010.0739.a101.0003.0003.0003.00

Po włączeniu interfejsu przetestuj działanie rozszerzonej instalacji ATM.