

# Migracja z IPv4 do IPv6 na przykładzie Winogradzkiej Sieci Multimedialnej



# Agenda

- Wachowiak & Syn: dystrybucja i integracja
- Wprowadzenie do IPv6: teoria, różnice względem IPv4
- Winogradzka Telewizja Kablowa: fakty
- Winogradzka Telewizja Kablowa: wdrożenie IPv6
- Funkcjonalności IPv6 dostępne w AW+

# Nasza oferta

- Projektowanie, budowa i utrzymanie:
  - stacji czołowych
  - kablowych sieci telewizji analogowej i cyfrowej
  - sieci telekomunikacyjnych i teleinformatycznych
  - sieci rozległego monitoringu wizyjnego
- Usługi satelitarne dla przedsiębiorstw
- Systemy antenowe
- Podzespoły dla automatyki przemysłowej

## Nasi Partnerzy



# Wprowadzenie do IPv6

- Notacja adresów IPv6
- Typy adresów IPv6
- Rodzaje transmisji
- Protokół ND / ICMPv6
- Autokonfiguracja / DHCP

## Notacja adresów IPv6

- Adres IPv6 – 128-bitowy adres składający się z ośmiu 16-bitowych bloków (notacja heksadecymalna) rozdzielonych dwukropkami:

0123:4567:89ab:cdef:0123:4567:89ab:cdef

- Adres IPv4 – 32-bitowy adres składający się z czterech oktetów oddzielonych kropkami:

123.123.123.123

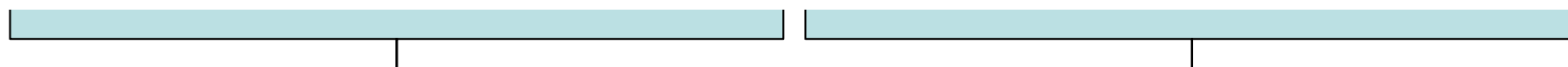
# Notacja adresów IPv6

- Liczba adresów IPv4:
  - 4294967296,
- Liczba adresów IPv6:
  - 340 282 366 920 938 463 463 374 607 431 768 211 456,
  - $7.9 \times 10^{28}$  razy więcej niż IPv4,
  - $6.5 \times 10^{23}$  na metr kwadratowy powierzchni Ziemi.

# Notacja adresów IPv6

- Zapis adresu IPv6 hosta z długością prefiksu (IPv4: maska):

0123:4567:89ab:cdef:0123:4567:89ab:cdef/64



Prefix (indentyfikator sieci)

Interface ID (identyfikator interfejsu hosta)



# Notacja adresów IPv6

- Zapis prefiksu IPv6 bez specyfikacji hosta

0123:4567:89ab:cdef::/64



Prefix (identyfikator sieci)

## Notacja adresów IPv6 – skracanie adresu IPv6

- Pełny adres:

2002:0220:0000:0000:0000:abcd:0000:001b

- W obrębie bloku likwidujemy zero / zera z lewej strony:

2002:220:0000:0000:0000:abcd:0000:1b

- W przypadku bloków „0000” zostawiamy „0”:

2002:220:0:0:0:abcd:0:1b

## Notacja adresów IPv6 – skracanie adresu IPv6

- W przypadku bloków „0000” zostawiamy „0”:

2002:220:0:0:0:abcd:0:1b

- Pojedynczy ciąg bloków zer możemy pominąć:

2002:220::abcd:0:1b

2002:220:0:0:0:abcd::1b

- Zaleca się pomijanie bloków zer po prawej

# Notacja adresów IPv6 – skracanie adresu IPv6

- To ten sam adres:

2002:0220:0000:0000:0000:abcd:0000:001b

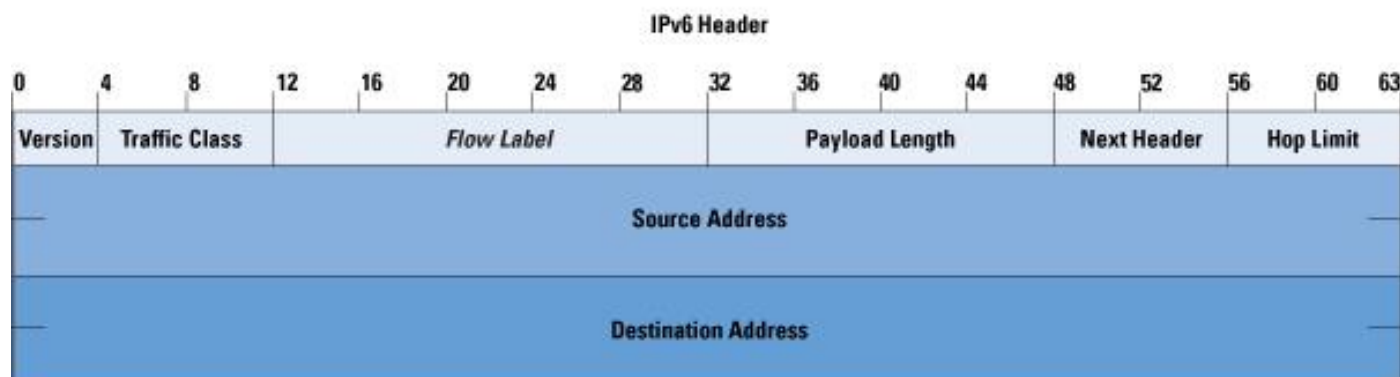
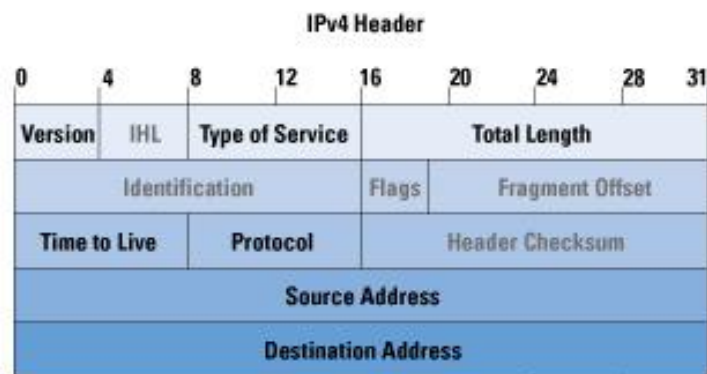
2002:220:0:0:0:abcd::1b

2002:220::abcd:0:1b

- Dlaczego taki zapis jest niedozwolony?

2002:220::abcd::1b

# Nagłówek pakietu IPv6



# Nagłówek pakietu IPv6

## Pola w nagłówku IPv6

- **Version** / Wersja – wersja protokołu IP,
- **Traffic Class** / Klasa ruchu – odpowiednik pola TOS w IPv4,
- **Flow Label** / Etykieta przepływu – (NEW!) identyfikacja strumieni/sesji,
- **Payload Length** / Długość pola danych – ~odpowiednik Total Length,
- **Next Header** / Następny nagłówek – odpowiednik Protocol,
- **Hop Limit** / Limit skoków – odpowiednik TTL,
- **Source Address** / Adres źródłowy – 128-bitowe pole,
- **Destination Address** / Adres docelowy – 128-bitowe pole,

# Nagłówek pakietu IPv6

## Pola w nagłówku IPv4 niewykorzystane w IPv6

- **IHL** / Długość nagłówka – stała długość nagłówka IPv6,
- **Identification** / Identyfikacja – brak fragmentacji pakietów IPv6,
- **Flags** / Flagi – brak fragmentacji pakietów IPv6,
- **Fragment Offset** / Przesunięcie – brak fragmentacji p. IPv6,
- **Header Checksum** / Suma kontrolna – kontrolę zapewnia warstwa wyższa,

# Nagłówek pakietu IPv6

## Dodatkowe nagłówki (Extension Headers) IPv6

- **Hop-by-hop Options Header,**
- **Destination Options Header,**
- **Routing Header,**
- **Authentication Header,**
- **Encapsulating Security Payload Header,**
- **Mobility Options Header,**



# Typy adresów IPv6

IPv6 Prefix	Allocation	First block	Size
0000::/8	Reserved by IETF	0000:: - 00ff::	
0100::/8	Reserved by IETF	0100:: - 01ff::	
0200::/7	Reserved by IETF	0200:: - 03ff::	
0400::/6	Reserved by IETF	0400:: - 07ff::	
0800::/5	Reserved by IETF	0800:: - 09ff::	
1000::/4	Reserved by IETF	1000:: - 1fff::	
<b>2000::/3</b>	<b>Global Unicast</b>	<b>2000:: - 3fff::</b>	<b>1/8</b>
4000::/3	Reserved by IETF	4000:: - 5fff::	
6000::/3	Reserved by IETF	6000:: - 7fff::	
8000::/3	Reserved by IETF	8000:: - 9fff::	
a000::/3	Reserved by IETF	a000:: - bfff::	
c000::/3	Reserved by IETF	c000:: - dfff::	
e000::/4	Reserved by IETF	e000:: - efff::	
f000::/5	Reserved by IETF	f000:: - f7ff::	
f800::/6	Reserved by IETF	f800:: - fbff::	
<b>fc00::/7</b>	<b>Unique Local Unicast</b>	<b>fc00:: - fdff::</b>	<b>1/128</b>
fe00::/9	Reserved by IETF	fe00:: - fe7f::	
<b>fe80::/10</b>	<b>Link-local Unicast</b>	<b>fe80:: - febf::</b>	<b>1/1024</b>
fec0::/10	Reserved by IETF	fec0:: - feff::	
<b>ff00::/8</b>	<b>Multicast</b>	<b>ff00:: - ffff::</b>	<b>1/256</b>

# Global Unicast Adresses: 2000::/3

Przydział prefiksów:

- LIR otrzymuje od RIRa (Europa: RIPE NCC) domyślnie prefix /32,

**PSM Winogrady (AS197227): 2a03:1280::/32**

- Możliwe uzyskanie większego prefiksu:

**TP S.A (AS5617): 2a01:1000::/21**

- Firmy/institucje niebędący LIRem mogą otrzymać prefix (+/-): /48

**MSM (AS30923): 2001:067c:29fc::/48**

# Global Unicast Adresses: 2000::/3

## Rezerwacja prefiksów

- Tunel Teredo:

**2001::/32**

- Dokumentacja:

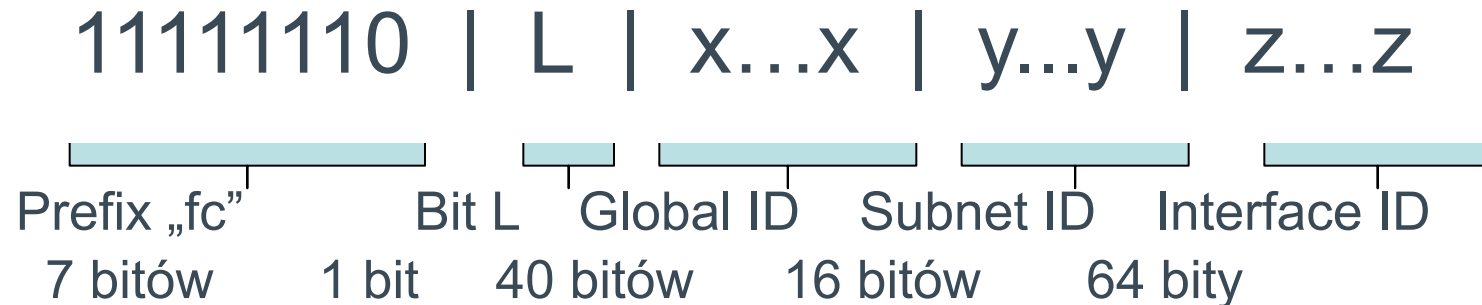
**2001:db8::/32**

- Tunel 6 to 4

**2002::/16**

# Unique Local Addresses: fc00::/7

- Odpowiednik adresów prywatnych IPv4,
- Adresy unikalne w skali globalnej,
- Format adresu:



# Unique Local Addresses: fc00::/7

- Prefiks /48 (Global ID) generowany przez zainteresowanego,
- Algorytm:
  - Ustal aktualny czas w formacie 64-bitów (Unix Time),
  - Ustal interfejs ID hosta (EUI-64 z adresu MAC),
  - Utwórz klucz łącząc czas i ID interfejsu,
  - Oblicz SHA-1 klucza,
  - Ostatnie 40-bitów klucza to twój Global ID.

**fd37:6128:f08c::/48**

# Link-local Addresses: fe80::/10

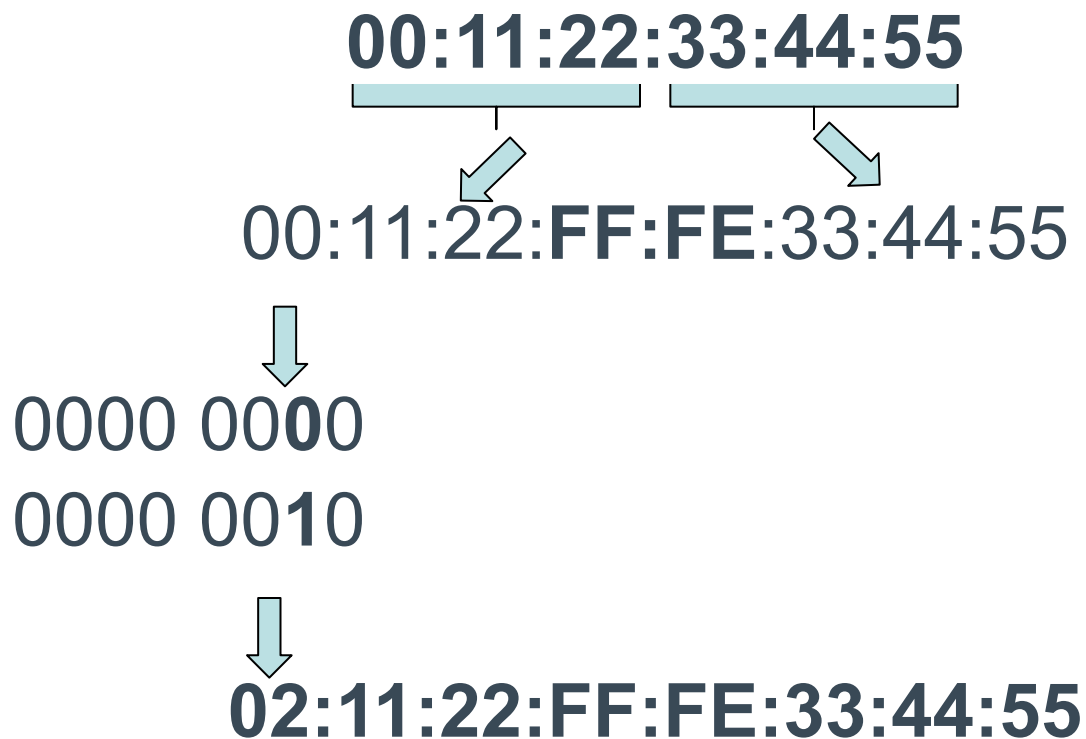
- Adres lokalny, dostępny w obrębie sieci L2,
- Każdy host tworzy dla każdego interfejsu wspierającego IPv6 adres IPv6 typu link-local na podstawie adresu MAC:
- Format:

111111010 | 0...0 | x...x



# Link-local Addresses: fe80::/10

- W jaki sposób tworzy się ID interfejsu na podstawie adresu MAC:



# Multicast Addresses: ff00::/8

- Podział adresów multicastowych:

IPv6 Prefix	Allocation	Notes
ffx1::/16	Node-local	W obrębie hosta
ffx2::/16	Link-local	W obrębie sieci L2
ffx3::/16	Local-scope	"Kwestia interpretacji"
ffx4::/16	Admin-scope	"Kwestia interpretacji"
ffx5::/16	Site-scope	"Kwestia interpretacji"
ffx8::/16	Organization-scope	W obrębie organizacji
ffxe::/16	Global	Dostępne w Internecie



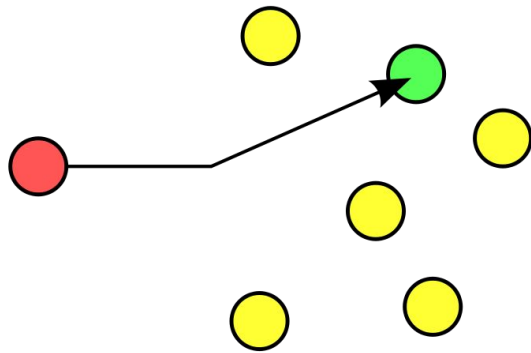
# Multicast Addresses: ff00::/8

- Część adresów została zarezerwowana:

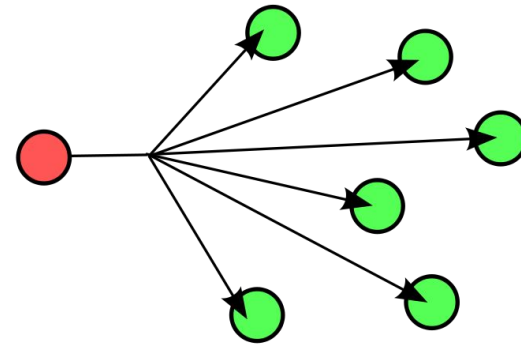
IPv6 address	Type	Notes
ff01::1	Node-local	All listeners within the node
ff02::1	Link-local	All-nodes address
ff02::2	Link-local	All-routers address
ff02::5	Link-local	OSPFv3 All SPF Routers
ff02::13	Link-local	PIM Routers
ff05::2	Site-local	All Routers Address

# Rodzaje transmisji

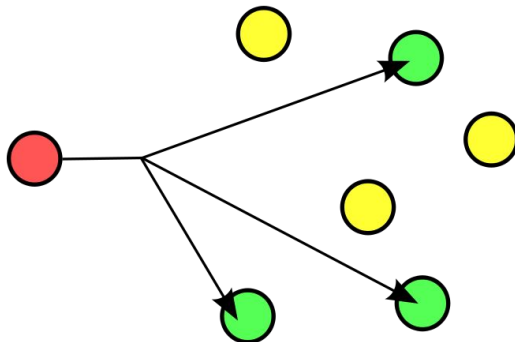
Unicast



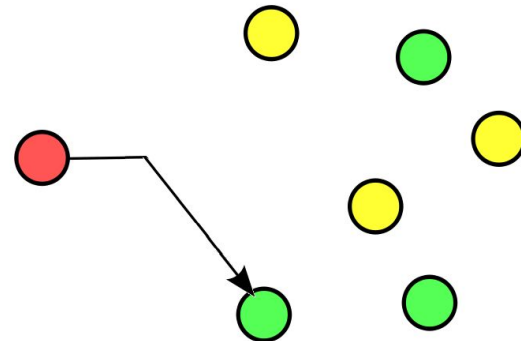
Broadcast



Multicast



Anycast



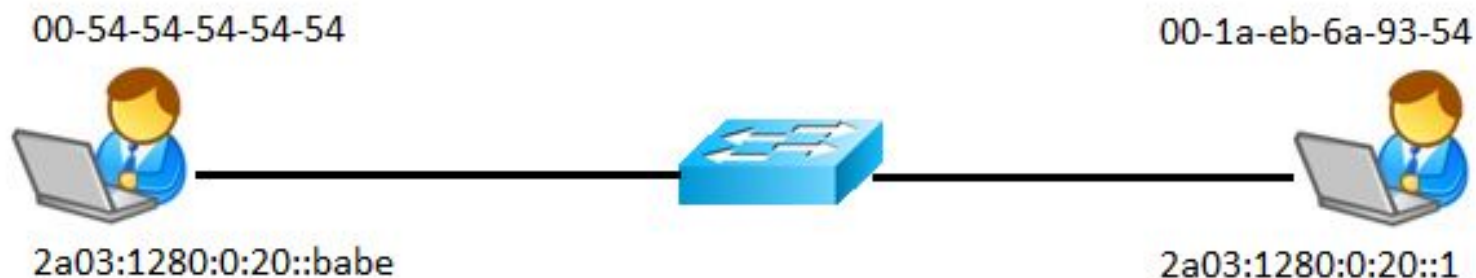
# IPv6 - uwagi

- :: – nieznaný adres,
- ::1 – loopback (IPv4: 127.0.0.1),
- Adresy link-local fe80::/10 mogą się powtarzać, ???
- Możliwe przypisanie kilku adresów do jednego interfejsu,
- Zalecana długość prefiksu dla sieci L2 wynosi /64, ???
- Brak transmisji typ broadcast = brak adresu typu broadcast,
- Brak protokołu ARP,
- DHCP serwer nie informuje o bramie domyślnej,
- Trzy rodzaje konfiguracji interfejsów:
  - statycznie,
  - automatycznie (autokonfiguracja + DHCP).

# Neighbor Discovery / ICMPv6

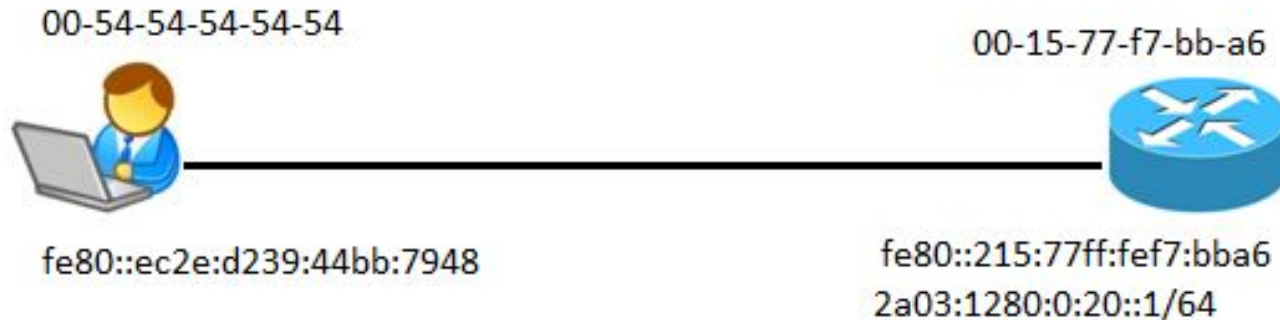
- IPv4 – ICMPv4 (Internet Control Message Protocol)  
ping / traceroute / ...
- IPv6 – ICMPv6  
ping / traceroute / ND
- ND – wykorzystuje 5 komunikatów ICMPv6
  - Neighbor Solicitation – zamiast protokołu ARP
  - Neighbor Advertisement – jw.
  - Router Solicitation – ogłoszenie GW + autokonfiguracja
  - Router Advertisement – jw.
  - Redirect – informacja o zmianie GW

# Wykrywanie sąsiadów



Source	Destination	Protocol	Info
2a03:1280:0:20::babe	ff02::1:ff00:1	ICMPv6	Neighbor Solicitation for 2a03:1280:0:20::1 from 00:54:54:54:54:54
2a03:1280:0:20::1	2a03:1280:0:20::babe	ICMPv6	Neighbor Advertisement 2a03:1280:0:20::1 (sol, ovr) is at 00:1a:eb:6a:93:54

# Wykrywanie bramy / autokonfiguracja



Source	Destination	Protocol	Info
fe80::ec2e:d239:44bb:7948	ff02::2	ICMPv6	Router solicitation from 00:54:54:54:54:54
fe80::215:77ff:fef7:bba6	ff02::1	ICMPv6	Router Advertisement from 00:15:77:f7:bb:a6

# Wykrywanie bramy / autokonfiguracja

- [-] Internet Control Message Protocol v6
  - Type: Router Advertisement (134)
  - Code: 0
  - Checksum: 0x82ff [correct]
  - Cur hop limit: 64
  - [+] Flags: 0xc0
    - Router lifetime (s): 1800
    - Reachable time (ms): 0
    - Retrans timer (ms): 0
  - [+] ICMPv6 option (Source link-layer address : 00:15:77:f7:bb:a6)
  - [-] ICMPv6 option (Prefix information : 2a03:1280:0:20::1/64)**
    - Type: Prefix information (3)
    - Length: 4 (32 bytes)
    - Prefix Length: 64
    - [+] Flag: 0x80
      - Valid Lifetime: 2592000
      - Preferred Lifetime: 604800
      - Reserved
      - Prefix: 2a03:1280:0:20::1 (2a03:1280:0:20::1)

## Karta Ethernet Połączenie lokalne:

```

Sufiks DNS konkretnego połączenia :
Adres IPv6 . . . . . : 2a03:1280:0:20:ec2e:d239:44bb:7948
Tymczasowy adres IPv6 . . . . . : 2a03:1280:0:20:6d5c:8ebe:1328:90ee
Adres IPv6 połączenia lokalnego . : fe80::ec2e:d239:44bb:7948%13
Adres IPv4 . . . . . : 1.1.1.2
Maska podsieci . . . . . : 255.255.255.0
Brama domyślna . . . . . : fe80::215:77ff:fef7:bba6%13
                          1.1.1.1
  
```

# Autokonfiguracja vs. DHCP

Router może zasignalizować w wiadomości RA, iż:

- Host powinien pobrać adres IPv6 z serwera DHCP:
  - Flaga „ManagedFlag” ustawiona na „1”,
- Host powinien pobrać inne dane z serwera DHCP:
  - Flaga „OtherConfigFlag” ustawiona na „1”,
- Host nie powinien używać autokonfiguracji:
  - Flaga „Autonomous address-configuration flag” ustawiona na „0”.



# Autokonfiguracja vs. DHCP

```

Type: Router Advertisement (134)
Code: 0
Checksum: 0x82ff [correct]
Cur hop limit: 64
[-] Flags: 0xc0
    1... .. = Managed address configuration: Set ←
    .1.. .. = Other configuration: Set ←
    ..0. .... = Home Agent: Not set
    ...0 0... = Prf (Default Router Preference): Medium (0)
    .... .0.. = Proxy: Not set
    .... ..0. = Reserved: 0
Router lifetime (s): 1800
Reachable time (ms): 0
Retrans timer (ms): 0
[+] ICMPv6 option (Source link-layer address : 00:15:77:f7:bb:a6)
[-] ICMPv6 option (Prefix information : 2a03:1280:0:20::1/64)
    Type: Prefix information (3)
    Length: 4 (32 bytes)
    Prefix Length: 64
[-] Flag: 0x80
    1... .. = on-link flag(L): Set
    .0.. .... = Autonomous address-configuration flag(A): Not set ←
    ..0. .... = Router address flag(R): Not set
    ...0 0000 = Reserved: 0
Valid Lifetime: 2592000
Preferred Lifetime: 604800
Reserved
Prefix: 2a03:1280:0:20::1 (2a03:1280:0:20::1)

```

# Autokonfiguracja vs. DHCP

Co w przypadku kiedy ustawimy wszystkie flagi na „1”?

- Host generuje adres IPv6 w trybie autokonfiguracji,
- Host pobiera adres IPv6 z serwera DHCP,
- Host wykorzystuje adres z autokonfiguracji.

Source	Destination	Protocol	Info
fe80::ec2e:d239:44bb:7948	ff02::2	ICMPv6	Router solicitation from 00:54:54
fe80::215:77ff:fef7:bba6	ff02::1	ICMPv6	Router Advertisement from 00:15:7
fe80::ec2e:d239:44bb:7948	ff02::1:2	DHCPv6	Solicit
fe80::215:77ff:fef7:bba6	fe80::ec2e:d239:44bb:7948	DHCPv6	Advertise IAA: 2a03:1280:0:20::d
fe80::ec2e:d239:44bb:7948	ff02::1:2	DHCPv6	Request IAA: 2a03:1280:0:20::d
fe80::215:77ff:fef7:bba6	fe80::ec2e:d239:44bb:7948	DHCPv6	Reply IAA: 2a03:1280:0:20::d
2a03:1280:0:20:946e:14ce:b381:c267	2a03:1280:0:30::c:1	DNS	Standard query 0x3690 AAAA dsn11.
2a03:1280:0:30::c:1	2a03:1280:0:20:946e:14ce:b381:c267	DNS	Standard query response 0x3690 CN

# A teraz jedziemy na Winogrody do Poznania

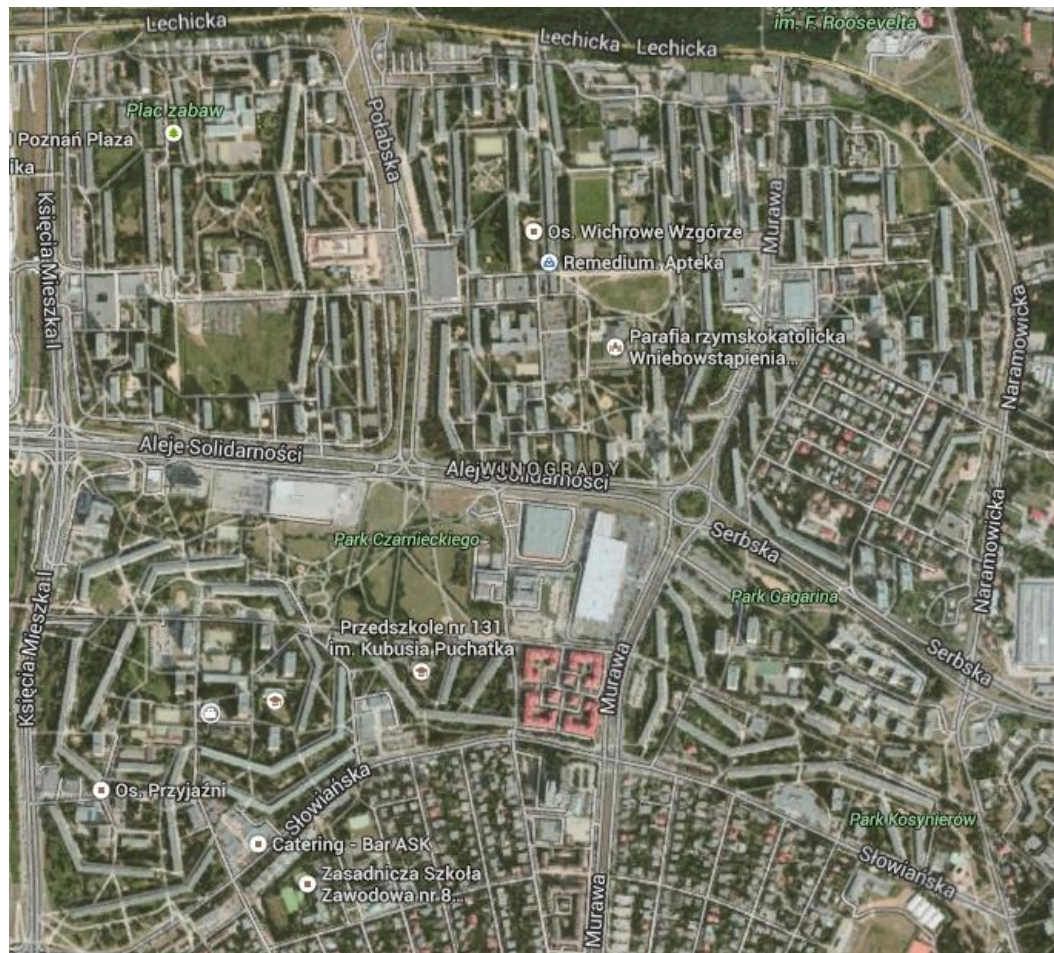


# Poznańska Spółdzielnia Mieszkaniowa „Winogrody” w Poznaniu





# Poznańska Spółdzielnia Mieszkaniowa „Winogrody” w Poznaniu



# Poznańska Spółdzielnia Mieszkaniowa „Winogrady” w Poznaniu



# Winogradzka Telewizja Kablowa - fakty

- Pokrycie:
  - dzielnica Winogrady (ok. 20 000 mieszkań / 5 osiedli),
  - przyległe ulice,
  - nowe lokalizacje na terenie Poznania,
  - nowe budownictwo,
  - usługi dedykowane dla instytucji z całego Poznania i Polski.

# Winogradzka Telewizja Kablowa - fakty

	<b>Infrastruktura 2007</b>	
<i>Telewizja</i>	<i>HFC</i>	<i>52 ATV / 42 DTV (0 HD)</i>
<i>Internet</i>	<i>Ethernet</i>	<i>brak*</i>
<i>Telefon</i>	<i>Ethernet</i>	<i>brak*</i>
<i>Monitoring wizyjny</i>	<i>Ethernet</i>	<i>brak</i>
<i>Internet mobilny</i>	<i>sieć PLAY</i>	<i>brak</i>

\*dzierżawa kanałów zewnętrznemu ISP

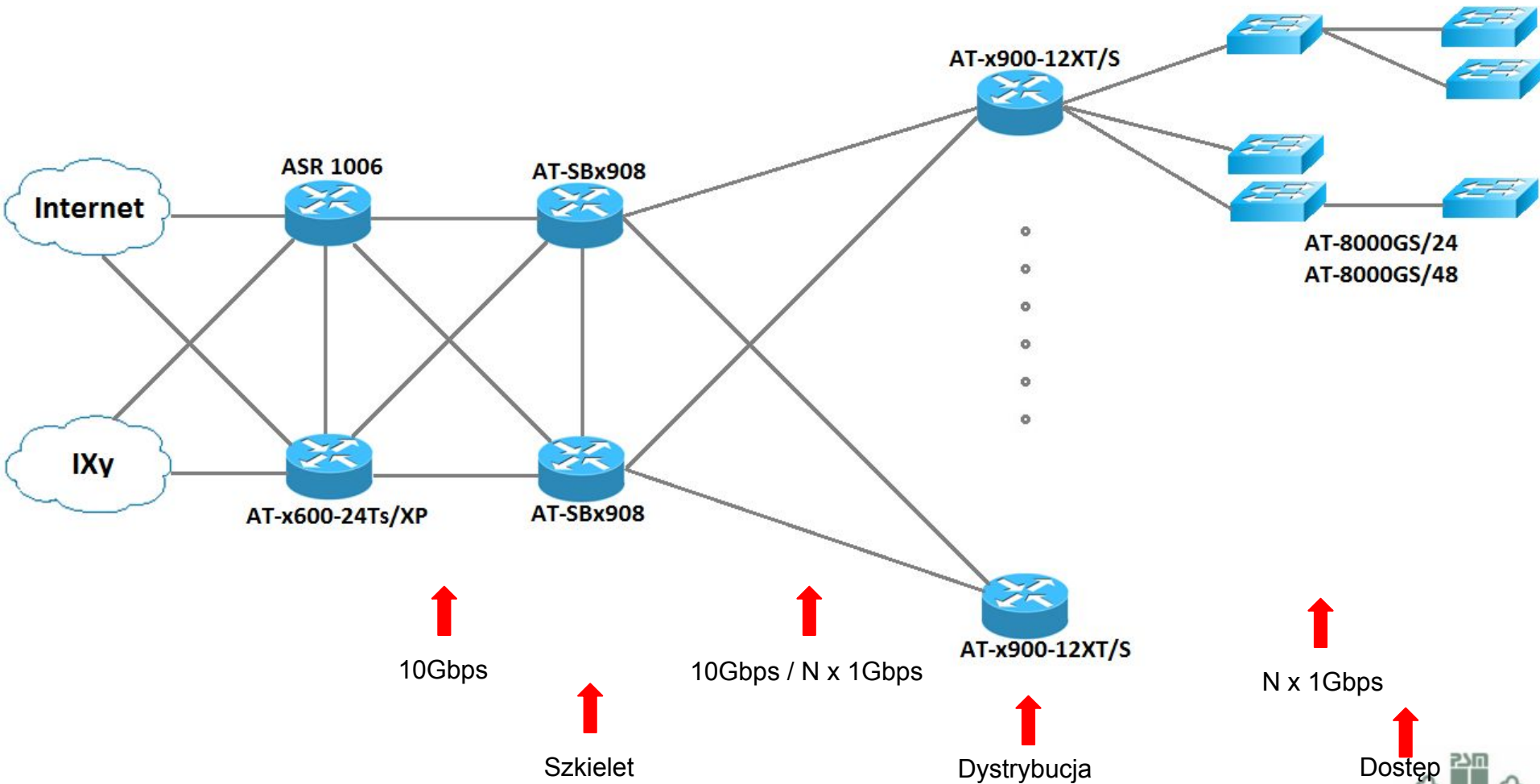


# Winogradzka Telewizja Kablowa - fakty

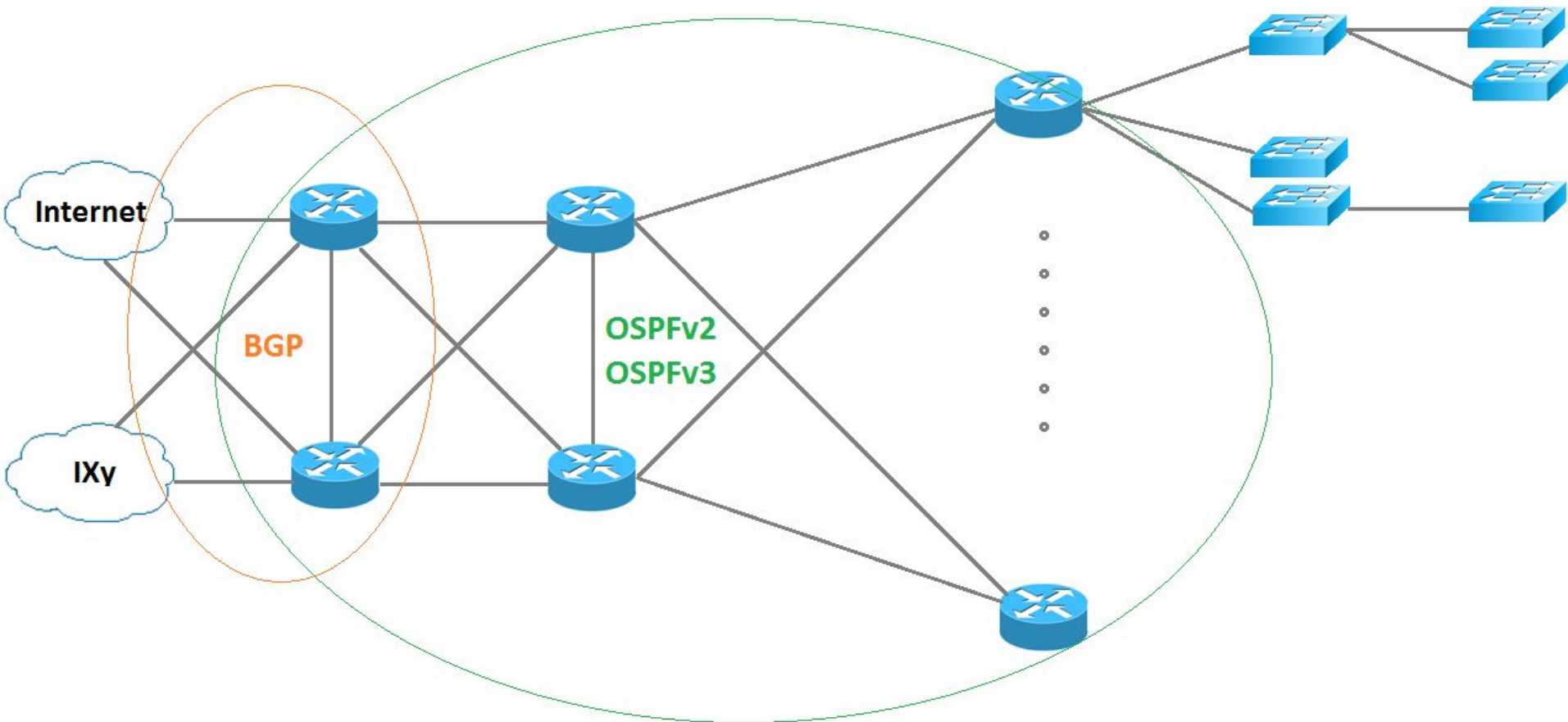
	<b>Infrastruktura</b>		<b>2007</b>	<b>2016</b>
Telewizja	HFC	52 ATV / 42 DTV (0 HD)		49 ATV / 200 DTV (72 HD)
Internet	Ethernet	brak*		symetryczne 300Mbps – 36,90PLN
Telefon	Ethernet	brak*		√
Monitoring wizyjny	Ethernet	brak		Sony RX570 / RH164 / ER580
				100 SD / 87 HD (8-14Mbps)
Internet mobilny	sieć PLAY	brak		√

\*dzierżawa kanałów zewnętrznemu ISP

# Schemat sieci



# Schemat sieci



# Wykorzystywane przełączniki – szkielet sieci

- AT-SBx908:
  - 2 + 1 jednostki,
  - 3U / 8 modułów,
  - Wykorzystane moduły:
    - 12x 1000BASE-T,
    - 12x SFP (12x 1Gbps),
    - 2x XFP (2x 10Gbps).



# Wykorzystywane przełączniki – dystrybucja



- AT-x900-12XT/S:
  - 21 + 2 jednostki,
  - 1U / 1 moduł,
  - 12x COMBO (SFP/1000T),
  - Wykorzystane moduły:
    - 1x XFP (1x 10Gbps)
    - 2x XFP (2x 10Gbps)

# Wykorzystywane przełączniki – dystr. lokalne

- AT-x600-24Ts,
- AT-x600-24Ts/XP:
  - Porty:
    - 20/20 1000BASE-T,
    - 4/4 COMBO,
    - 0/2 XFP.

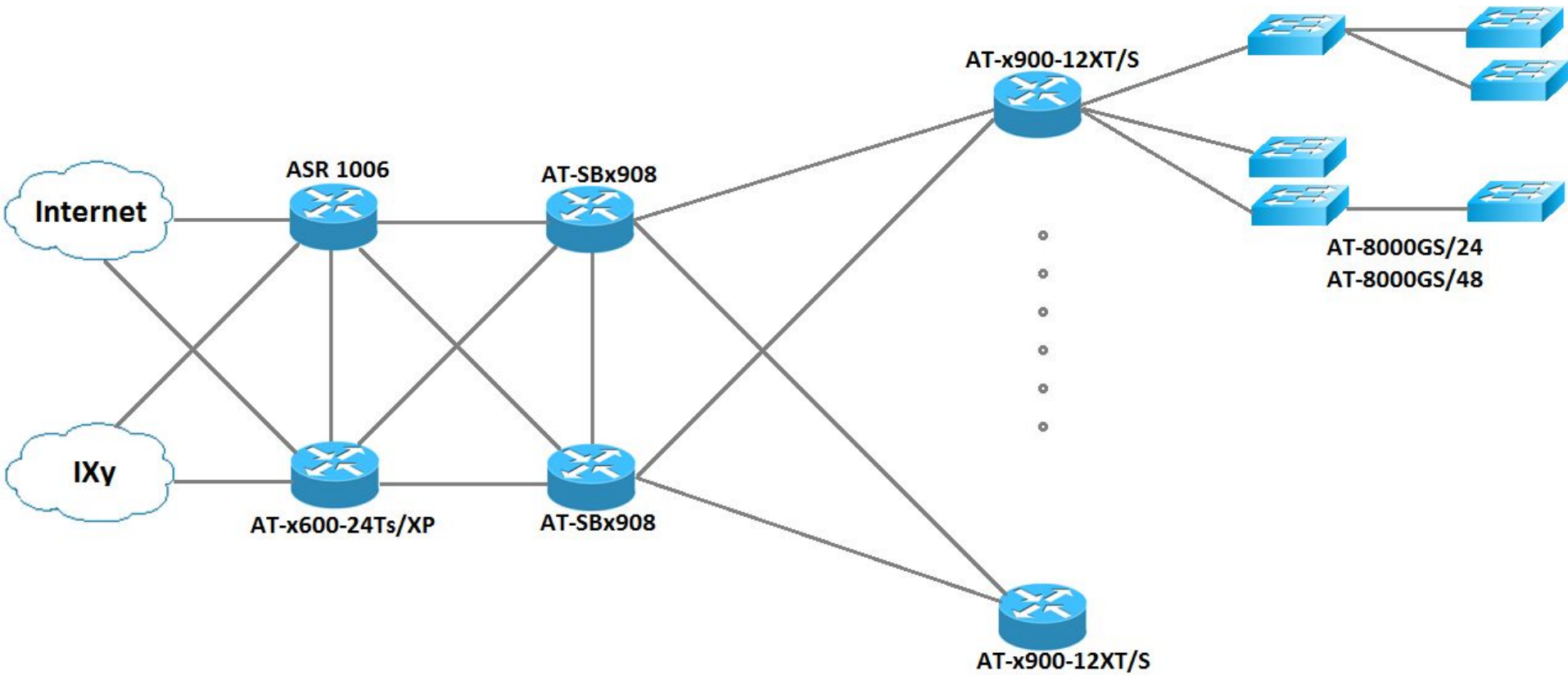


## Wykorzystywane przełączniki – dostęp

- AT-8000GS/24,
- AT-8000GS/48:
  - ok. 450 jednostek
  - Porty:
    - 20/44x 1000BASE-T,
    - 4x COMBO (SFP/1000T)

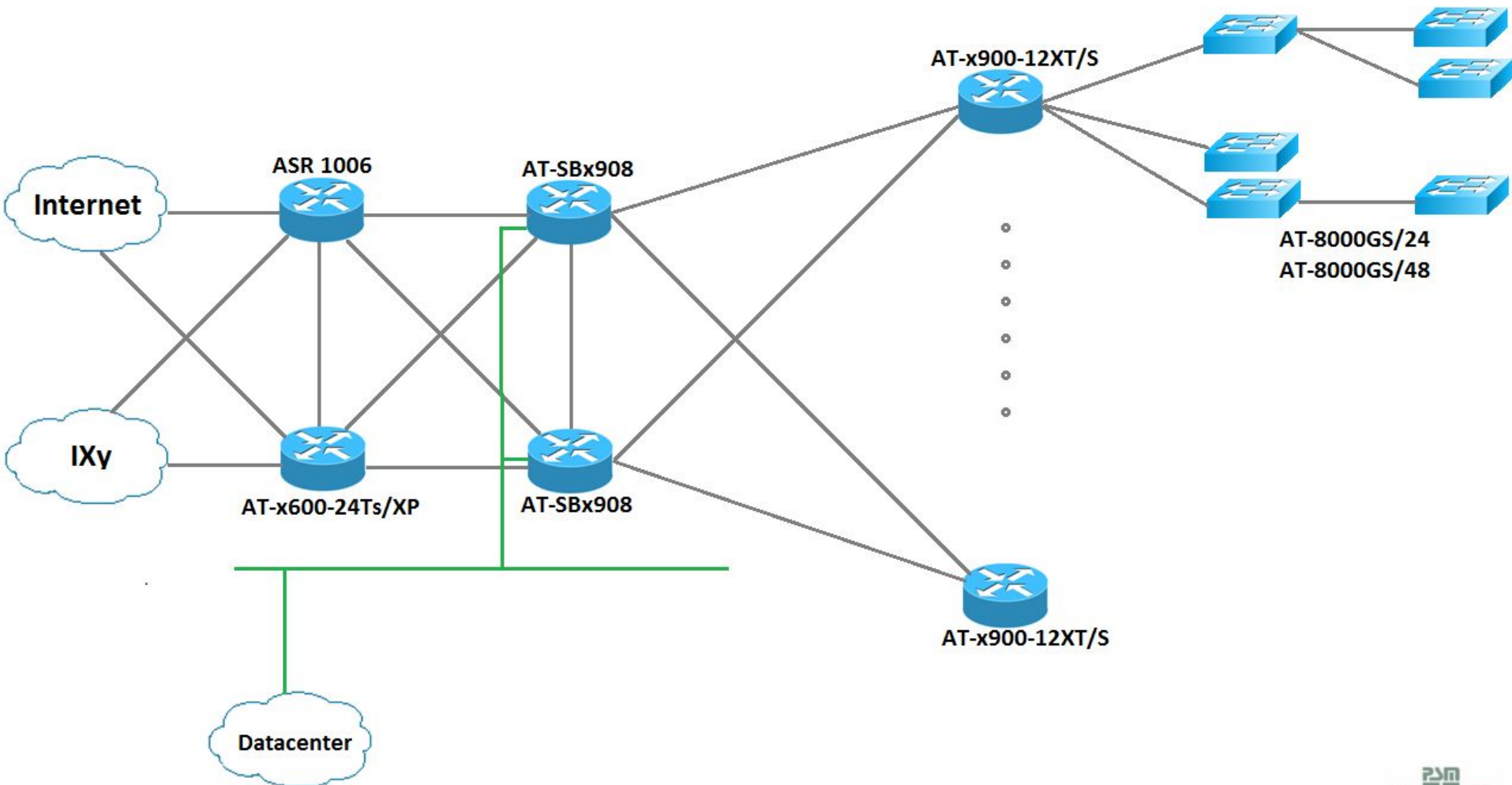


# Schemat sieci

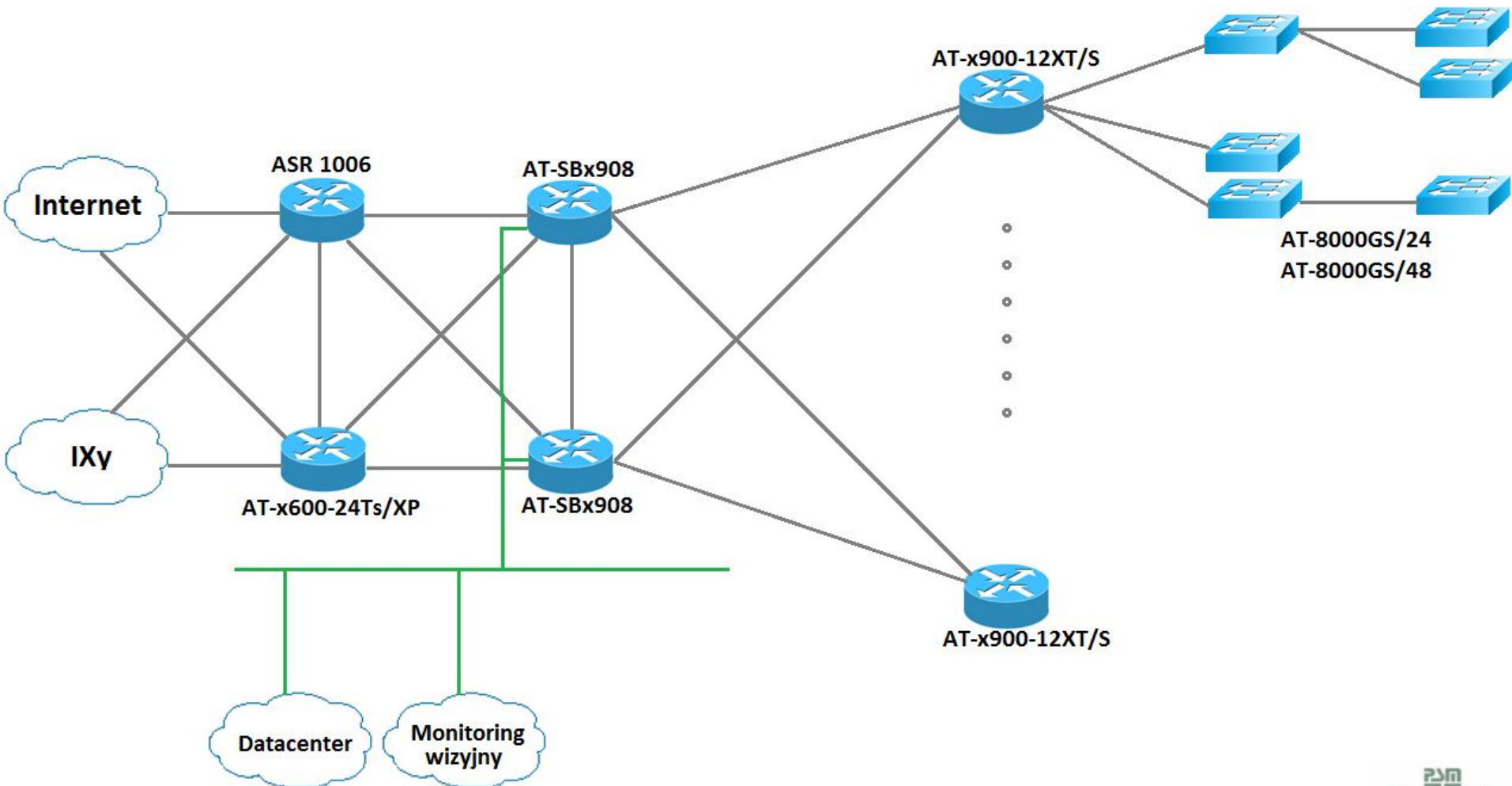




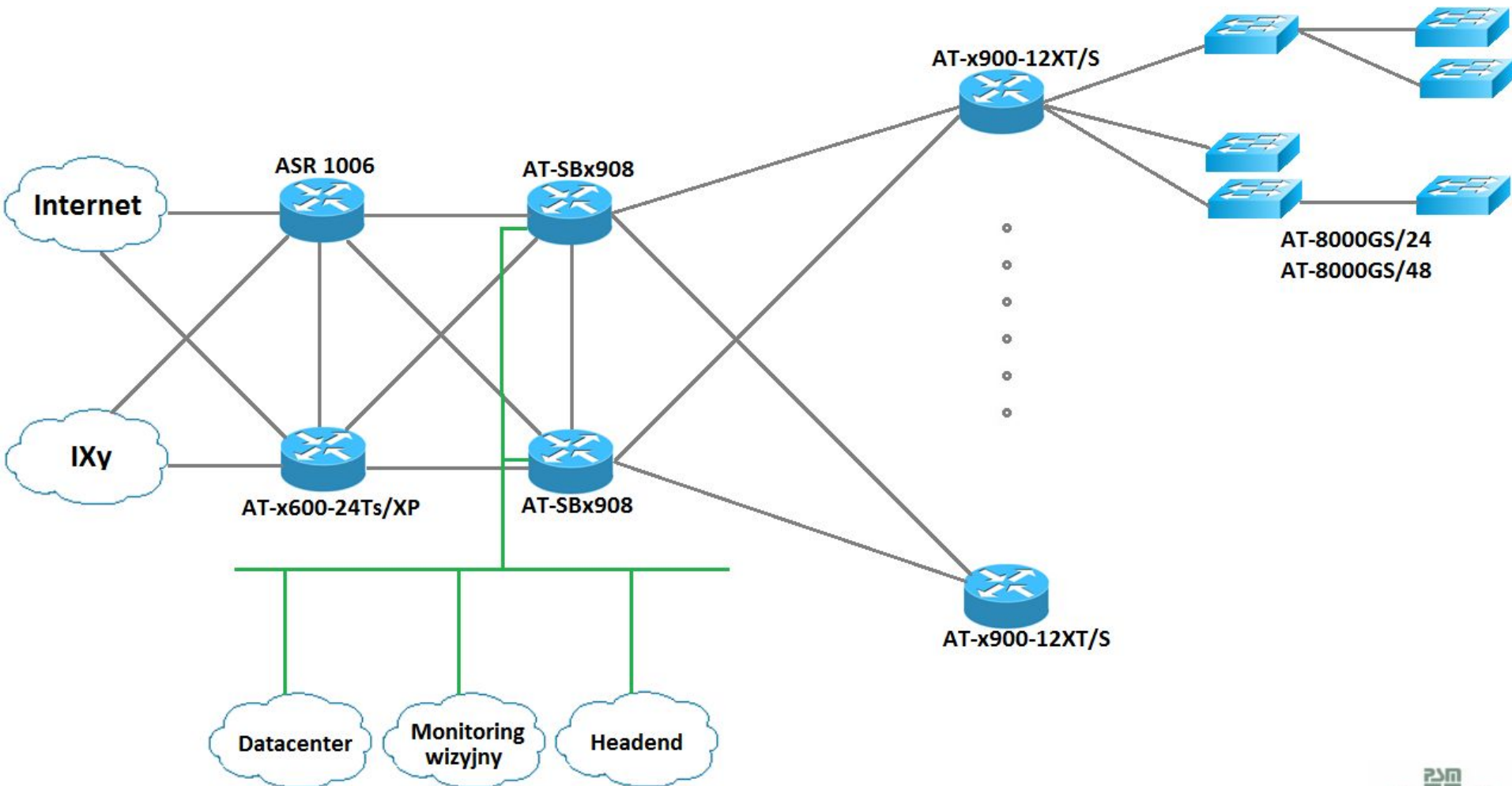
# Schemat sieci



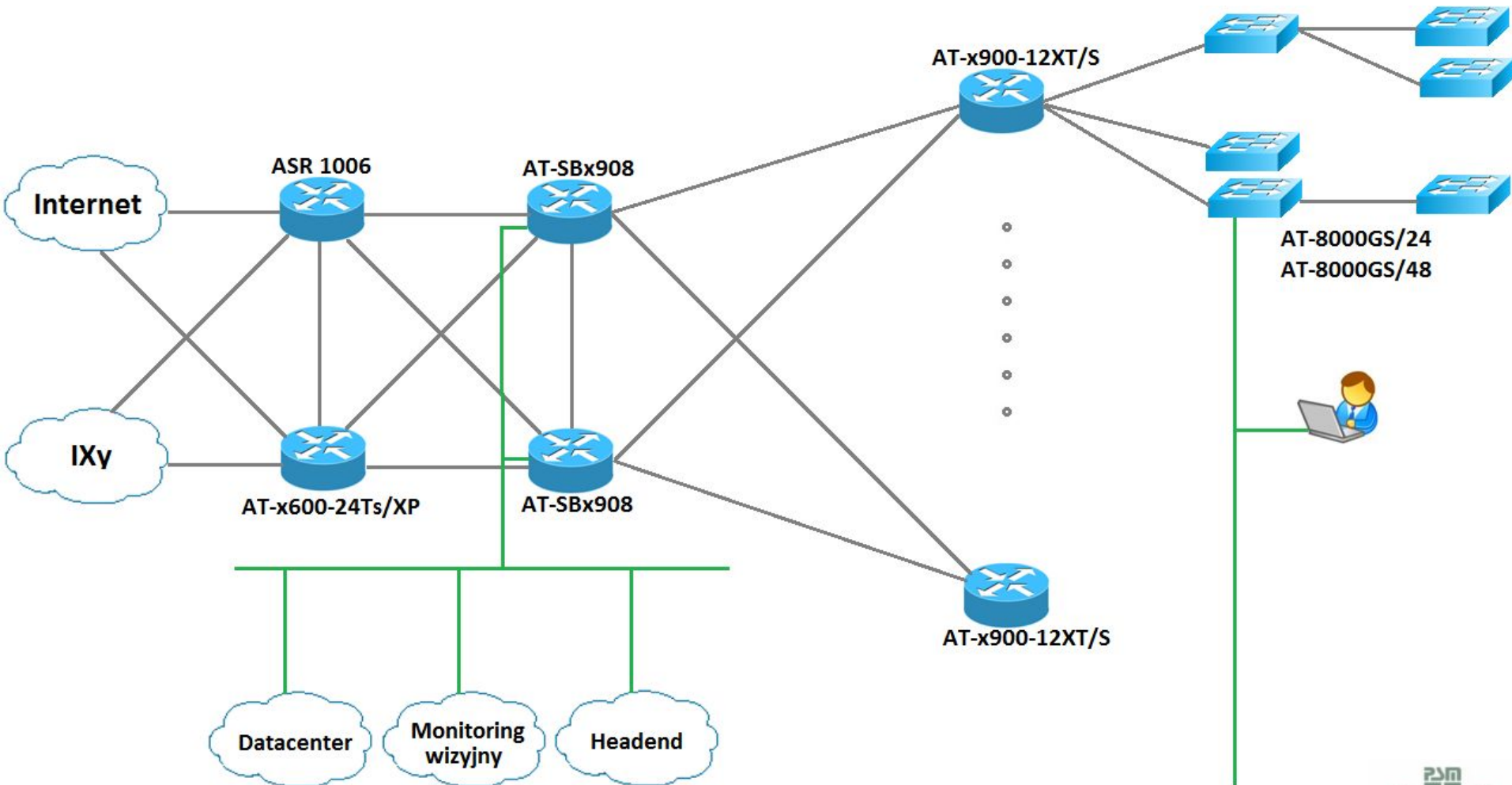
# Schemat sieci



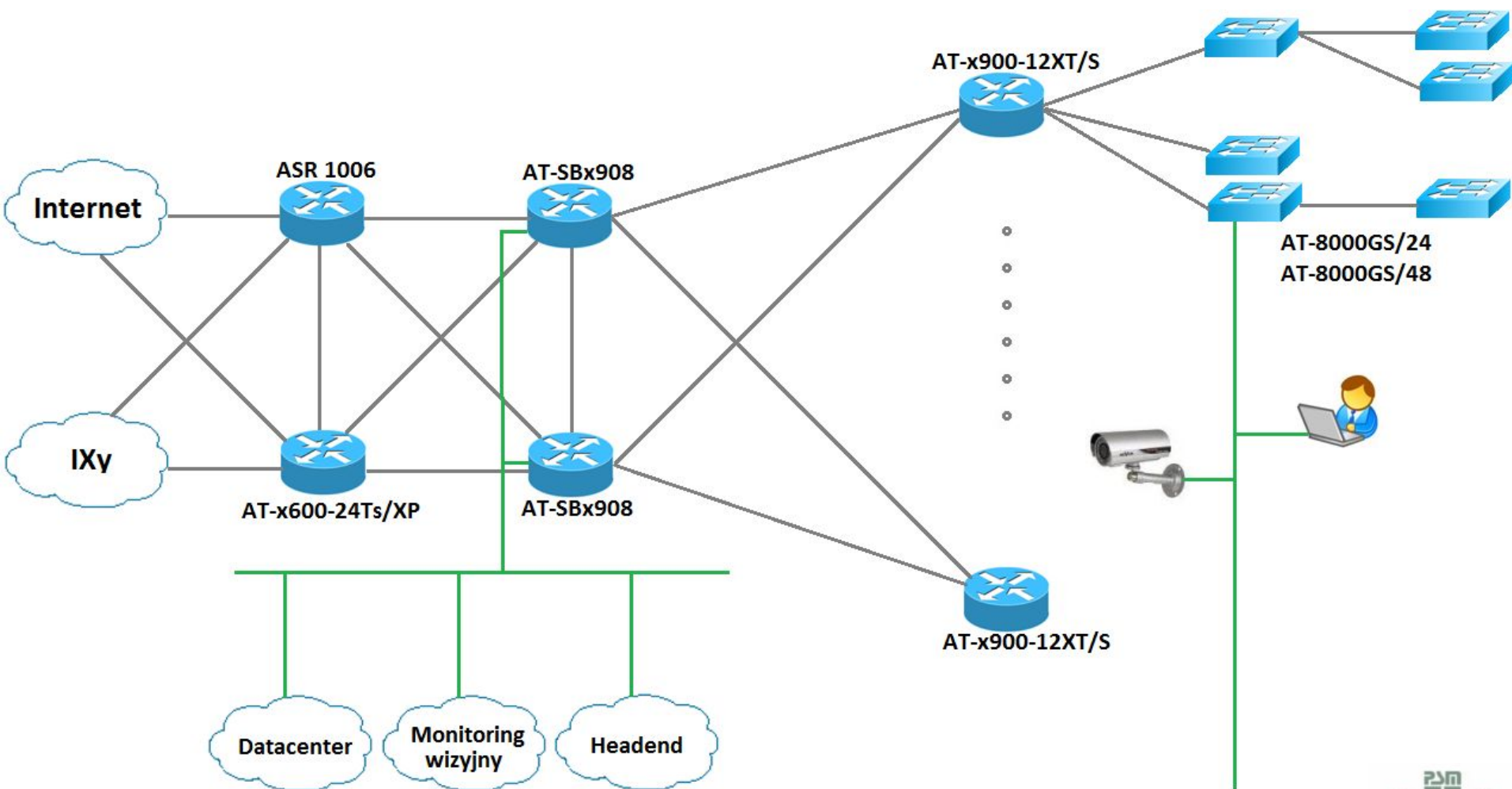
# Schemat sieci



# Schemat sieci

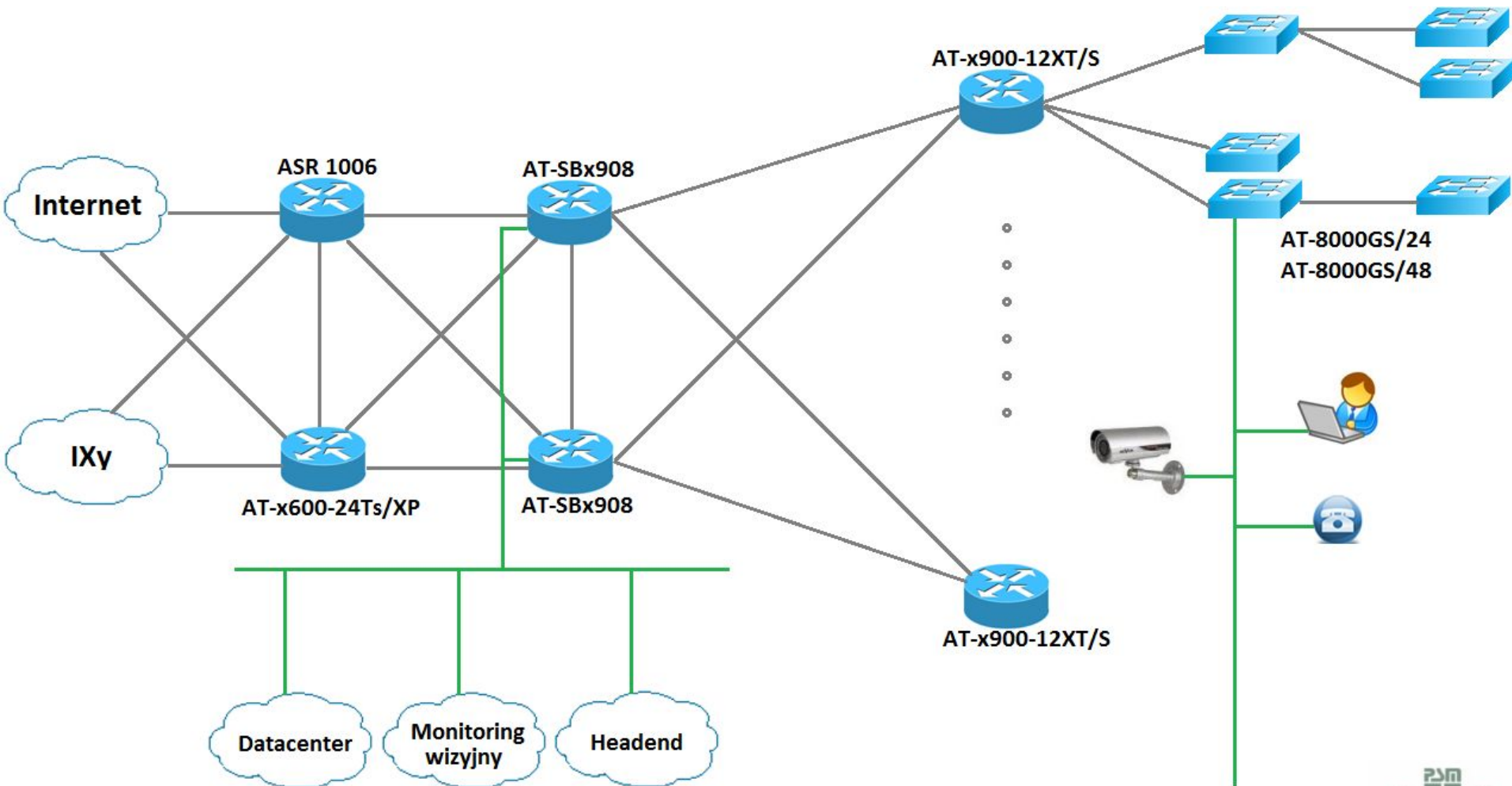


# Schemat sieci

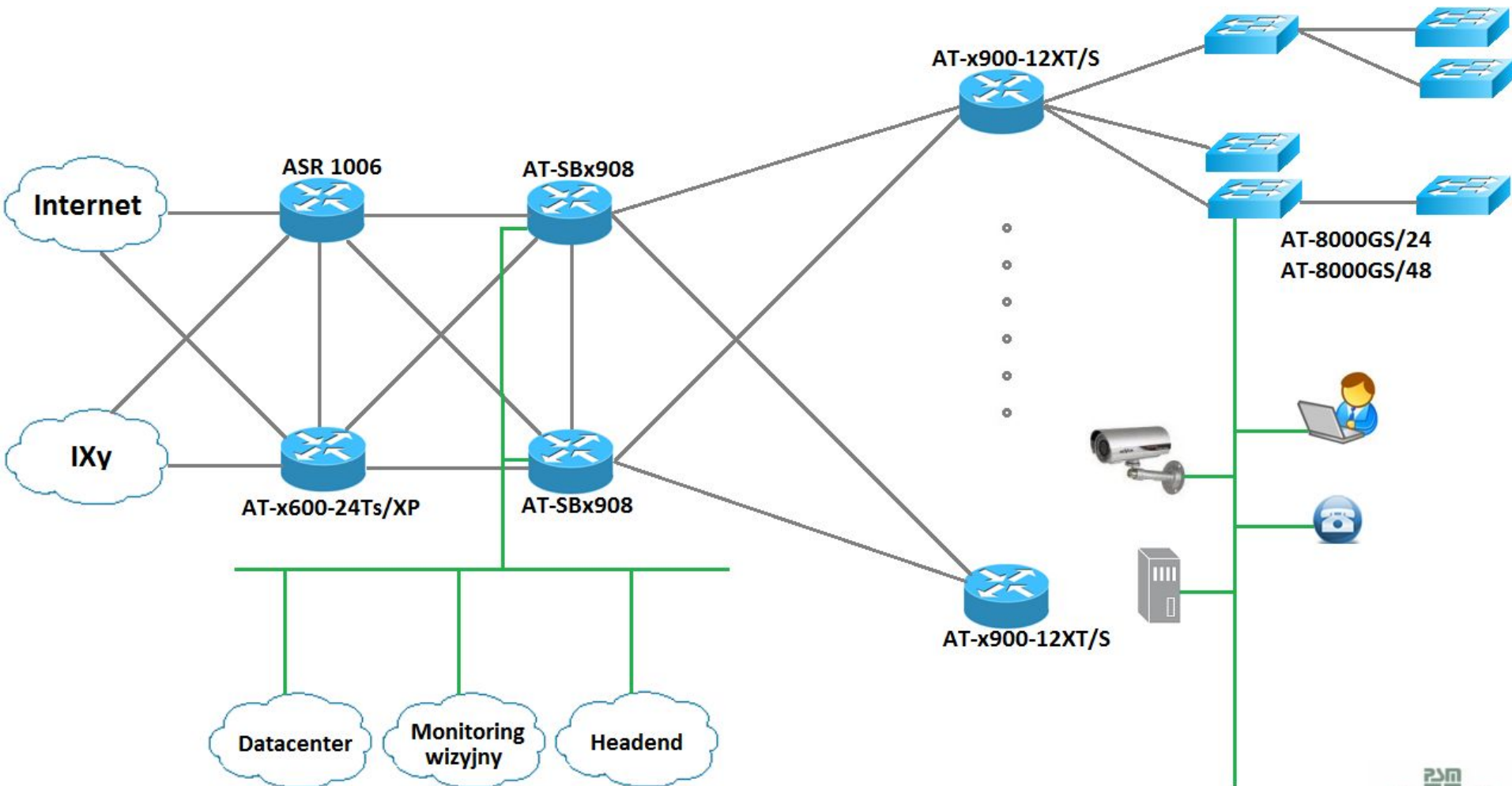




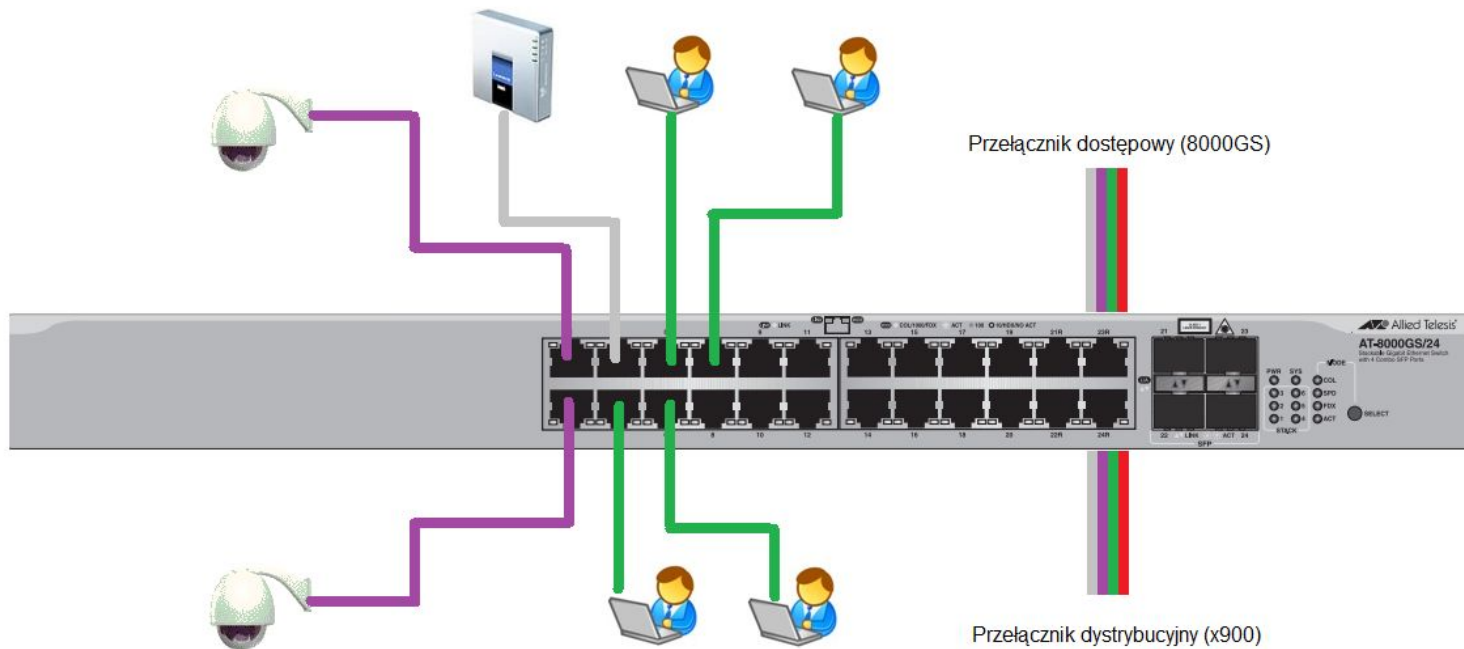
# Schemat sieci



# Schemat sieci



# Struktura sieci







# RIPE – przydział adresacji IPv6

- Wniosek do RIPE o przydział prefiksu /32
  - IPv6 First Allocation Request Form (RIPE-425)

```
inet6num:      2a03:1280::/32
netname:       PL-WTVK-20110811
descr:         Poznanska Spoldzielnia Mieszkaniowa "Winogrady" w Poznaniu
country:       PL
org:           ORG-PSMW3-RIPE
admin-c:       BO1350-RIPE
tech-c:        WTVK-RIPE
status:        ALLOCATED-BY-RIR
mnt-by:        RIPE-NCC-HM-MNT
mnt-lower:     WTVK-MNT
mnt-routes:    WTVK-MNT
mnt-domains:   WTVK-MNT
source:        RIPE #Filtered
aonlcs:        BIBE #EJJC616Q
wuf-qowstua:   MLAK-WMI
wuf-lonlca:    MLAK-WMI
wuf-touct:
```



# RIPE – przydział adresacji IPv6

- Plan adresacji:
  - Loopbacks /128
  - Linki P2P /127 (oraz /64)
  - Sieci L2 /64
  - Delegowane prefiksy /64, /56, /48

```
inet6num:      2a03:1280:2000::/36
netname:       WINOGRADY-POZNAN
descr:         Poznanska Spoldzielnia Mieszkaniowa "Winogrady" w Poznaniu
descr:         PrefixDelegation-WinogradyNorth
country:       PL
org:           ORG-PSMW3-RIPE
admin-c:       BO1350-RIPE
tech-c:        WTVK-RIPE
status:        AGGREGATED-BY-LIR ←
assignment-size: 56 ←
mnt-by:        WTVK-MNT
source:        RIPE #Filtered
```

```
zonecsc:       RIBE #LTTCSIG
mnt-pk:        MIAK-WMI
source:        2a03:1280:2000::/36
```

# RIPE – przydział adresacji IPv6

- Linki P2P
  - Brak wsparcia dla dłuższych prefiksów niż /64 na niektórych routerach

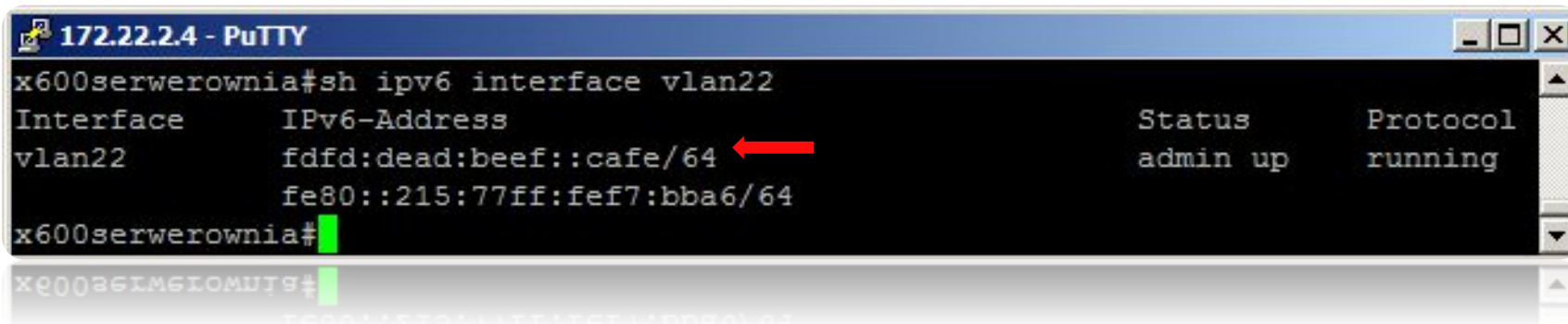
```
NSR67(config-if)#ipv6 address 2a03:1280:0:1234::2/127
% Error: IPv6 prefix length greater than 64 not supported. vlan12
NSR67(config-if)#
```



# RIPE – przydział adresacji IPv6

- Adresacja lokalna ULA IPv6:
  - Unique Local Addresses (fc00::/7)
  - Prefix /48 „generowany” na podstawie RFC4193

## fdfd:dead:beef::/48



```
172.22.2.4 - PuTTY
x600serwerownia#sh ipv6 interface vlan22
Interface      IPv6-Address      Status      Protocol
vlan22         fdfd:dead:beef::cafe/64 ←
                fe80::215:77ff:fef7:bba6/64
x600serwerownia#
```

# BGP – rozgłaszamy nasz prefix w Internecie

- BGPv4 wsparcie dla IPv4 oraz IPv6
- konfiguracja sesji IPv4 i IPv6 niemal identyczna
- odrębne listy prefiksów i kontroli dostępu:
  - „ip access-list” vs. „ipv6 access-list”
  - „ip prefix-list” vs. „ipv6 prefix-list”

# BGP – rozgłaszamy nasz prefix w Internecie

```

router bgp 197227
neighbor 2001:7F8:42::A500:8545:2 remote-as 8545
neighbor 2001:7F8:42::A500:8545:2 description PLIX-backupv6
neighbor 2001:7F8:42::A500:8545:2 password 7 03010A0D025D251B1B470B1C50
!
address-family ipv6
network 2A03:1280::/32
neighbor 2001:7F8:42::A500:8545:2 activate
neighbor 2001:7F8:42::A500:8545:2 send-community
neighbor 2001:7F8:42::A500:8545:2 prefix-list BGPfilterv6 in
neighbor 2001:7F8:42::A500:8545:2 route-map PLIX-backup-inv6 in
neighbor 2001:7F8:42::A500:8545:2 route-map PLIX-backup-outv6 out
exit-address-family
!
ip route 2A03:1280::/32 Null0

```

```

router bgp 197227
neighbor 195.182.218.99 remote-as 8545
neighbor 195.182.218.99 description PLIX-backup
neighbor 195.182.218.99 password 7 070A724A4A5D1D5C4010B560E5
!
address-family ipv4
network 5.133.248.0 mask 255.255.248.0
neighbor 195.182.218.99 activate
neighbor 195.182.218.99 send-community
neighbor 195.182.218.99 prefix-list BGPfilter in
neighbor 195.182.218.99 route-map PLIX-backup-in in
neighbor 195.182.218.99 route-map PLIX-backup-out out
exit-address-family
!
ip route 5.133.248.0 255.255.248.0 Null0

```



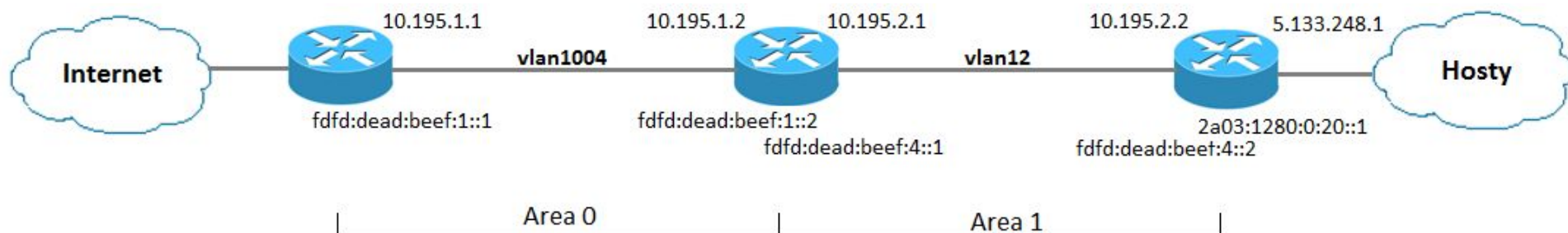
# OSPFv3 – umożliwiamy komunikację w sieci

- OSPFv2 wspiera tylko IPv4
- OSPFv3 wspiera tylko IPv6
- DualStack: uruchomienie obydwu protokołów

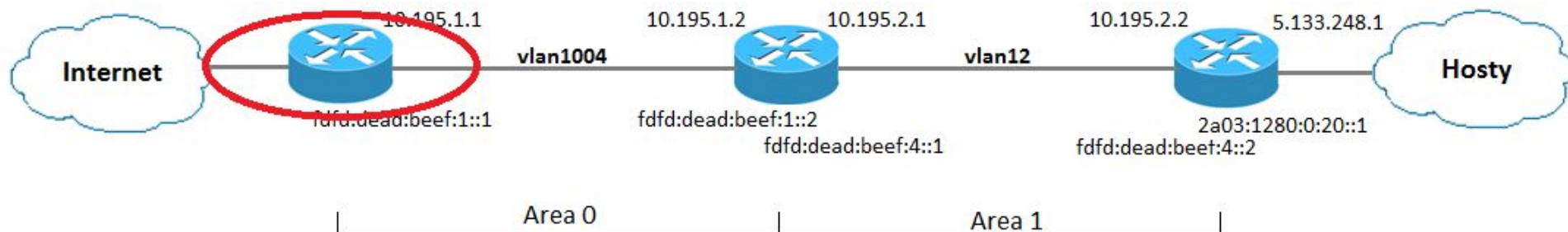
# OSPFv3 – umożliwiamy komunikację w sieci



# OSPFv3 – umożliwiamy komunikację w sieci



# OSPFv3 – umożliwiamy komunikację w sieci



```
interface Port-channel2
  ipv6 address FDFD:DEAD:BEEF:1::1/64
  ipv6 ospf priority 2
  ipv6 ospf 1 area 0 ←
!
ipv6 router ospf 1
  router-id 10.192.22.1
  default-information originate always
```

```
interface Port-channel2
  ip address 10.195.1.1 255.255.255.252
  ip ospf message-digest-key 1 md5 7 08251C35611431942291
!
router ospf 1
  area 0 authentication message-digest
  network 10.195.1.1 0.0.0.3 area 0 ←
  default-information originate always metric 30 metric-type 1
```

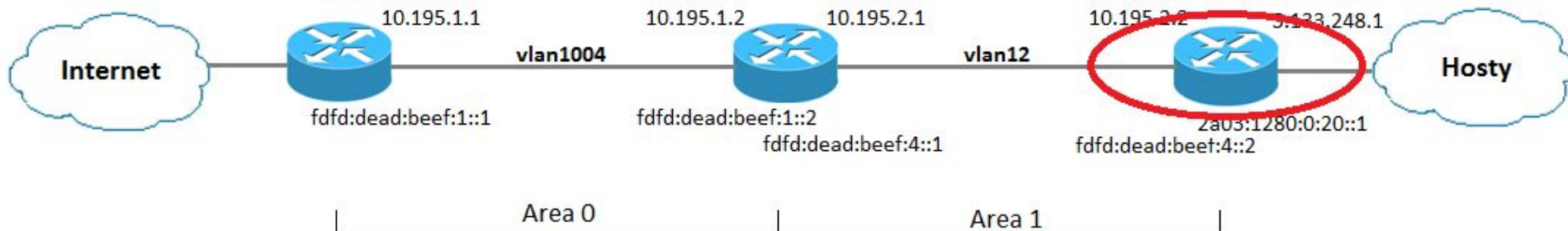
# OSPFv3 – umożliwiamy komunikację w sieci



```
interface vlan1004
  ipv6 address fdfd:dead:beef:1::2/64
  ipv6 ospf priority 3
  ipv6 router ospf area 0 tag borys
!
interface vlan12
  ipv6 address fdfd:dead:beef:4::1/64
  ipv6 ospf priority 255
  ipv6 router ospf area 1 tag borys
!
router ipv6 ospf borys
  router-id 10.192.2.1
  area 1 stub no-summary ←
```

```
interface vlan1004
  ip address 10.195.1.2/30
  ip ospf message-digest-key 1 md5 393F37203A21
!
interface vlan12
  ip address 10.195.2.1/25
  ip ospf message-digest-key 1 md5 393F37203A21
!
router ospf 1
  ospf router-id 250.250.250.250
  area 0 authentication message-digest
  area 1 authentication message-digest
  area 1 nssa no-summary ←
  network 10.195.2.0/25 area 1
  network 10.195.1.0/30 area 0
```

# OSPFv3 – umożliwiamy komunikację w sieci



```
interface vlan222
  ipv6 address 2a03:1280:0:20::1/64
  ipv6 enable
  ipv6 router ospf area 1 tag borys
!
interface vlan12
  ipv6 address fdfd:dead:beef:4::2/64
  ipv6 ospf priority 100
  ipv6 router ospf area 1 tag borys
!
router ipv6 ospf borys
  router-id 10.192.55.1
  passive-interface vlan222 ←
  area 1 stub no-summary
!
```

```
interface vlan222
  ip address 5.133.248.1/24
  ip address 10.11.23.1/24 secondary
  ip ospf disable all ←
!
interface vlan12
  ip address 10.195.2.2/25
  ip ospf message-digest-key 1 md5 393F37203A21
!
router ospf 1
  area 1 authentication message-digest
  area 1 nssa
  network 10.128.0.0/19 area 1
  redistribute connected metric-type 1 route-map ospfnet ←
!
```

# DNS (BIND9) – strefa „wtk.pl”

- Serwery DNS – DualStack
- Zdefiniowanie rekordów AAAA,

```
TTL      86400
@        IN      SOA     ns1.wtk.pl. hostmaster.wtk.pl. (
                2012070610      ; Serial
                10800          ; Refresh
                3600           ; Retry
                2419200        ; Expire
                7200 ) ; Negative Cache TTL

@        IN      NS     ns1.wtk.pl.
@        IN      NS     ns2.wtk.pl.
@        IN      MX     10    mx1.wtk.pl.
@        IN      MX     10    mx2.wtk.pl.
@        IN      MX     50    mail.wtk.pl.
ns1      IN      A       213.5.208.2
ns1      IN      AAAA    2a03:1280:0:30:1::1 ←
ns2      IN      A       213.5.208.34
ns2      IN      AAAA    2a03:1280:0:30:2::1 ←
mx1      IN      A       213.5.208.4
mx1      IN      AAAA    2a03:1280:0:30:11::1 ←
mx2      IN      A       213.5.208.36
mx2      IN      AAAA    2a03:1280:0:30:12::1 ←
mail     IN      A       213.5.208.5
mail     IN      AAAA    2a03:1280:0:30:13::1 ←
@        IN      AAAA    2a03:1280:0:30:13::1
@        IN      AAAA    2a03:1280:0:30:13::1
@        IN      AAAA    2a03:1280:0:30:13::1
```



# DNS (BIND9) – strefa „0.8.2.1.3.0.a.2.ip6.arpa”

- Nowa strefa dla prefiksu 2a03:1280::/32

```

TTL      86400
@        IN      SOA      ns1.wtvk.pl. hostmaster.wtvk.pl. (
                        2011081809      ; Serial
                        10800           ; Refresh
                        3600            ; Retry
                        2419200         ; Expire
                        7200 )           ; Negative Cache TTL
@        IN      NS       ns1.wtvk.pl.
@        IN      NS       ns2.wtvk.pl.

$ORIGIN 0.0.0.0.0.0.0.0.1.0.0.0.0.3.0.0.0.0.0.0.0.0.8.2.1.3.0.a.2.ip6.arpa.
1.0.0.0 IN      PTR      ns1.wtvk.pl.
$ORIGIN 0.0.0.0.0.0.0.0.2.0.0.0.0.3.0.0.0.0.0.0.0.0.8.2.1.3.0.a.2.ip6.arpa.
1.0.0.0 IN      PTR      ns2.wtvk.pl.

;MAIL
$ORIGIN 0.0.0.0.0.0.0.0.1.1.0.0.0.3.0.0.0.0.0.0.0.0.8.2.1.3.0.a.2.ip6.arpa.
1.0.0.0 IN      PTR      mx1.wtvk.pl.
$ORIGIN 0.0.0.0.0.0.0.0.2.1.0.0.0.3.0.0.0.0.0.0.0.0.8.2.1.3.0.a.2.ip6.arpa.
1.0.0.0 IN      PTR      mx2.wtvk.pl.
$ORIGIN 0.0.0.0.0.0.0.0.0.3.1.0.0.0.3.0.0.0.0.0.0.0.0.8.2.1.3.0.a.2.ip6.arpa.
1.0.0.0 IN      PTR      mail.wtvk.pl.

```

```

1.0.0.0 IN      BLK      w977*mcak*bj*
$ORIGIN 0.0.0.0.0.0.0.0.0.3.1.0.0.0.3.0.0.0.0.0.0.0.0.8.2.1.3.0.a.2.ip6.arpa.
1.0.0.0 IN      BLK      wx5*mcak*bj*
$ORIGIN 0.0.0.0.0.0.0.0.0.3.1.0.0.0.3.0.0.0.0.0.0.0.0.8.2.1.3.0.a.2.ip6.arpa.

```



# DHCPv6 – parę zmian

- Przydział prefiksów
- Brak możliwości odwzorowania MAC ⇒ IP
- Możliwość odwzorowania DUID ⇒ IP
- Brak możliwości wysłania adresu IP bramy domyślnej

```
subnet6 2a03:1280:0:20::/64 {  
    option dhcp6.name-servers 2a03:1280:0:30::c:1, 2a03:1280:0:30::c:2;  
    range6 2a03:1280:0:20::2 2a03:1280:0:20::f;  
    prefix6 2a03:1280:0:dd00:: 2a03:1280:0:ddff:: /64; ←  
    host borys{  
        host-identifier option dhcp6.client-id 00:01:00:01:16:06:D9:F0:00:21:CC:69:AA:E5;  
        fixed-address6 2a03:1280:0:20::cafe;  
    }  
}
```

}

```
17x60-90016990 2a03:1280:0:20::c916}
```

Access – wielu klientów, wiele rozwiązań...  
... wiele problemów 😞

- Microsoft Windows 7, 8, 10
- Microsoft Windows XP
- router domowy

# Access – wielu klientów, wiele rozwiązań...

## ... Windows 7, 8, 10

- Pełne wsparcie IPv6
- DualStack: wyższy priorytet dla IPv6
- Czasem IPv6 przestaje działać:
  - instalacja oprogramowania sieciowego
  - zmiana ustawień sieciowych
- **Rozwiązanie:**
  - *wyłączenie na chwilę „sieciówki”*

# Access – wielu klientów, wiele rozwiązań...

## ... Windows XP

- Brak pełnej obsługi DHCP i DNS
- DHCP: dodatkowe oprogramowanie (np. Dibbler)
- DNS:
  - komunikacja z serwerami DNS tylko po IPv4
  - rekordy „AAAA” są zrozumiałe
- **Rozwiązanie:**
  - *uzyskanie adresu IP poprzez autokonfigurację*
  - *uzyskanie rekordu AAAA wykorzystując łączność IPv4*

# Access – wielu klientów, wiele rozwiązań...

## ... Windows XP

- **Realizacja:**

```
213.5.208.190 213.5.208.3 standard query AAAA google.pl
213.5.208.3 213.5.208.190 standard query response AAAA 2a00:1450:400d:804::101f
213.5.208.190 213.5.208.3 standard query A google.pl
213.5.208.3 213.5.208.190 standard query response A 173.194.39.152 A 173.194.39.159 A 173.194.39.151
```

```
2a03:1280:0:20:708a:e8c6:f30f:1e1c 2a00:1450:400d:804::101f ansyslmd > http [ACK] seq=1 Ack=
2a00:1450:400d:804::101f 2a03:1280:0:20:708a:e8c6:f30f:1e1c http > vfo [SYN, ACK] seq=0 Ack=
2a03:1280:0:20:708a:e8c6:f30f:1e1c 2a00:1450:400d:804::101f vfo > http [ACK] seq=1 Ack=1 wi
2a00:1450:400d:804::101f 2a03:1280:0:20:708a:e8c6:f30f:1e1c http > startron [SYN, ACK] seq=0
2a03:1280:0:20:708a:e8c6:f30f:1e1c 2a00:1450:400d:804::101f startron > http [ACK] seq=1 Ack=
2a00:1450:400d:804::101f 2a03:1280:0:20:708a:e8c6:f30f:1e1c http > nimreg [SYN, ACK] seq=0
```

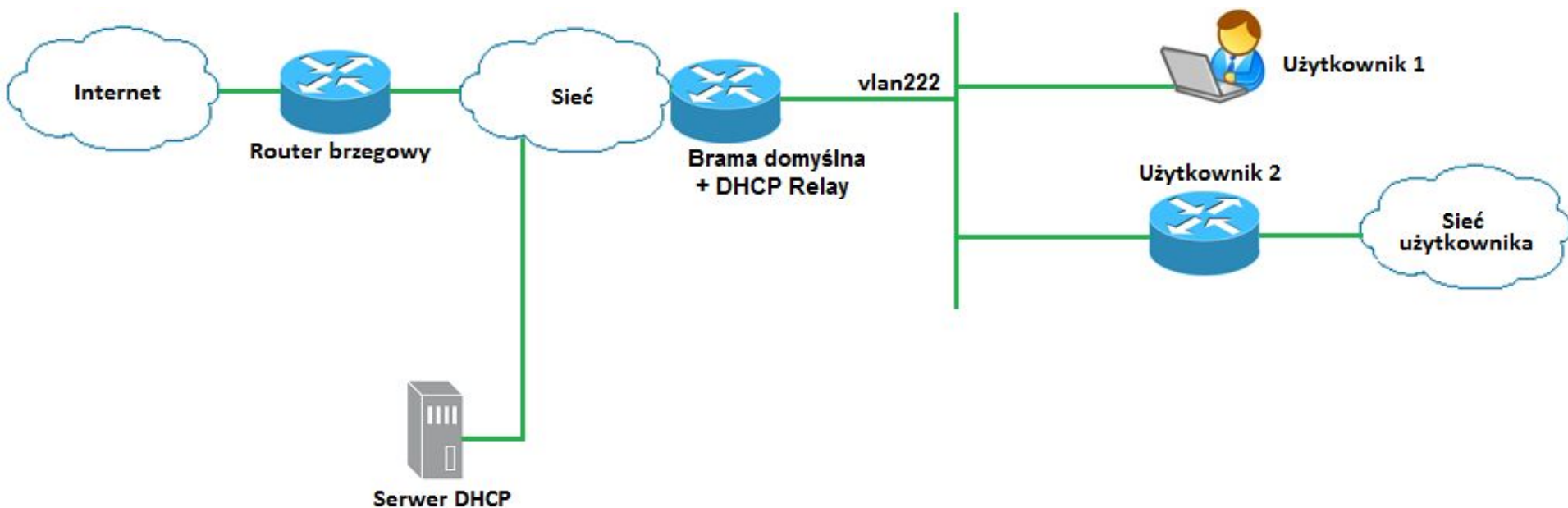
# Access – wielu klientów, wiele rozwiązań...

## ... router domowy

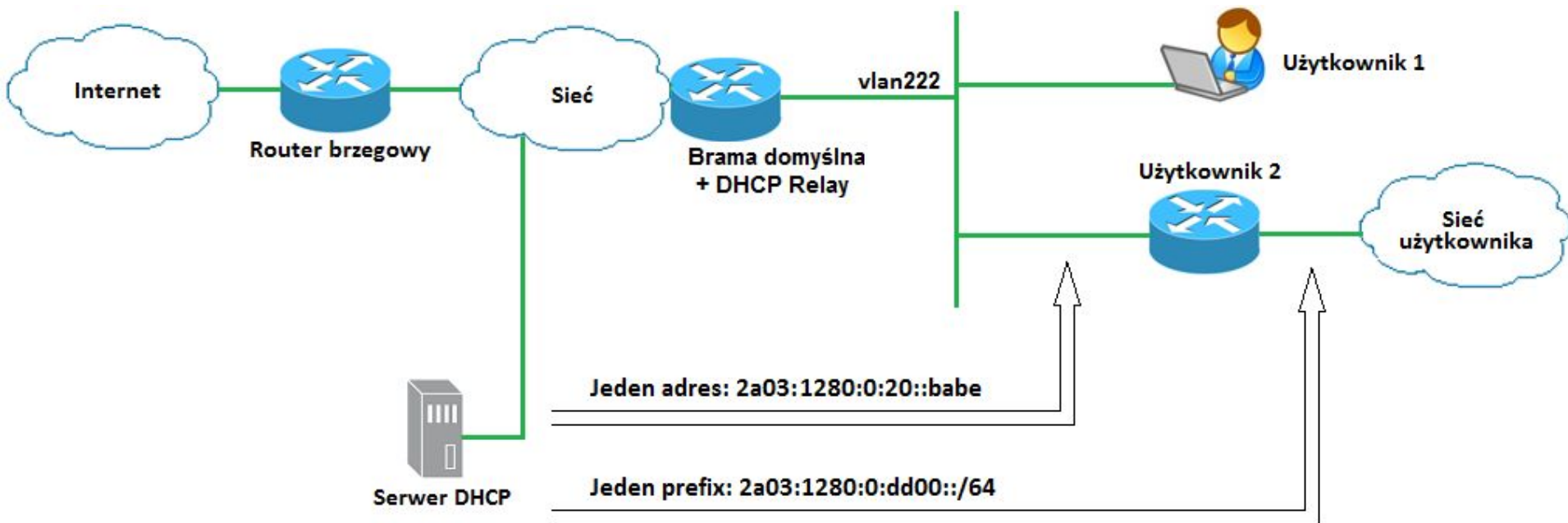
- Tunele (6to4, 6in4, etc)
  - we własnym zakresie
- DualStack + NAT66
  - jak pojedynczy host
- DualStack + PD
  - żądanie adresu IP i prefiksu IP

# Access – wielu klientów, wiele rozwiązań...

## ... router domowy (DHCP-PD)



# Access – wielu klientów, wiele rozwiązań... ... router domowy (DHCP-PD)





# Access – wielu klientów, wiele rozwiązań...

## ... router domowy (DHCP-PD)

- Delegowany prefiks należy rozgłosić w sieci
- **Rozwiązanie (teoretyczne):**
  - Agent „DHCP Relay” dodaje trasę statyczną
  - Redystrybucja tras statycznych przez bramę domyślną (protokół OSPFv3)

```
x600serwerownia#sh ipv6 route static
IPv6 Routing Table
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, O - OSPF, B - BGP
Timers: Uptime

S    2a03:1280:0:dd00::/64 [1/0] via fe80::200:28ff:fe0d:0dc0, fe80::200:28ff:fe0d:0dc0, 02w4d23h
S    2a03:1280:0:dd00::/56 [1/0] via ::, Null, 04w1d00h
x600serwerownia#
```

```
x600serwerownia#
```

```
2    5903:1580:0:9000::\2e [1\0] ΔTR ::' NRTT' 04M1900P
```

# Access – wielu klientów, wiele rozwiązań...

## ... router domowy (DHCP-PD)

- W przyszłości każdy użytkownik, będzie miał router
- Liczba prefiksów w tablicy routingu ISP będzie rosła
- **Rozwiązanie:**
  - *zgrupowanie prefiksów w obrębie bramy domyślnej*
  - *rozgłoszenie jednego prefiksu z krótszą maską*


```
ASR1006#sh ipv6 route ospf update | section include 2A03:1280:0:DD00::
OE2 2A03:1280:0:DD00::/56 [110/20]
  via FE80::200:CDFE:FE37:1, [110/20]
  Last updated 09:19:16 13 September 2012
ASR1006#
ASR1006#
```

# Access – wielu klientów, wiele rozwiązań...

## ... router domowy (DHCP-PD)

- **Realizacja:**

```
ipv6 route 2a03:1280:0:dd00::/56 Null
!
ipv6 prefix-list ipv6redist seq 5 permit 2a03:1280:0:dd00::/56
!
route-map ospfnetv6 permit 10
  match ipv6 address prefix-list ipv6redist
!
router ipv6 ospf borys
  redistribute static route-map ospfnetv6
  redistribute static route-map ospfnetv6
```



# IPv6 – o czym warto pamiętać



...tkwi w szczegółach

# IPv6 – o czym warto pamiętać

- Adres IP bramy domyślnej typu „link-local”.

```
C:\Users\Borys>ipconfig
Konfiguracja IP systemu Windows

Karta Ethernet Połączenie lokalne:

Sufiks DNS konkretnego połączenia :
Adres IPv6 . . . . . : 2a03:1280:0:20::cafe ← Adres hosta
Adres IPv6 połączenia lokalnego . : fe80::8d90:858e:f823:5554%13
Adres IPv4 . . . . . : 213.5.208.170
Maska podsieci . . . . . : 255.255.255.224
Brama domyślna . . . . . : fe80::215:77ff:fef7:bba6%13 ← GW
                          213.5.208.161
```

```
Brana domyślna . . . . . : 213.5.208.161
Maska podsieci . . . . . : 255.255.255.224
```

# IPv6 – o czym warto pamiętać

- Tymczasowe adresy IP

```
C:\Users\Borys>ipconfig
```

```
Konfiguracja IP systemu Windows
```

```
Karta Ethernet Połączenie lokalne:
```

```
Sufiks DNS konkretnego połączenia :  
Adres IPv6 . . . . . : 2a03:1280:0:20:8d90:858e:f823:5554  
Adres IPv6 . . . . . : fdfd:dead:beef:1:8d90:858e:f823:5554  
Tymczasowy adres IPv6 . . . . . : 2a03:1280:0:20:25a1:2a1:1745:e10f  
Tymczasowy adres IPv6 . . . . . : fdfd:dead:beef:1:25a1:2a1:1745:e10f  
Adres IPv4 . . . . . : 213.5.208.170  
Maska podsieci . . . . . : 255.255.255.224  
Brama domyślna . . . . . : fe80::215:77ff:fe7:bba6%13  
213.5.208.161
```

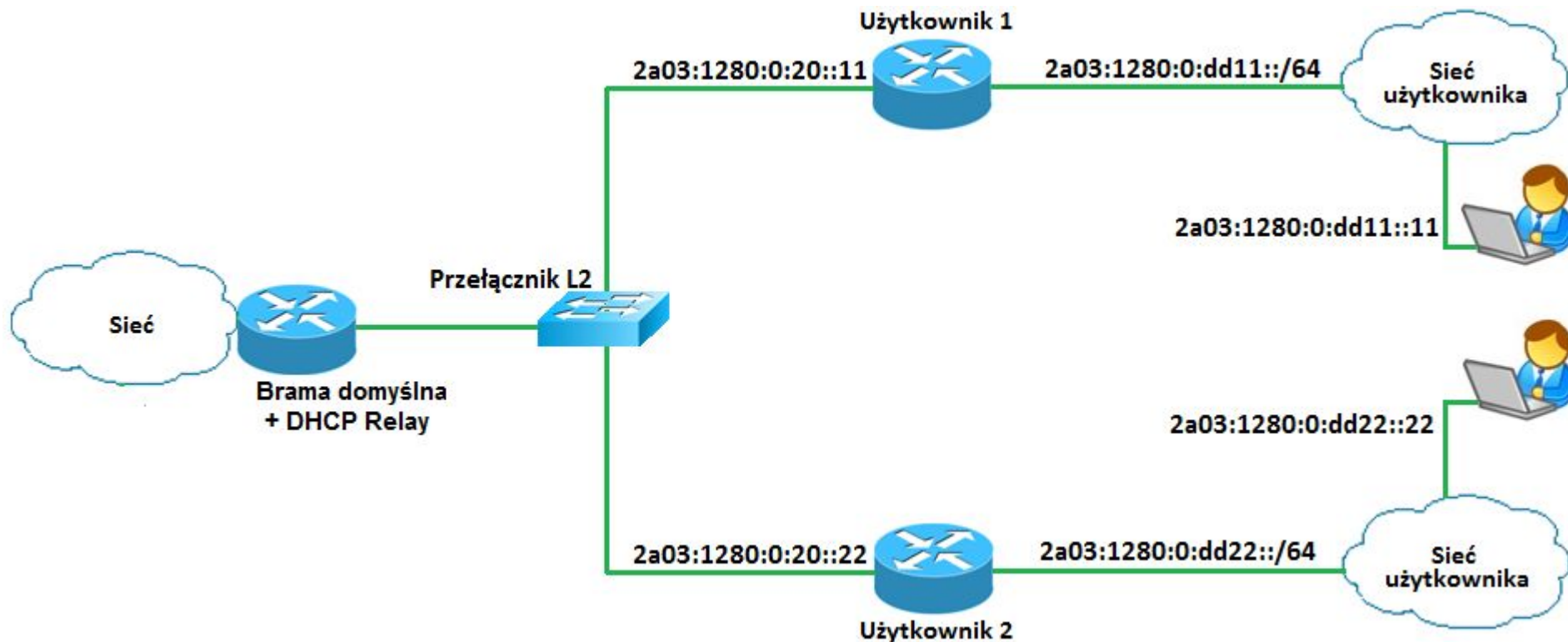
```
Ważny adres IPv6 . . . . . : fe80::215:77ff:fe7:bba6%13  
Maska podsieci . . . . . : 255.255.255.224  
Adres IPv4 . . . . . : 213.5.208.170
```

# IPv6 – o czym warto pamiętać

- Komunikacja w obrębie pkt. dystrybucyjnego

# IPv6 – o czym warto pamiętać

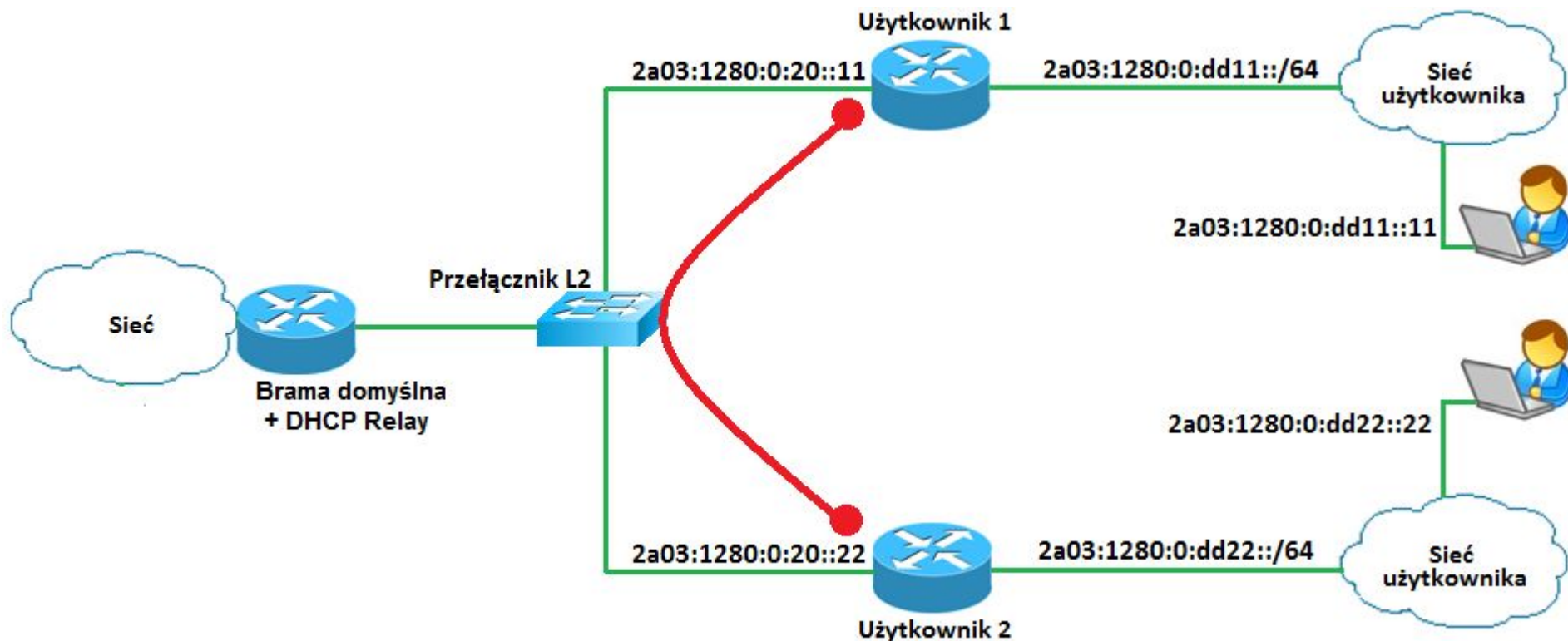
- Komunikacja w obrębie pkt. dystrybucyjnego





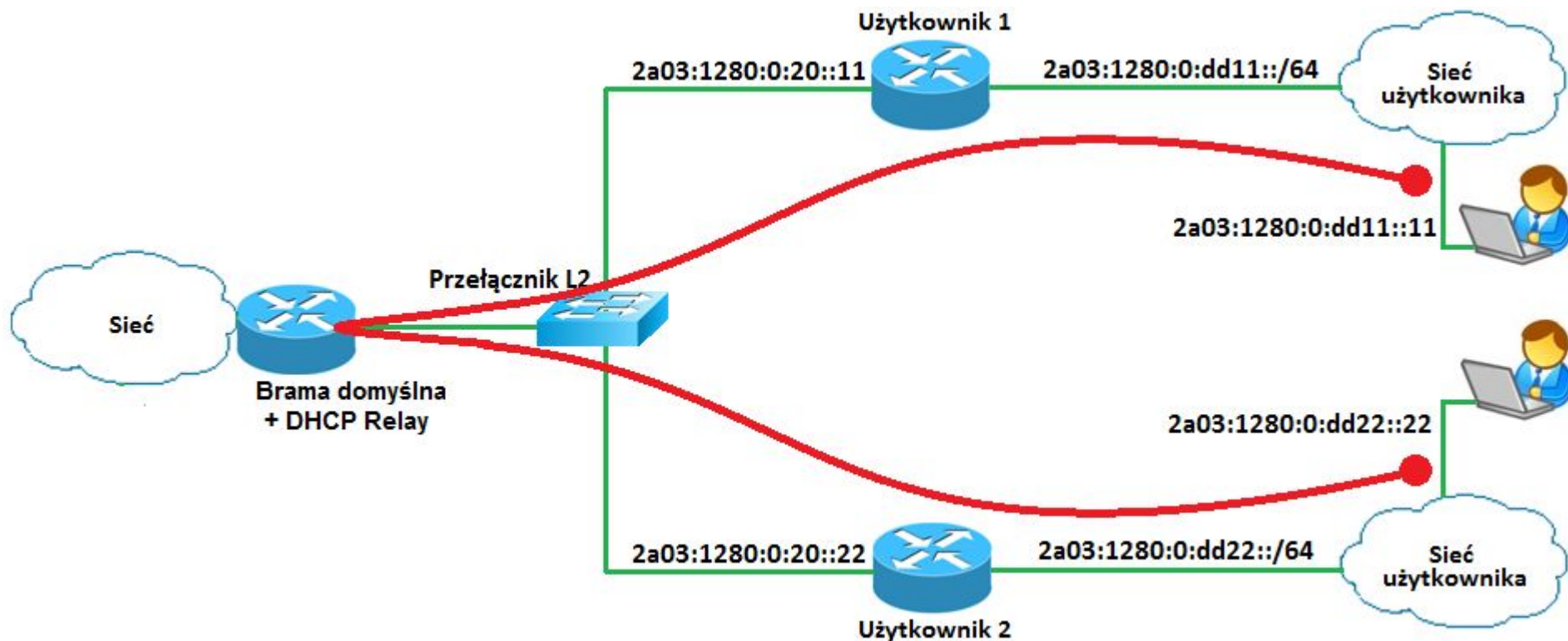
# IPv6 – o czym warto pamiętać

- Komunikacja w obrębie pkt. dystrybucyjnego



# IPv6 – o czym warto pamiętać

- Komunikacja w obrębie pkt. dystrybucyjnego



# IPv6 – o czym warto pamiętać

- Adresy link-local wykorzystywane są ...
  - w komunikacji z serwerem DHCP

klient DHCP

multicast



fe80::8d90:858e:f823:5554	ff02::1:2	Solicit XID: 0xd1ed5d
fe80::215:77ff:fe7:bba6	fe80::8d90:858e:f823:5554	Advertise XID: 0xd1ed5d IAA: 2a03:1280:0:20::cafe
fe80::8d90:858e:f823:5554	ff02::1:2	Request XID: 0xd1ed5d IAA: 2a03:1280:0:20::cafe
fe80::215:77ff:fe7:bba6	fe80::8d90:858e:f823:5554	Reply XID: 0xd1ed5d IAA: 2a03:1280:0:20::cafe
fe80::8d90:858e:f823:5554	ff02::1:2	Solicit XID: 0xd1ed5d
fe80::215:77ff:fe7:bba6	fe80::8d90:858e:f823:5554	Advertise XID: 0xd1ed5d IAA: 2a03:1280:0:20::cafe
fe80::8d90:858e:f823:5554	ff02::1:2	Request XID: 0xd1ed5d IAA: 2a03:1280:0:20::cafe
fe80::215:77ff:fe7:bba6	fe80::8d90:858e:f823:5554	Reply XID: 0xd1ed5d IAA: 2a03:1280:0:20::cafe



serwer DHCP

# IPv6 – o czym warto pamiętać

- Adresy link-local wykorzystywane są ...
  - w komunikacji pomiędzy routerami OSPF

fe80::200:cdff:fe28:c02b	ff02::5	OSPF	182 Hello Packet
fe80::200:cdff:fe28:c04f	ff02::5	OSPF	182 Hello Packet
<b>fe80::200:cdff:fe29:9d7f</b>	<b>ff02::6</b>	<b>OSPF</b>	<b>130 LS Update</b>
<b>fe80::221:5eff:fe46:17cc</b>	<b>ff02::5</b>	<b>OSPF</b>	<b>130 LS Update</b>
fe80::200:cdff:fe37:1	ff02::5	OSPF	182 Hello Packet
fe80::221:5eff:fe46:17cc	ff02::5	OSPF	182 Hello Packet
fe80::200:cdff:fe28:c00d	ff02::5	OSPF	182 Hello Packet
<b>fe80::200:cdff:fe29:9d73</b>	<b>ff02::6</b>	<b>OSPF</b>	<b>90 LS Acknowledge</b>
<b>fe80::200:cdff:fe28:c02b</b>	<b>ff02::6</b>	<b>OSPF</b>	<b>90 LS Acknowledge</b>
<b>fe80::200:cdff:fe28:c013</b>	<b>ff02::6</b>	<b>OSPF</b>	<b>90 LS Acknowledge</b>
fe80::500:cdff:fe58:c013	ff02::e	OSPF	182 Hello Packet
fe80::500:cdff:fe58:c05p	ff02::e	OSPF	182 Hello Packet
fe80::500:cdff:fe58:c013	ff02::e	OSPF	182 Hello Packet

↑  
routery OSPF

↑  
multicast

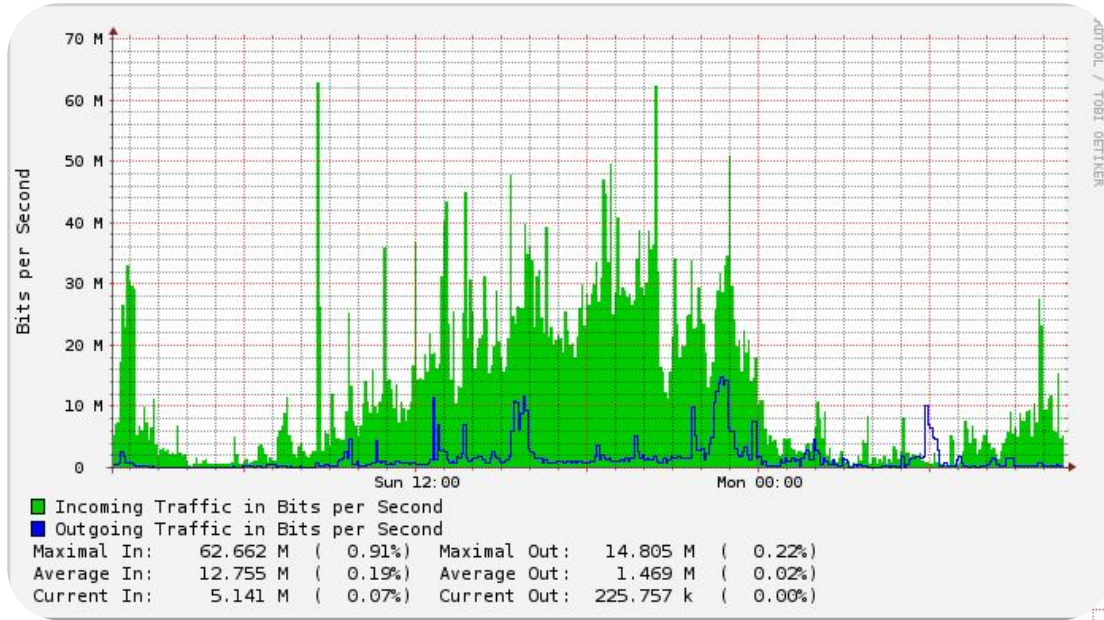


# IPv6 – o czym warto pamiętać

- Adresy link-local wykorzystywane są ...
  - w tablicach routingu jako „next hop”

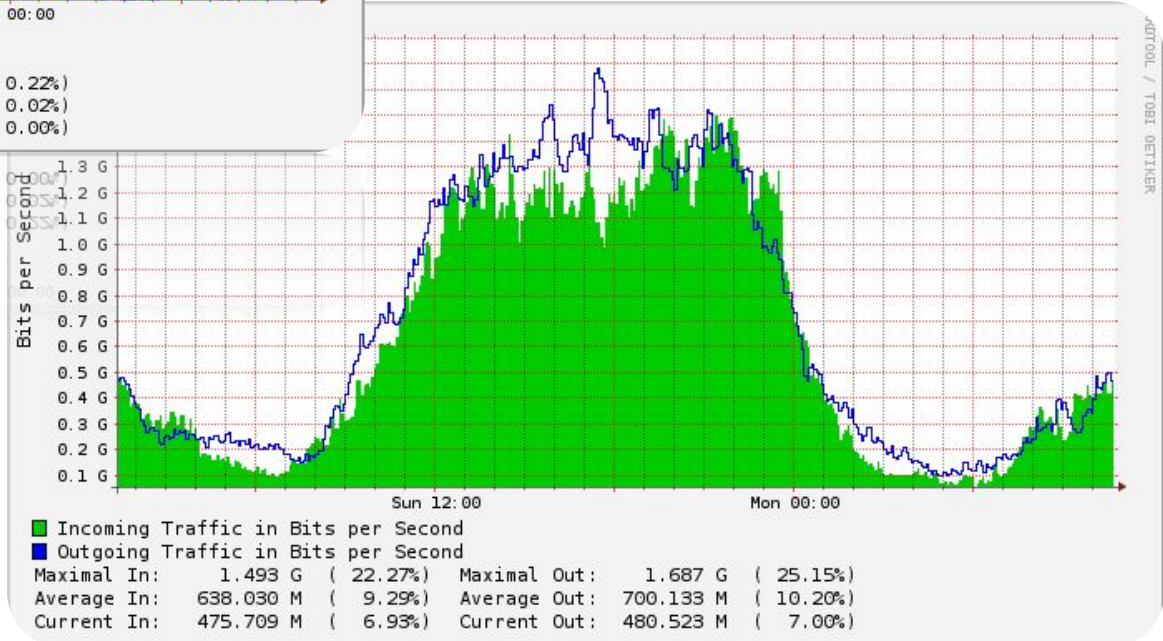
```
0 ::/0 [110/1] via fe80::227:dff:fe82:fc1, vlan1001, 14w2d22h
0 2a03:1280:0:20::/64 [110/2] via fe80::215:77ff:fef7:bba6, vlan12, 04w5d22h
0 2a03:1280:0:30::/64 [110/2] via fe80::215:77ff:fef7:bb8c, vlan1002, 02w2d01h
0 2a03:1280:0:312::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe28:c009, vlan12, 04w2d01h
0 2a03:1280:0:322::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe28:c039, vlan12, 04w2d01h
0 2a03:1280:0:332::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe29:9d73, vlan12, 04w2d01h
0 2a03:1280:0:342::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe28:c025, vlan12, 04w2d01h
0 2a03:1280:0:352::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe28:c011, vlan12, 04w2d01h
0 2a03:1280:0:362::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe28:c057, vlan12, 04w2d01h
0 2a03:1280:0:372::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe28:c01b, vlan12, 6d23h44m
0 2a03:1280:0:382::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe29:9d89, vlan12, 6d23h39m
0 2a03:1280:0:392::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe28:c01d, vlan12, 6d23h38m
0 2a03:1280:0:dd00::/56 [110/20] via fe80::215:77ff:fef7:bba6, vlan12, 04w5d22h
0 2a03:1280:2120::/44 [110/20] via fe80::200:cdff:fe29:9d5d, vlan12, 6d23h09m
0 2a03:1280:2220::/44 [110/20] via fe80::200:cdff:fe28:c04f, vlan12, 6d23h11m
0 2a03:1280:2320::/44 [110/20] via fe80::200:cdff:fe28:c037, vlan12, 6d23h05m
0 2a03:1280:2420::/44 [110/20] via fe80::200:cdff:fe28:c00d, vlan12, 6d23h09m
```

# IPv6 – statystyki



Avg IPv6: 12,755Mbps  
 Avg IPv4+IPv6: 638,03Mbps

Current In: 2'141 M ( 0'03%) Current Out: 552'323 k ( 0'00%)  
 Average In: 15'322 M ( 0'12%) Average Out: 1'469 M ( 0'01%)  
 Maximal In: 62'662 M ( 0'49%) Maximal Out: 14'805 M ( 0'11%)  
 Outgoing traffic in Bits per Second  
 Incoming traffic in Bits per Second



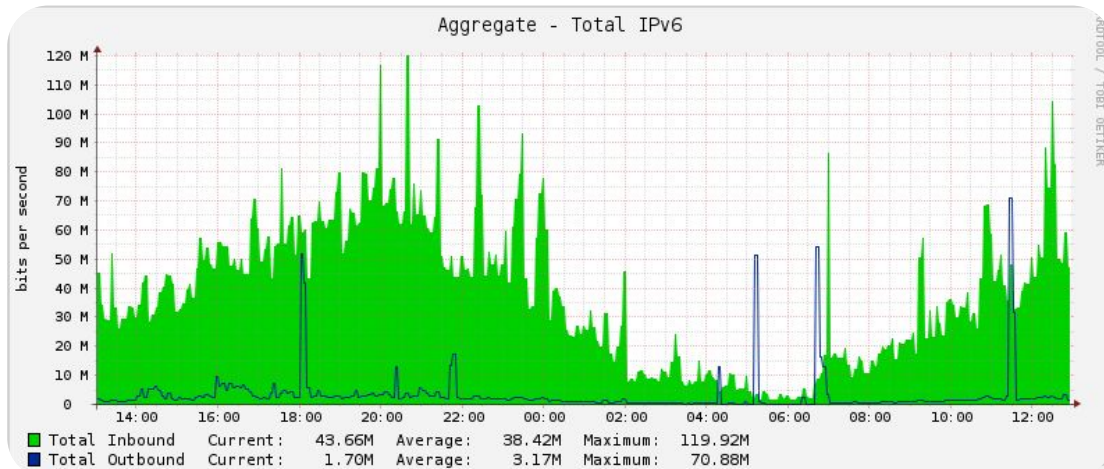
Current In: 475'709 M ( 6'93%) Current Out: 480'523 M ( 7'00%)  
 Average In: 638'030 M ( 9'29%) Average Out: 700'133 M ( 10'20%)  
 Maximal In: 1'493 G ( 22'27%) Maximal Out: 1'687 G ( 25'15%)

**IPv6[%]: ~2%**

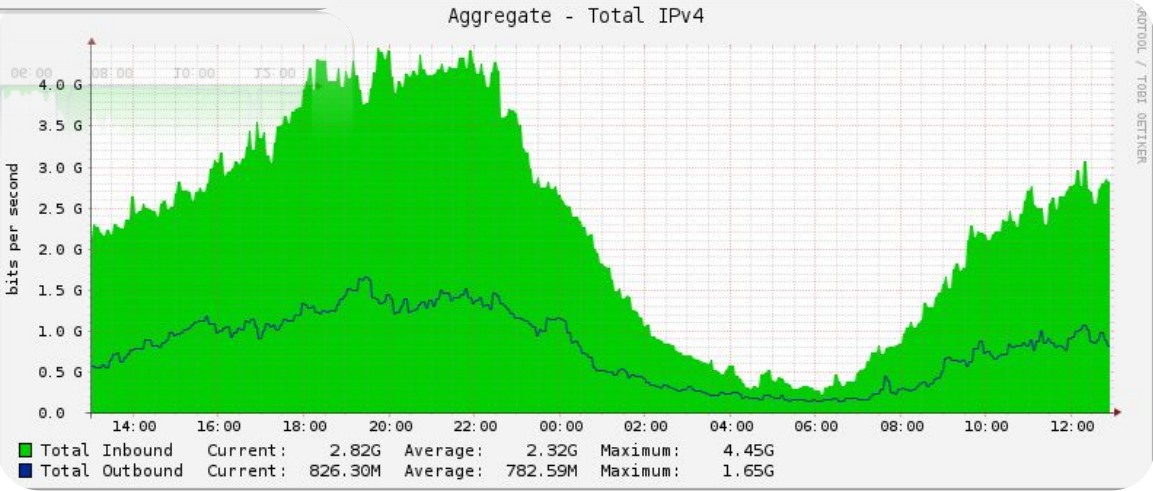


# IPv6 – statystyki

Avg IPv6: 38,42Mbps  
 Avg IPv4+IPv6: 2338,42 Mbps



Category	Current	Average	Maximum
Total Inbound	43.66M	38.42M	119.92M
Total Outbound	1.70M	3.17M	70.88M



Category	Current	Average	Maximum
Total Inbound	2.82G	2.32G	4.45G
Total Outbound	826.30M	782.59M	1.65G

**IPv6[%]: ~1,6%**

# IPv6 – bezpieczeństwo IP

- RA-guard
  - Filtrowanie fałszywych wiadomości RA
  - Konfiguracja per port fizyczny
  - Można zrealizować to za pomocą list kontroli dostępu


```
x600serwerownia(config)#int port1.0.1,port1.0.5-port1.0.22
x600serwerownia(config-if)#ipv6 nd raguard
x600serwerownia(config-if)#exit
x600serwerownia(config-if)#exit
```



# IPv6 – bezpieczeństwo IP

- listy kontroli dostępu:
  - odrzucenie wiadomości RA
  - przepuszczenie pozostałego ruchu ICMP
  - przepuszczenie ruchu do agenta „DHCP Relay”
  - odrzucenie pozostałego ruchu do GW

```
ipv6 access-list extended example deny icmp any any icmp-type 134
ipv6 access-list extended example permit icmp any any
ipv6 access-list extended example permit udp any eq 546 ff02::1:2/128 eq 547
ipv6 access-list extended example deny ip any fe80::200:28ff:fe0d:0dc0
. . .
. . .
```



# IPv6 – co dalej...

- Uruchomienie pozostałych usług na IPv6:
  - monitoring IP
  - telefonia IP
  - telewizja (multicast)
- Zarządzanie siecią:
  - IPv4 zostaje
- A kiedy IPv4 się skończą to:
  - NAT64
  - DualStack (Global IPv6 + Private IPv4 + NAT44)

# IPv6 – co dalej...

- Uruchomienie pozostałych usług na IPv6:
  - monitoring IP – kamery, serwery, oprogramowanie
  - telefonia IP
  - telewizja (multicast)
- Zarządzanie siecią:
  - IPv4 zostaje
- A kiedy IPv4 się skończą to:
  - NAT64
  - DualStack (Global IPv6 + Private IPv4 + NAT44)

# IPv6 – co dalej...

- Uruchomienie pozostałych usług na IPv6:
  - monitoring IP
  - **telefonia IP – telefony, bramki, centrala**
  - telewizja (multicast)
- Zarządzanie siecią:
  - IPv4 zostaje
- A kiedy IPv4 się skończą to:
  - NAT64
  - DualStack (Global IPv6 + Private IPv4 + NAT44)

# IPv6 – co dalej...

- Uruchomienie pozostałych usług na IPv6:
  - monitoring IP
  - telefonia IP
  - **telewizja (multicast) – streamery, odbiorniki**
- Zarządzanie siecią:
  - IPv4 zostaje
- A kiedy IPv4 się skończą to:
  - NAT64
  - DualStack (Global IPv6 + Private IPv4 + NAT44)

## IPv6 – co dalej...

- Uruchomienie pozostałych usług na IPv6:
  - monitoring IP
  - telefonia IP
  - telewizja (multicast)
- Zarządzanie siecią:
  - **IPv4 zostaje ... póki nie mamy urządzeń „IPv6-only”**
- A kiedy IPv4 się skończą to:
  - NAT64
  - DualStack (Global IPv6 + Private IPv4 + NAT44)

## IPv6 – co dalej...

- Uruchomienie pozostałych usług na IPv6:
  - monitoring IP
  - telefonia IP
  - telewizja (multicast)
- Zarządzanie siecią:
  - IPv4 zostaje
- A kiedy IPv4 się skończą to:
  - **NAT64 – bez IPv4 „nie da rady”**: Windows XP
  - DualStack (Global IPv6 + Private IPv4 + NAT44)

## IPv6 – co dalej...

- Uruchomienie pozostałych usług na IPv6:
  - monitoring IP
  - telefonia IP
  - telewizja (multicast)
- Zarządzanie siecią:
  - IPv4 zostaje
- A kiedy IPv4 się skończą to:
  - NAT64
  - **DualStack (Global IPv6 + Private IPv4 + NAT44) –  
„Nie chcę, ale muszę”**



# Przegląd funkcjonalności IPv6 dostępnych w przełącznikach AlliedTelesis

# Funkcjonalności dostępne w AW+

- Routing
  - statyczny
  - RIPng
  - OSPFv3
  - BGPv4
  - VRRP
  - PIM (routing multicastu)
- Zarządzanie dostępem:
  - Klient / serwer / relay DHCP (w tym PD)
  - Klient / relay DNS
  - ACL
  - MLD (odpowiednik IGMP)

# Funkcjonalności dostępne w AW+

- Zarządzanie przełącznikiem:
  - Klient / serwer telnet,
  - Klient / serwer DHCP,
  - Klient / serwer NTP,
  - Agent SNMP,
  - Agent sFlow
- Tunele:
  - 6to4

## Funkcjonalności dostępne w AW+

- Uruchomienie IPv6 na przełącznikach:

*ipv6 forwarding*

- Przydzielenie adresu IPv6:

*interface vlan1*

*ipv6 address 2a03::1/64*

- Uruchomienie serwera telnet:

*service telnet ipv6*

# Funkcjonalności dostępne w AW+

- Uruchomienie serwera SSH:

```
ssh server allow-users manager  
service ssh ipv6
```

- Uruchomienie RA i autokonfiguracji:

```
interface vlan1  
no ipv6 nd suppress-ra
```

- Uruchomienie klienta NTP:

```
ntp server 2001:db8:8::8
```

# Funkcjonalności dostępne w AW+

- Uruchomienie serwera DHCP:

 **ipv6 dhcp pool borys**

**address range 2a03::2 2a03::ffff**

**dns-server 2001:db8:10::10**

**domain-name wtvk.pl**

**interface vlan1**

**ipv6 nd managed-config-flag**

**ipv6 nd other-config-flag**

**ipv6 nd prefix 2a03::1/64 2592000 604800 no-autoconfig**

**ipv6 dhcp server borys**

# Funkcjonalności dostępne w AW+

- Uruchomienie OSPF'a:

```
→ interface vlan1  
    ipv6 router ospf area 0 tag borys  
    router ipv6 ospf borys  
    router -id 10.10.10.10  
    passive -interface vlan1
```

- Uruchomienie agenta SNMP:

```
→ snmp-server ipv6  
    snmp-server community tajne ro  
    snmp-server host 2001:db8:9::9
```

# Funkcjonalności dostępne w AW+

- Konfiguracja listy kontroli dostępu:

 ***ipv6 access-list test***

***permit tcp 2001:db8::/64 eq 10 any***

***deny udp 2001:db8::1/128 any ne 10***

***permit ipv6 any 2a01:db8::/64***

***deny ipv6 any any***

***interface port1.0.1***

***ipv6 traffic-filter test***



# Funkcjonalności dostępne w AW+

- Weryfikacja serwera telnet:

***show telnet***

```
x600serwerownia#sh telnet
Telnet Server Configuration
-----
Telnet server           : Enabled
Protocol                : IPv6
Port                    : 23
```

# Funkcjonalności dostępne w AW+

- Weryfikacja serwera SSH:

*show ssh server*

```
x600serwerownia#sh ssh server
Secure Shell Server Configuration
-----
SSH Server           : Enabled
Protocol             : IPv4,IPv6
Port                 : 22222
Version              : 2
Services              : scp, sftp
User Authentication  : publickey, password
Resolve Hosts        : Disabled
Session Timeout      : 600 seconds
Login Timeout        : 20 seconds
Maximum Startups     : 3
Debug                : NONE
```

# Funkcjonalności dostępne w AW+

- Sprawdzenie sąsiadów:

***show ipv6 neighbors***

```
x600serwerownia#sh ipv6 neighbors
IPv6 Address          MAC Address          Interface Port      Type
2a03:1280:0:20::dead  001b.fc02.11bf      vlan2      port1.0.4  dyn
2a03:1280:0:20:59aa:f7e3:6e21:d8fc  129c.5348.1a0a      vlan2      port1.0.21 dyn
fe80::200:cdff:fe28:c031  0000.cd28.c031      vlan12     po1        dyn
fe80::200:cdff:fe37:1    0000.cd37.0001      vlan12     po1        dyn
fe80::21b:fcff:fe02:11bf  001b.fc02.11bf      vlan2      port1.0.4  dyn
fe80::109c:53ff:fe48:1a0a  129c.5348.1a0a      vlan2      port1.0.21 dyn
```

# Funkcjonalności dostępne w AW+

- Sprawdzenie tablicy routingu:

***show ipv6 route***

```
x600serwerownia#sh ipv6 route
IPv6 Routing Table
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, O - OSPF, B - BGP
Timers: Uptime

O   ::/0 [110/12] via fe80::200:cdff:fe37:1, vlan12, 03w0d19h
C   2a03:1280:0:20::/64 via ::, vlan2, 03w0d19h
O   2a03:1280:0:30::/64 [110/3] via fe80::200:cdff:fe37:1, vlan12, 03w0d19h
O   2a03:1280:0:33::/64 [110/3] via fe80::200:cdff:fe37:1, vlan12, 03w0d19h
O   2a03:1280:0:212::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe29:9d5d, vlan12, 03w0d19h
O   2a03:1280:0:214::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe29:9d5d, vlan12, 03w0d19h
O   2a03:1280:0:222::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe28:c04f, vlan12, 03w0d19h
O   2a03:1280:0:224::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe28:c04f, vlan12, 03w0d19h
O   2a03:1280:0:232::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe28:c037, vlan12, 03w0d19h
O   2a03:1280:0:234::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe28:c037, vlan12, 03w0d19h
O   2a03:1280:0:242::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe28:c00d, vlan12, 03w0d19h
O   2a03:1280:0:252::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe29:9d7f, vlan12, 03w0d19h
O   2a03:1280:0:262::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe28:c01f, vlan12, 03w0d19h
O   2a03:1280:0:272::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe28:c013, vlan12, 03w0d19h
O   2a03:1280:0:282::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe28:c02f, vlan12, 03w0d19h
O   2a03:1280:0:292::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe28:c02b, vlan12, 03w0d19h
O   2a03:1280:0:2a2::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe29:9c11, vlan12, 03w0d19h
O   2a03:1280:0:2a4::/64 [110/2] via fe80::200:cdff:fe29:9c11, vlan12, 03w0d19h
```

# Funkcjonalności dostępne w AW+

- Weryfikacja protokołu OSPFv3:

***show ipv6 ospf***

```
x600serwerownia#sh ipv6 ospf
Routing Process "OSPFv3 (borys)" with ID 10.194.25.1
Route Licence: Route : Limit=Unlimited, Allocated=93, Visible=82, Internal=11
Route Licence: Breach: Current=0, Watermark=0
Process uptime is 21 days 19 hours 41 minutes
Current grace period is 120 secs (default)
SPF schedule delay min 0.500 secs, SPF schedule delay max 50.0 secs
Minimum LSA interval 5 secs, Minimum LSA arrival 1 secs
Number of incoming current DD exchange neighbors 0/5
Number of outgoing current DD exchange neighbors 0/5
Number of external LSA 32. Checksum Sum 0xF5D64
Number of AS-Scoped Unknown LSA 0
Number of LSA originated 5
Number of LSA received 113262
Number of areas in this router is 1
  Area 0.0.0.1
    Number of interfaces in this area is 2(2)
    SPF algorithm executed 6 times
    Number of LSA 57. Checksum Sum 0x1D61F2
    Number of Unknown LSA 0
```

# Funkcjonalności dostępne w AW+

- Sprawdzenie list kontroli dostępu:

***show ipv6 access-list***

```
rejonOP11a#sh ipv6 access-list
Hardware IPv6 access list test
 10 permit tcp 2001:db8::/64 eq 10 any
 20 deny udp 2001:db8::1/128 any ne 10
 30 permit ipv6 any 2a01:db8::/64
 40 deny ipv6 any any
```



# Dziękuję za uwagę !

Wachowiak & Syn s.c.  
ul. Grunwaldzka 165D/43  
60-322 Poznań

[www.wachowiakisyn.pl](http://www.wachowiakisyn.pl)

tel.: +48 61 860 03 39  
tel.: +48 61 860 03 47  
fax: +48 61 860 03 41  
info@wachowiakisyn.pl

