



# Rozwiązania operatorskie „Carrier Grade IPv6”



**PLNOG - 16 marca 2011**

**Krzysztof Mazepa**  
**kmazepa@cisco.com**

**CCIE #18662, JNCIE #137**

# Wprowadzenie

**3 lutego** tego roku „**The Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)**” ogłosiła o **rozdzieleniu ostatnich 5 wolnych pul adresowych** regionalnym jednostkom RIR (Regional Internet Registry). Rok 2011 będzie rokiem w którym przekonamy się co na prawdę oznacza brak lub ograniczenie dostępności nowych adresów IPv4.

**Operatorzy telekomunikacyjni** we współpracy z dostawcami sprzętu pracują od kilku lat nad **możliwymi scenariuszami migracji z sieci IPv4 do sieci IPv6**.

Celem sesji jest **pokazanie dostępnych na rynku rozwiązań** (NAT444, 6rd, NAT64 i innych), ich porównanie, **określenie możliwych scenariuszy w których dane rozwiązanie może być zastosowane**, uwypulenie ich zalet ale również i wad.

# Wyjaśnienie stosowanych skrótów

- **CGv6 – Carrier Grade IPv6** ([www.cisco.com/go/cgv6](http://www.cisco.com/go/cgv6))  
Skrót oznaczający grupę rozwiązań technologicznych promowanych przez firmę Cisco mających umożliwić operatorom telekomunikacyjnym migrację z IPv4 do IPv6
- **CGN – Carrier Grade NAT**  
Wysoce skalowalna translacja adresów (mówimy o milionach realizowanych translacji zestawianych z prędkością setek tysięcy nowych translacji na sekundę). Alternatywnie stosowana jest nazwa LSN (Large Scale NAT).
- NAT, NAT44 - Network Address Translation.
- **6rd – IPv6 rapid deployment**
- DS-lite – dual stack-lite

# Agenda

- Migracja usług oferowanych w oparciu o IPv4 do usług opartych o IPv6 (status, trendy)
- Rozwiązanie NAT444, 6rd, DS-lite oraz NAT64
  - krótkie wprowadzenie do każdego z rozwiązań
  - możliwe scenariusze implementacyjne
- Skalowalność i model biznesowy – określenie parametrów umożliwiających wybór oczekiwanego rozwiązania
- Podsumowanie

# Migracja usług oferowanych w oparciu o IPv4 do usług opartych o IPv6 (status, trendy)



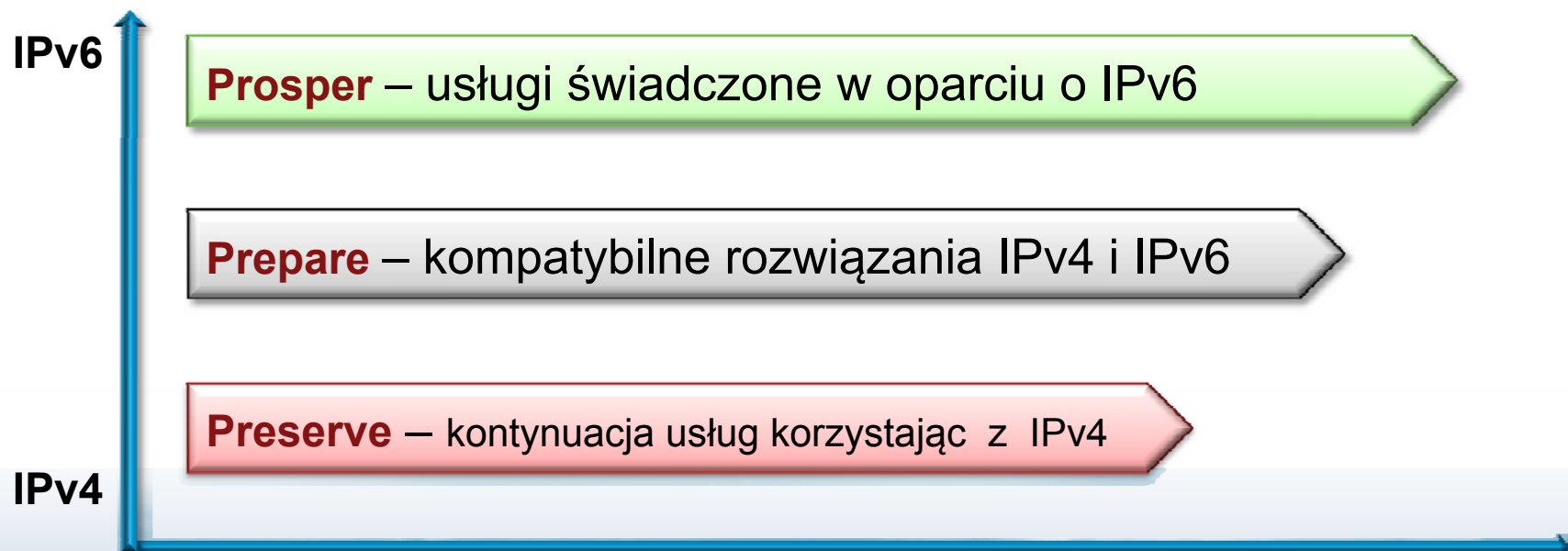
# Prekursory ☺

- **FREE Telecom („Free deploys IPv6”)**  
[http://www.iliad.fr/presse/2007/CP\\_IPv6\\_121207.pdf](http://www.iliad.fr/presse/2007/CP_IPv6_121207.pdf)  
[http://newsroom.cisco.com/dlls/2010/prod\\_090210.html](http://newsroom.cisco.com/dlls/2010/prod_090210.html)
- **Comcast** <http://www.comcast6.net/>
  - tunneling IPv6 over IPv4, using "6RD" technology
  - Dual-Stack IPv6 deployment
  - tunneling IPv4 over IPv6, using "Dual-Stack Lite" technology
  - deployment of 6to4 relays for Comcast customer
- **Softbank**  
[http://www.apricot-apan.asia/\\_data/assets/pdf\\_file/0004/30991/Satoru-Matsushima-APRICOT-Panel-Softbank-021611.pdf](http://www.apricot-apan.asia/_data/assets/pdf_file/0004/30991/Satoru-Matsushima-APRICOT-Panel-Softbank-021611.pdf)
- **Swisscom**  
[http://twitter.com/swisscom\\_fr/status/17786439687](http://twitter.com/swisscom_fr/status/17786439687)
- **T-Mobile**  
[https://sites.google.com/site/ipv6implementors/2010/agenda/13\\_Byrne\\_T-Mobile\\_IPv6GoogleMeeting.pdf](https://sites.google.com/site/ipv6implementors/2010/agenda/13_Byrne_T-Mobile_IPv6GoogleMeeting.pdf)
- ... i wielu innych tutaj nie wymienionych ☺ .

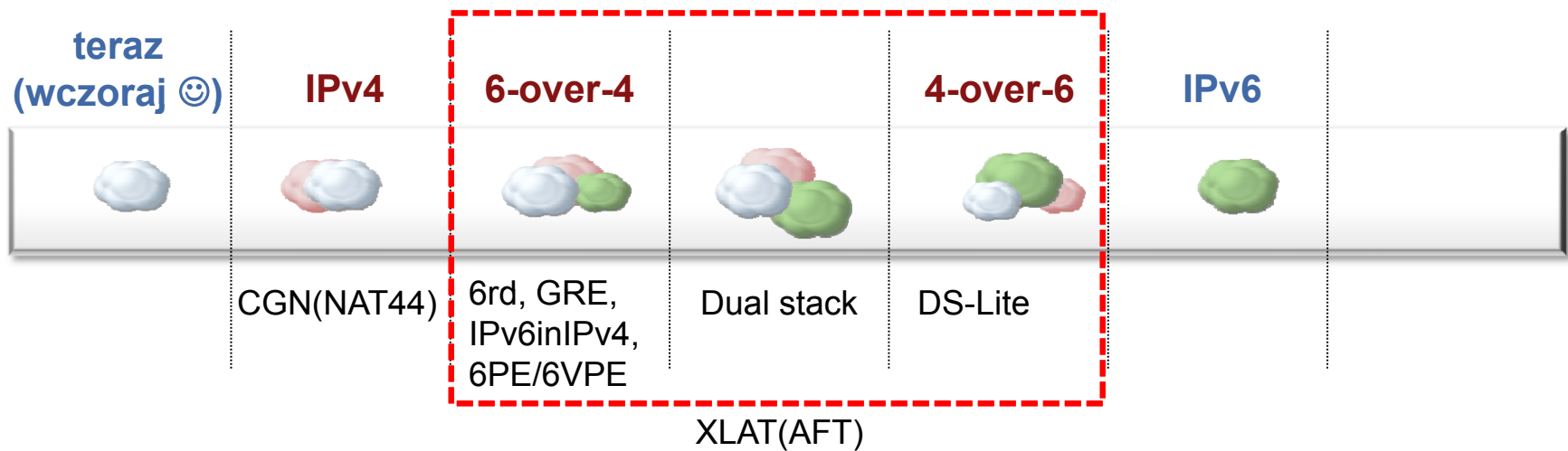
# CGv6 – Carrier Grade IPv6

## Rozwiązanie Cisco Carrier-Grade IPv6

To nie tylko CGN ale kompletny pakiet rozwiązań adresujący migrację IPv4 do IPv6 z punktu widzenia operatora sieci.



# Migracja od IPv4 do IPv6



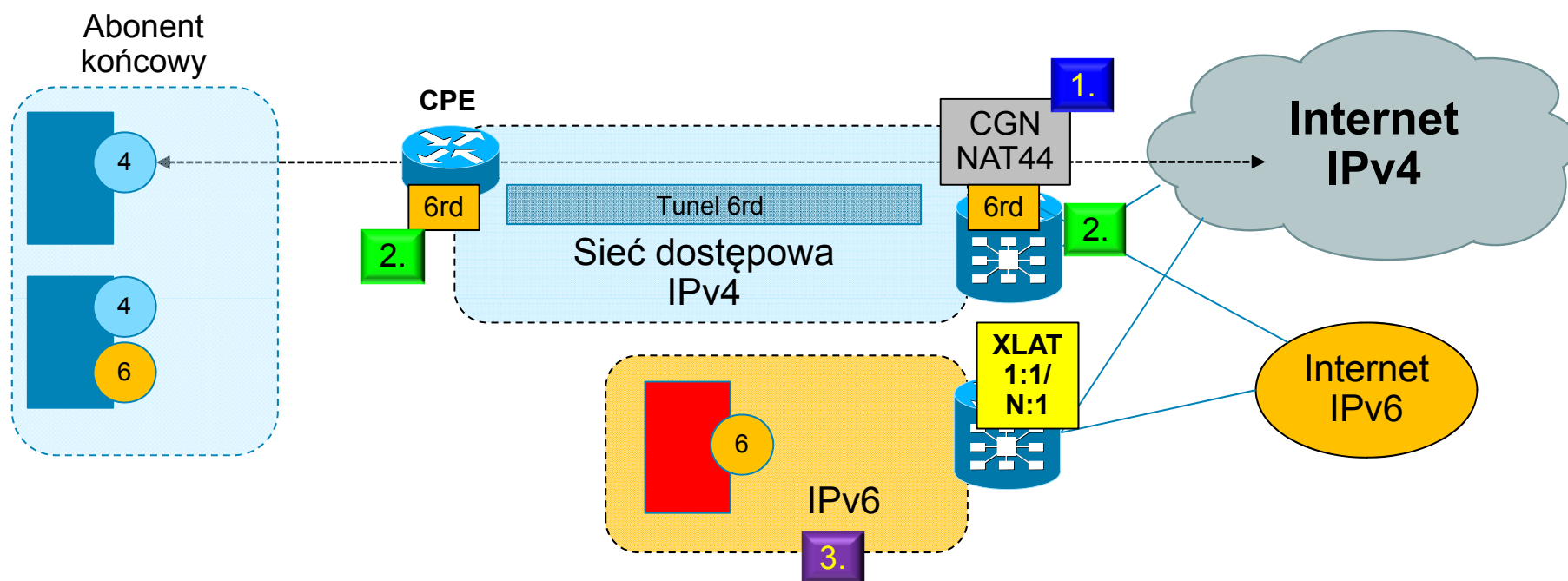
Prosper

Prepare

Preserve

 = IPv4    = Private IP    = IPv6

# Migracja do świata IPv6 - rok 2011



1. CGN NAT44 adresuje wyczerpanie się adresów IPv4  
→ brak konieczności migracji sieci dostępowej do IPv6
2. 6rd umożliwia dostęp do Internetu IPv6 stosując adresację IPv6  
→ brak konieczności migracji sieci dostępowej do IPv6
3. Budowa pierwszych sieci dostępowych wspierających IPv6.  
→ translacja IPv6 do IPv4 (NAT64, DNS 64)

1.

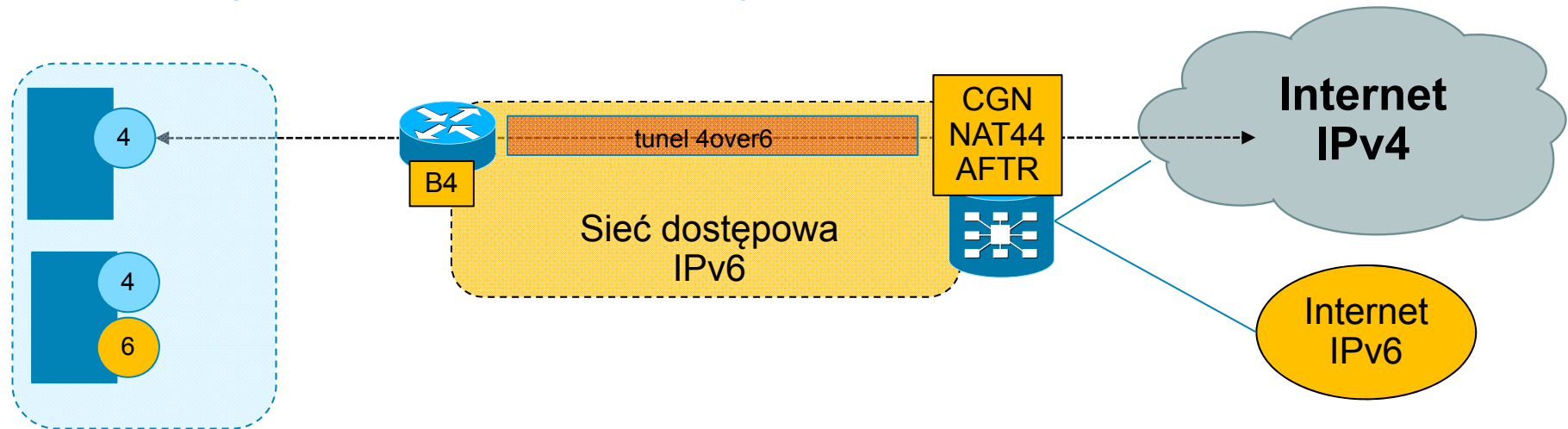
2.

3.

# Rozwiązanie CGv6 - rok 2011

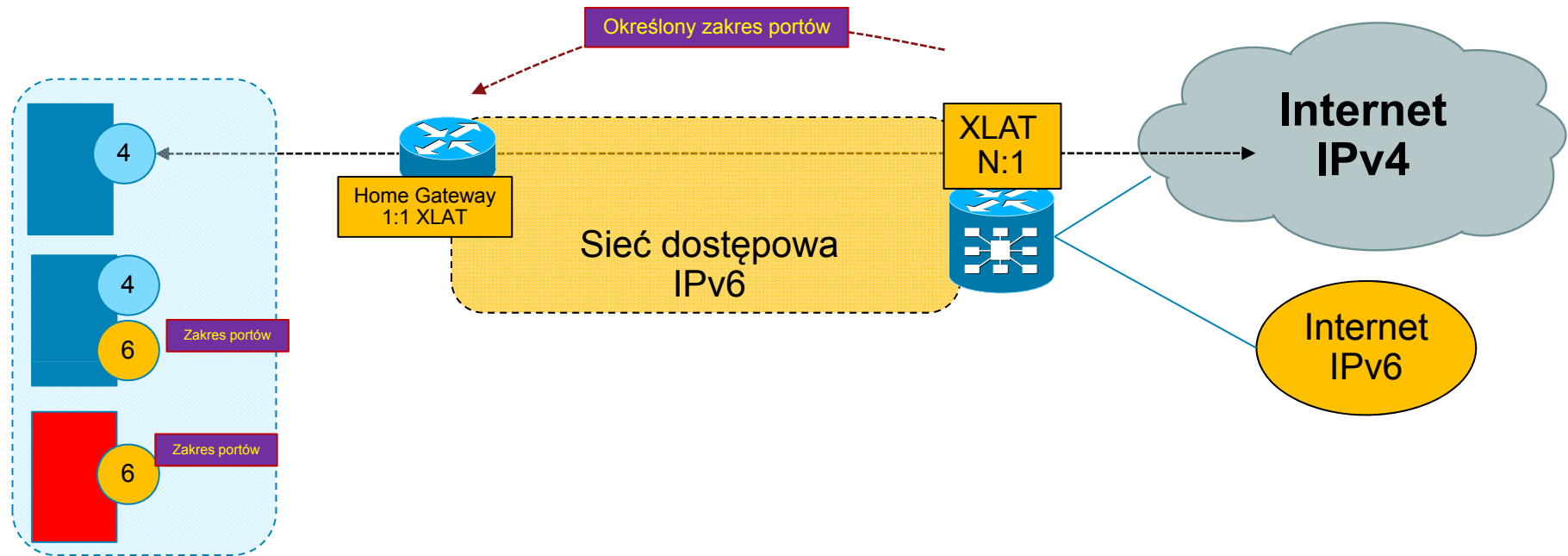
- Punkt 1 - CGN NAT44 umożliwia ciągłość oferowania usług opartych o adresację IPv4
  - dostępność – TAK
  - część składowa innych rozwiązań (6rd, NAT64)
- Punkt 2 – wykorzystanie 6rd dla abonentów IPv6 umożliwia dostęp przez nich do zasobów internetu IPv6.
  - dostępność - TAK
- Punkt 3 – dostęp do zasobów Internetu IPv4 przez klientów/aplikacji mający jedynie adresację IPv6
  - dostępność tzw. „stateless XLAT (1:1)” - TAK
  - dostępność tzw. „stateful XLAT (N:1)” NAT64/DNS64 – druga połowa 2011

# Parę słów o rozwiązaniu DS-Lite ...



- Wymaga sieci dostępowych wspierających protokół IPv6. Brak zainteresowania (być może chwilowy) ze strony dużych operatorów
- Brak „szerokiej” dostępności na rynku urządzeń wspierających funkcjonalność B4
- Rozwiązuje ten sam problem co CGN w połączeniu z 6rd. Rozwiązanie 6rd jest już „dojrzałym” rozwiązaniem (pierwsze dokumenty IETF pojawiły się kilka lat temu).
- W odróżnieniu od NAT64 wymaga podwójnej adresacji (IPv4/IPv6) na urządzeniach klienckich. Komputer z adresem IPv6 nie jest w stanie dostać się do Internetu IPv4.

# Parę słów o rozwiązaniu dIVI ...



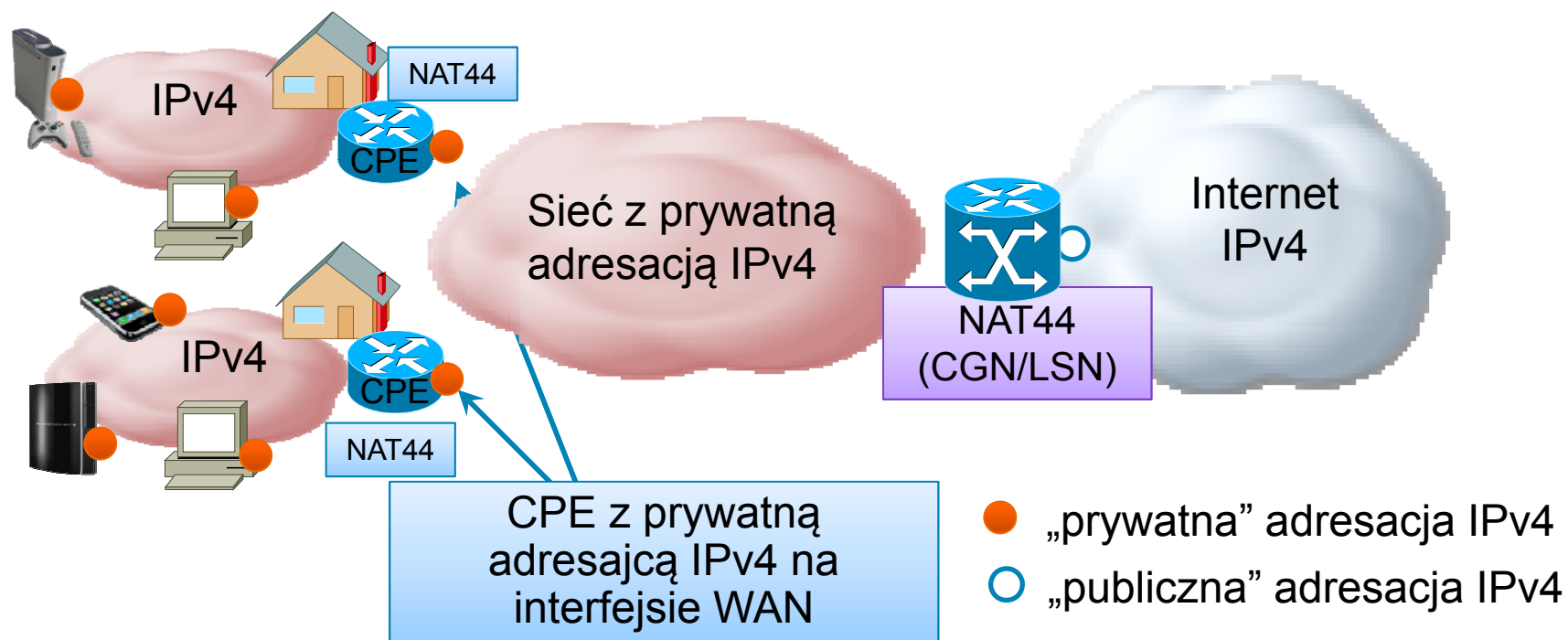
- Eksperymentalny wariant bezstanowej translacji wykorzystującej ten sam adres IPv6 przez klientów końcowych. Każdy z nich ma przydzielony zakres możliwych portów do wykorzystania.
- Brak zainteresowania ze strony organizacji standaryzujących
- Wymaga wsparcia nowej funkcjonalności ze strony CPE

# Ciągłość świadczenia usług w oparciu o IPv4



## **NAT 444**

# Carrier Grade NAT / Large Scale NAT



- Rysunek przedstawia CGN w sieci operatorów telekomunikacyjnych
- Wymagania dla CGN w środowisku SP są diametralnie różne od wymagań NAT w środowisku „enterprise” (wydajność / skalowalność / raportowanie )
- Rozwiązanie „chwilowe” do czasu rozwiązań „IPv6 only”
- Rozwiązanie wykorzystuje dotychczasowe urządzenie CPE
- Większość aplikacji wspiera translację NAT dla IPv4

# Migracja w kierunku IPv6 „tunelowanie” ...

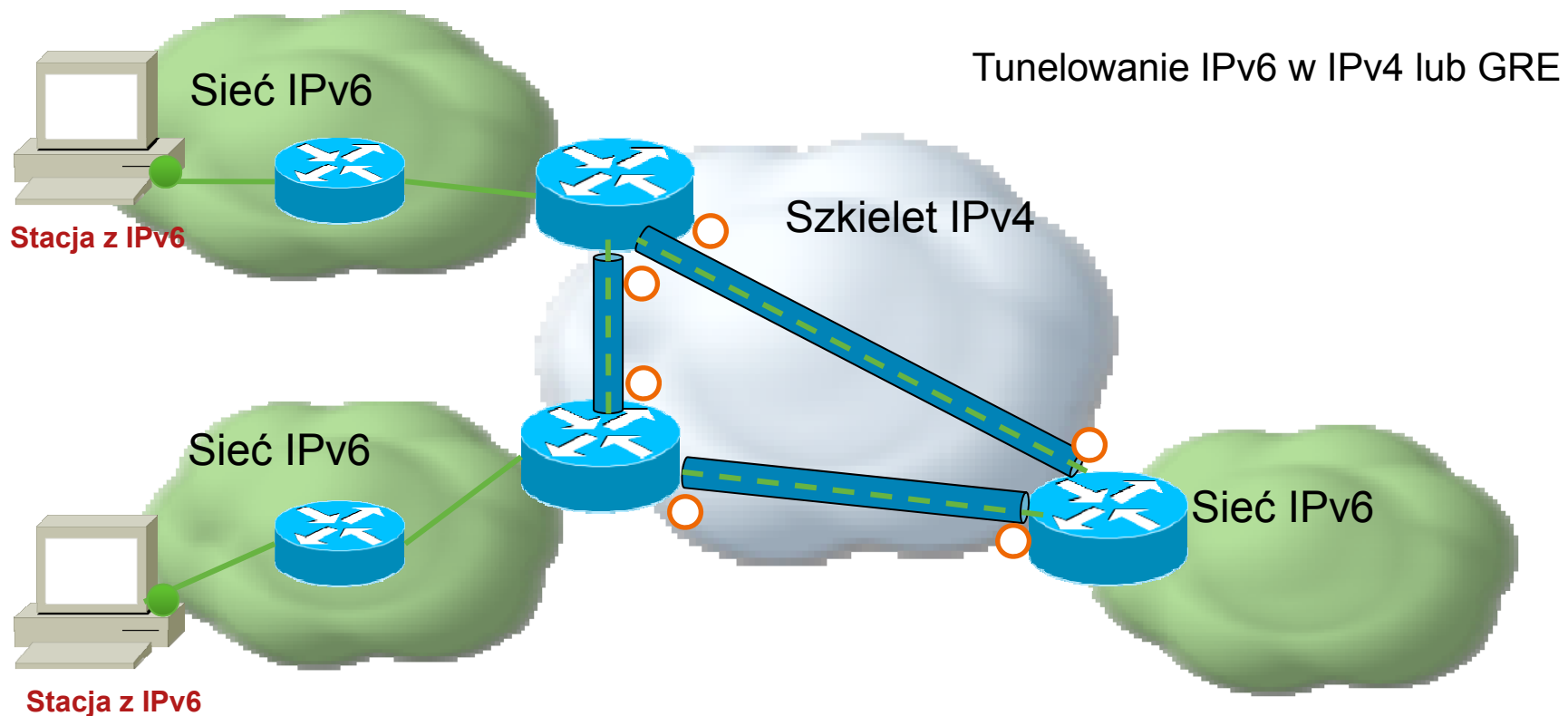


## 6rd – IPv6 Rapid Deployment

## Koncepcja tunelowania jest znana od ...

- „Automatyczne” i „statyczne” zestawianie tuneli
- Tunelowanie poprzez sieć IPv4 – pakiety IPv6 wewnątrz pakietu IPv4 (protokół nr 41)
- Tunele wykorzystujące enkapsulacje GRE
- MPLS – pakiety IPv6 wewnątrz ramki MPLS packets encapsulated in MPLS
- Mapowanie adresów IPv4 do IPv6 zależy od rodzaju zastosowanego wariantu tunelowania ...

# Przykład 1 – tunele zestawiane statycznie



- Podstawowa wada – mała skalowalność spowodowana ręczną konfiguracją

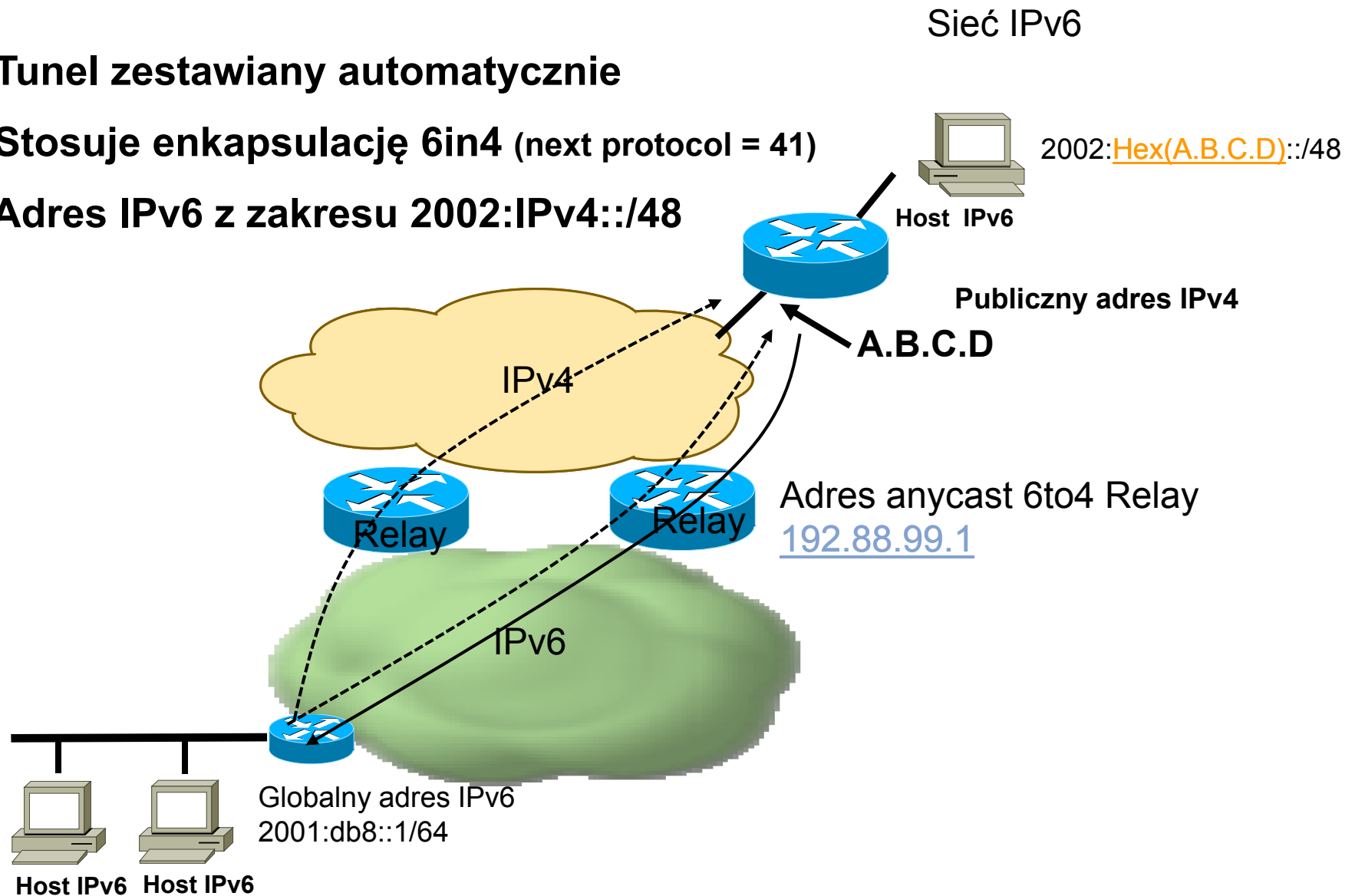
- „publiczna” adresacja IPv4
- adresacja IPv6

## Innym przykładem tunelowania jest ...

- wykorzystuje podsieć IPv6 2002::/16
- oraz adres anycast 192.88.99.1

# Przykład 2 – tunelowanie 6to4

- Tunel zestawiany automatycznie
- Stosuje enkapsulację 6in4 (next protocol = 41)
- Adres IPv6 z zakresu 2002:IPv4::/48



# „Mój” tunel 6to4

**ipv6 general-prefix DOM\_IPv6 6to4 Cellular0**

**ipv6 unicast-routing**

**interface Tunnel10**

*description IPv6 6to4 TUNNEL*

**no ip address**

**ipv6 address DOM\_IPv6 ::1:0:0:0:1/64**

**ipv6 enable**

**tunnel source Cellular0**

**tunnel mode ipv6ip 6to4**

**ipv6 route 2002::/16 Tunnel10**

**ipv6 route ::/0 2002:C058:6301::**

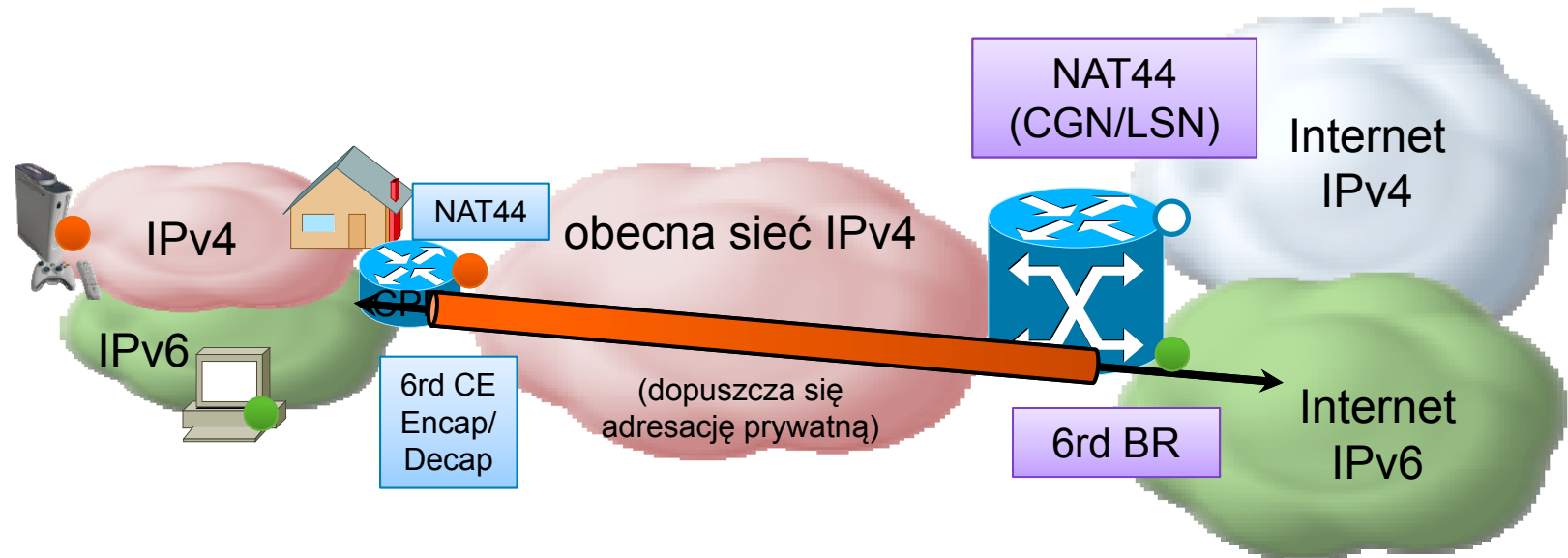
**interface Vlan1**

**ip address 10.0.0.1 255.255.255.0**

**ipv6 address DOM\_IPv6 ::2:0:0:0:1/64**

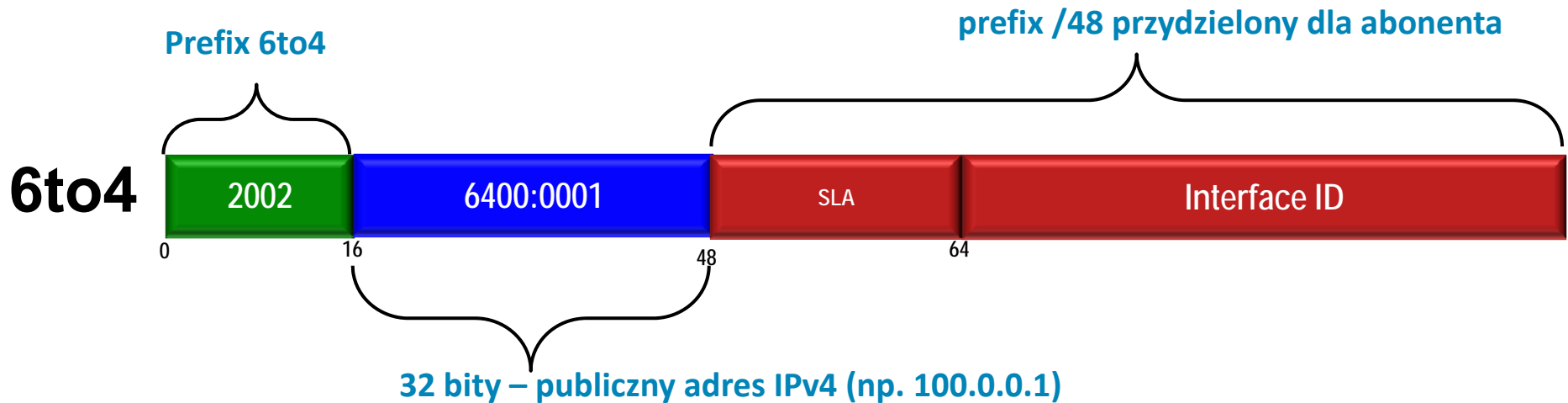
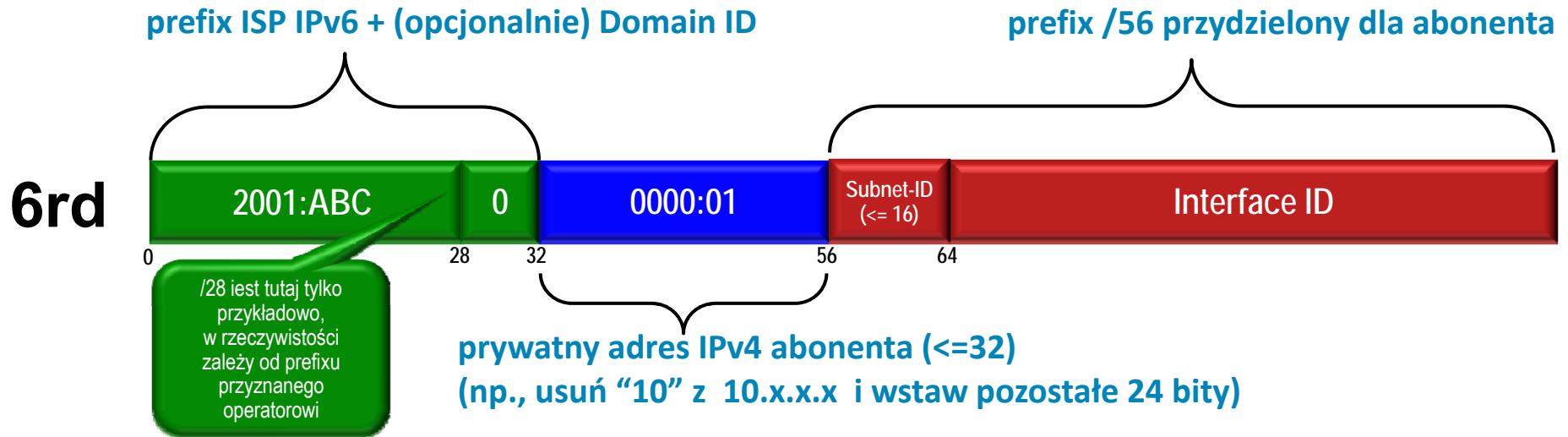
# 6rd (IPv6 Rapid Deployment)

- „prywatny” adres IPv4
- publiczny adres IPv4
- adres IPv6



- Przesyła ruch IPv6 poprzez istniejącą sieć IPv4 - brak wymogu na „dual stack” w szkielecie i sieci dostępowej
- Automatyczne zestawianie tuneli
- Adres IPv6 stworzony automatycznie na podstawie adresacji IPv4 operatora i powiązany z adresem abonenta końcowego
- 6rd Border Relay (**6rd BR** nazywany również 6rd Gateway) umożliwia dostęp do Internetu IPv6
- Enkapsulacja IPv6-w-IPv4 wykonywana jest na CPE klienta (**6rd CE** – stara nazwa to RG)
- **RFC 5969** – „IPv6 Rapid Deployment on IPv4 Infrastructures (6rd)”

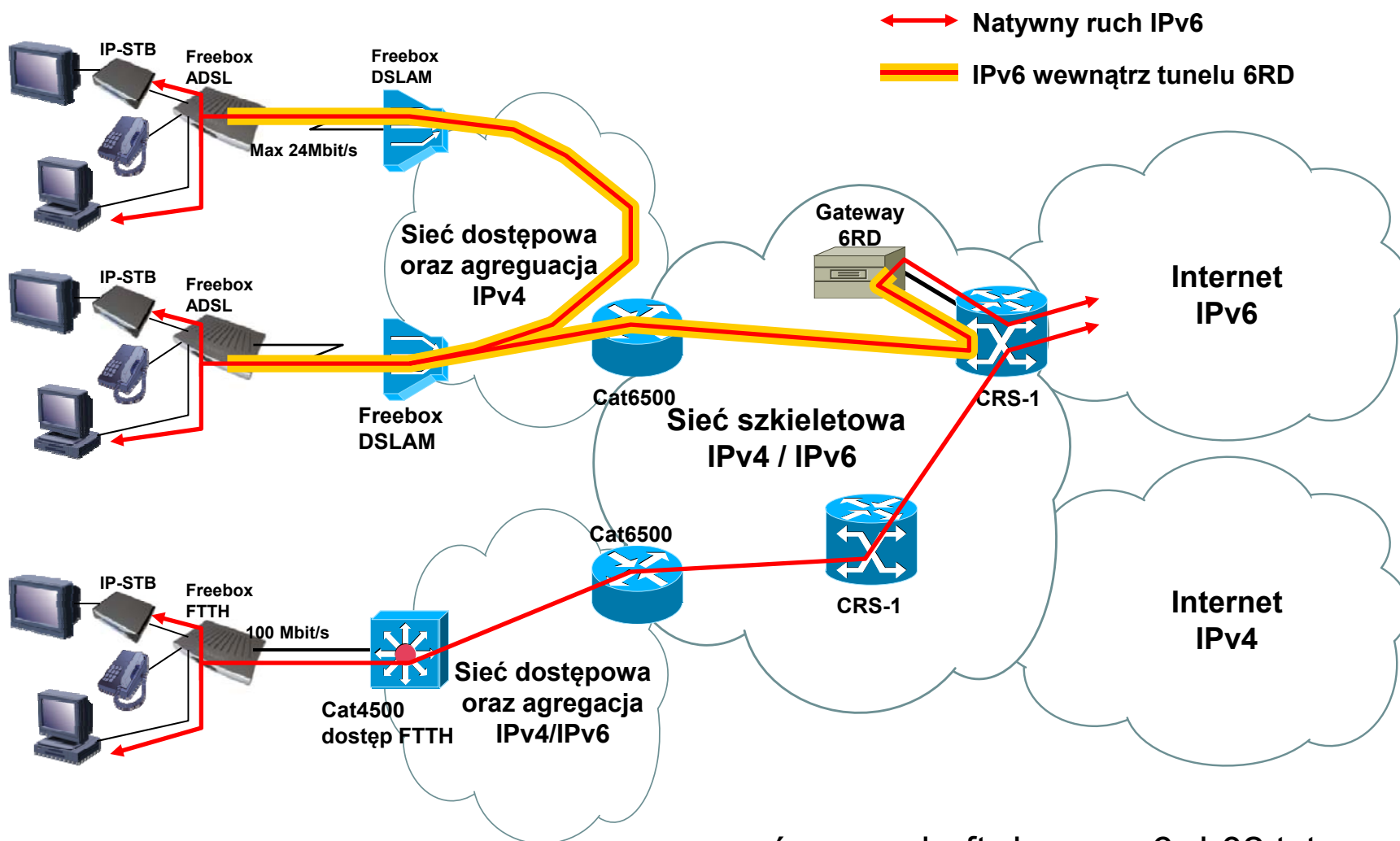
# Przykład tworzenia prefixu 6rd oraz 6to4



# Porównanie rozwiązania 6rd i 6to4

Atrybut	6rd	6to4
Adres IPv6	Prefix IPv6 przydzielony dla SP	2002::/16
„Reputacja” adresu IPv6	Prefix należy do zakresu IPv6 operatora	„no-name” – prefix “6to4” stosowany przez wszystkich
SP-managed service	TAK	NIE
Deterministyczna trasa poprzez sieć operatora	TAK (BR należy do operatora)	Raczej nie (Anycast Relay)
Wsparcie dla prywatnej adresacji IPv4 (WAN)	TAK	NIE
Wsparcie funkcjonalności „Border Relay”	Tak ASR1k, CRS-1	Tak (IOS)
Wsparcie funkcjonalności CE	W przygotowaniu (ASR1k, IOS oraz Linksys)	Tak (IOS)
Standard	RFC 5969	RFC3056

# Przykład implementacji: IPv6 (6rd) w sieci FREE Telecom



wówczas draft-despres-6rd-02.txt  
obecnie RFC 5569

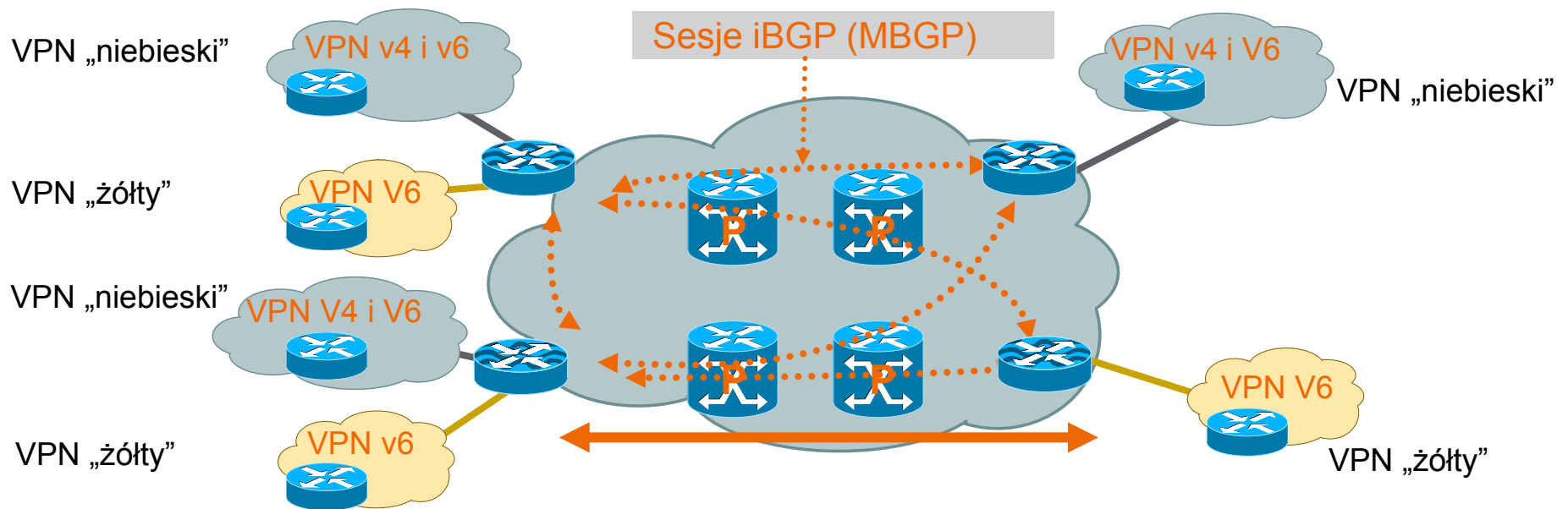
# Migracja w kierunku IPv6 „tunelowanie” ...



## Inne rozwiązania ...

# Rozwiązania dla klientów biznesowych

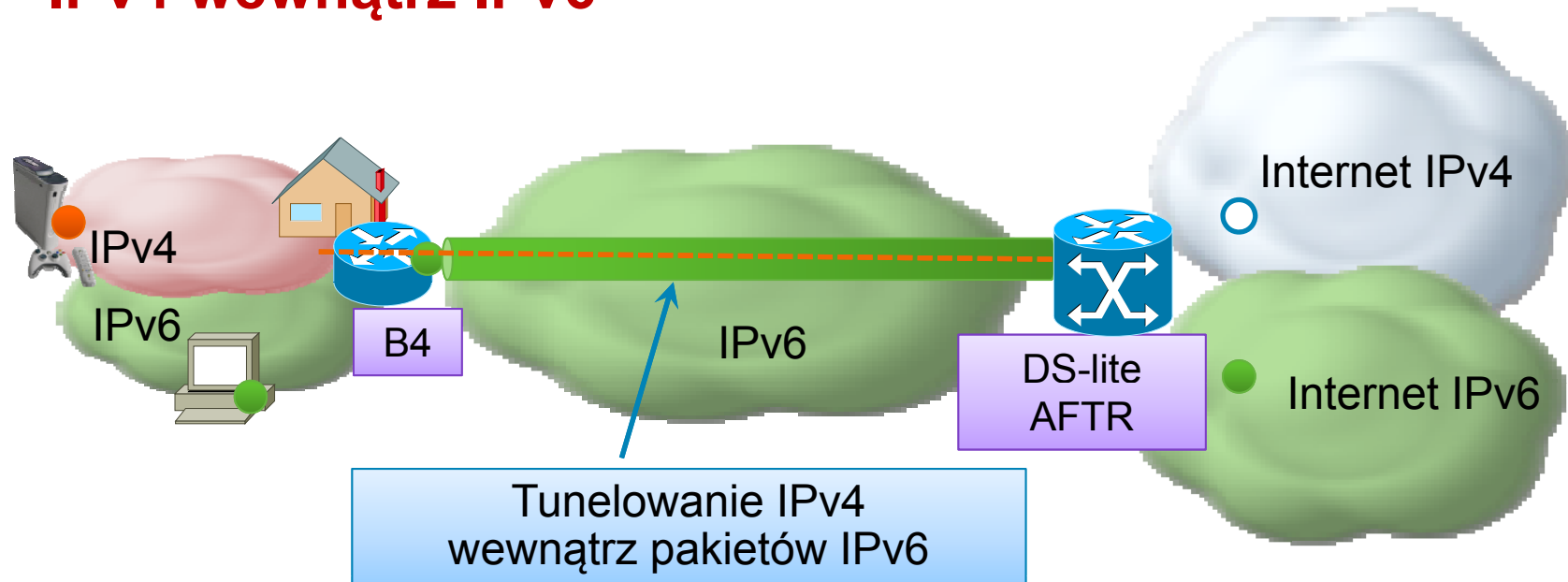
## 6PE/6VPE – tunelowanie poprzez MPLS



Pakiety IPv6 tunelowane są w ramach MPLS

# DS-Lite (Dual Stack Lite)

## IPv4 wewnątrz IPv6



- Tunelowanie ruchu IPv4 wewnątrz pakietów IPv6
  - IPv4 jest niepotrzebne w sieci dostępowej
  - AFTR = Address Family Transition Router (Tunnel encap/decap + NAT IPv6/prywatneIPv4/publiczneIPv4)
  - B4 = Basic Bridging BroadBand (Tunnel encap/decap)
- Adresacja „prywatna” IPv4
  - Adresacja „publiczna” IPv4
  - IPv6 Address

# Migracja w kierunku IPv6 - translacja



## **NAT64**

# Możliwy do wyobrażenia scenariusz

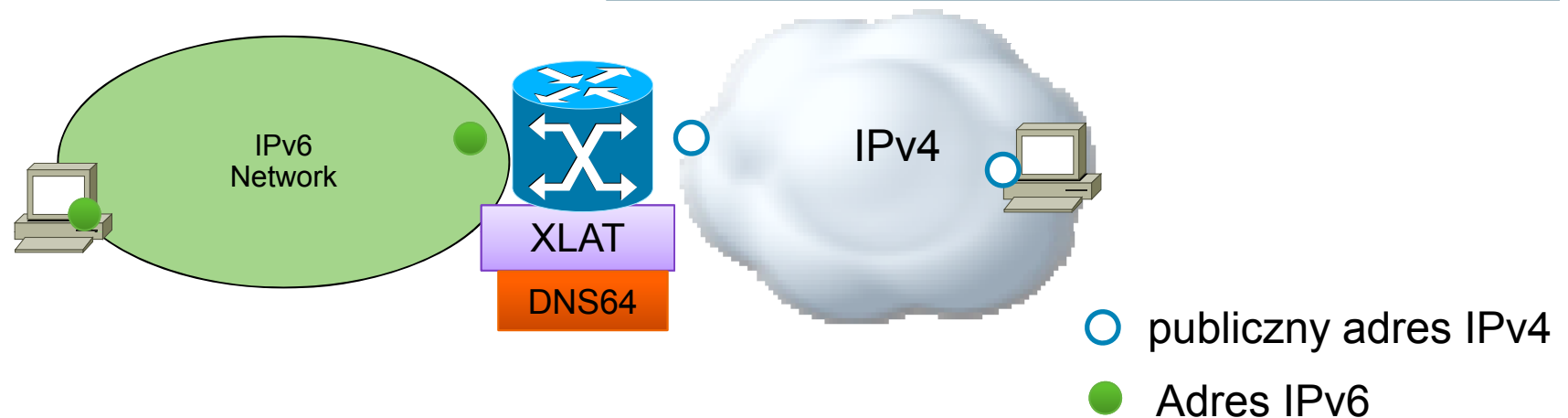
zobacz **“Scenario 1: an IPv6 network to the IPv4 Internet”** in **draft-ietf-behave-v6v4-framework**

- Operator SP buduje nowy fragment sieci. Podejmuje strategiczną decyzję o zastosowaniu jedynie adresacji IPv6
- Zalety:
  - Brak konieczności zakupu adresów IPv4 ☺
  - Zarządzanie siecią pracującą jedynie z protokołem IPv6
- Wyzwanie – konieczność dostępu do zasobów Internetu IPv4
- Zakładamy, że sesje są inicjowane przez klientów IPv6

# Translacja ruchu IPv4/IPv6

(Stateful/Stateless XLAT)

“IPv4 Mapped” IPv6 address (pisownia oryginalna)  
reprezentuje adres hosta IPv4 w formacie IPv6  
**PREFIX:IPv4 Portion:SUFFIX**



**NAT 64 stosowany jest wraz z DNS64**

**Podstawowy scenariusz – host z adresacją IPv6 wymaga dostępu do zasobów Internetu IPv4.**

Translacja następuje jedynie w jednym miejscu sieci (vide 6rd/DS-lite które wymaga dodatkowej funkcjonalności na CE)

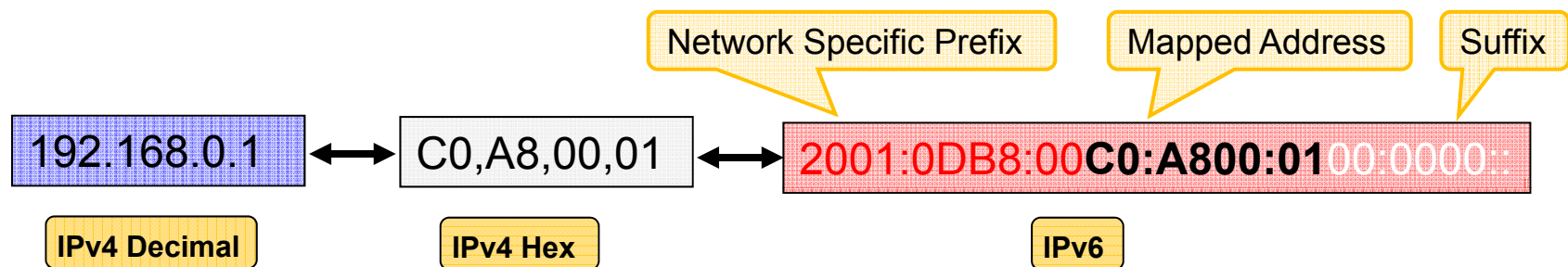
Dwa warianty rozwiązania - Stateful/Stateless XLAT

Wyzwanie – zachowanie się aplikacji w momencie translacji

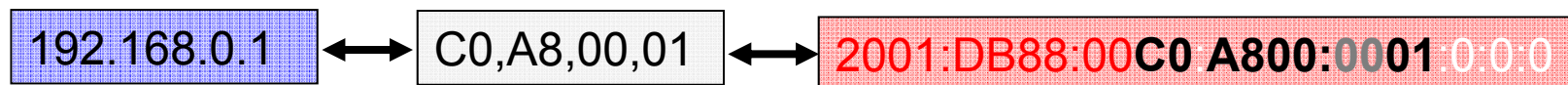
Wiecej informacji - zobacz prace grupy BEHAVE (IETF)  
draft-ietf-behave-v6v4-xlate-stateful, draft-ietf-behave-v6v4-xlate

# Przykład – NAT64 Stateless Translation

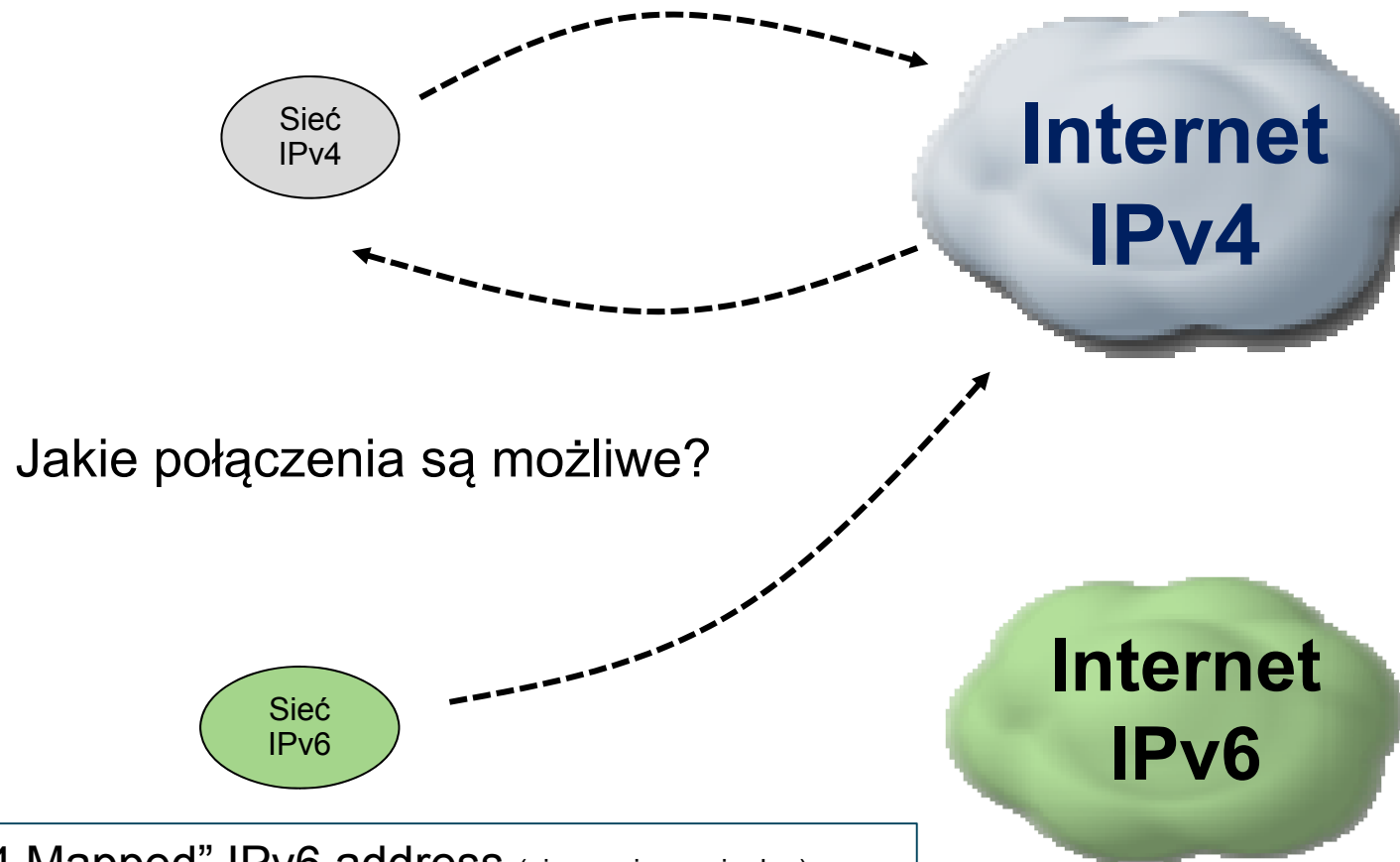
- Translacja jest jednoznaczna (1:1)



- Rozwiązanie jest wysoce skalowalne
- *Ważne – wspiera zarówno sesje zainicjalizowane przez urządzenia z sieci IPv6 jak również IPv4.*
- Mapowanie adresów 1 do 1 ma negatywny skutek ze względu na ograniczoną dostępność adresów IPv4.
- Translacja dotyczy protokołów IP, TCP, UDP, & ICMP – wartości portów L4 są kopiowane
- Uwaga – możliwa jest inna wersja translacji z bitami 64-71 równymi 0.






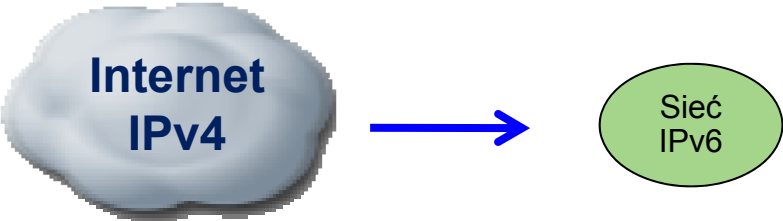

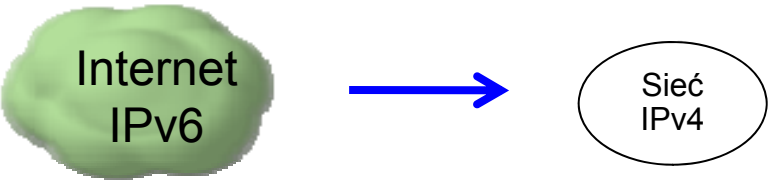

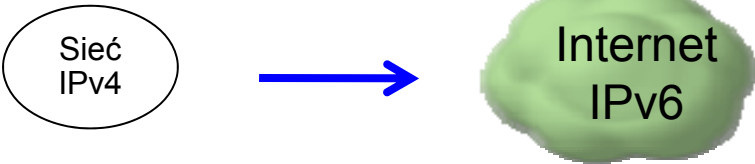
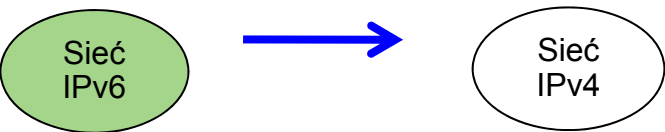


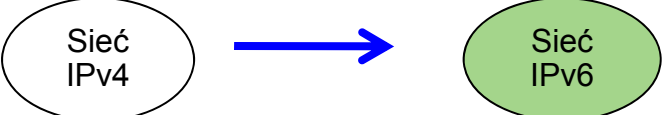

# Translacja IPv4/IPv6 – możliwe scenariusze



“IPv4 Mapped” IPv6 address (pisownia oryginalna)  
reprezentuje adres hosta IPv4 w formacie IPv6  
**PREFIX:IPv4 Portion:SUFFIX**

# Translacja IPv4/IPv6 – możliwe scenariusze

(na podstawie „behave framework draft”)

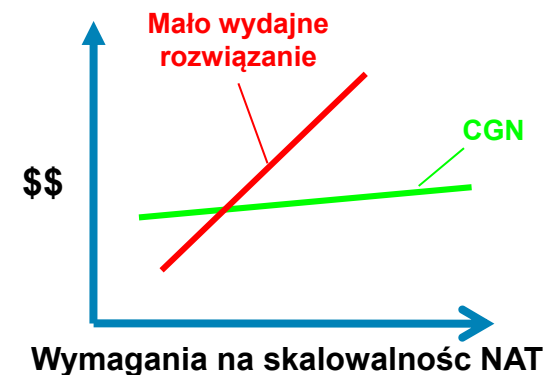
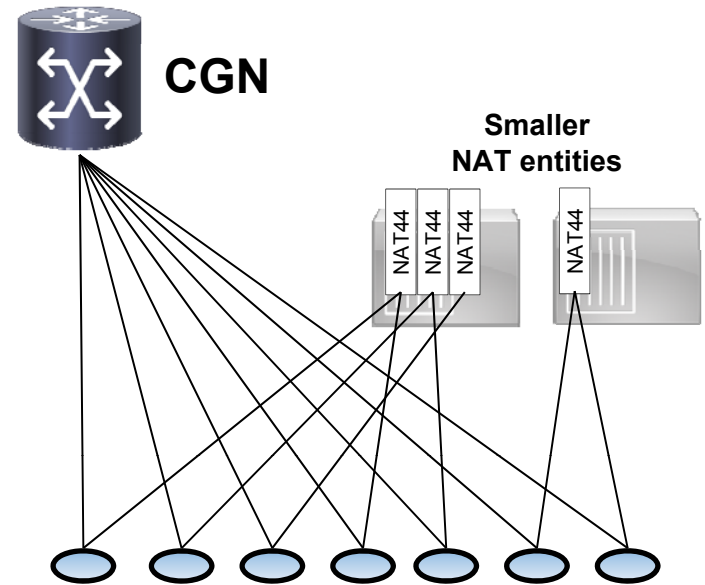
		<u>stateful</u>	<u>stateless</u>
1.			
2.			
3.			
4.		Mało realne ze względu na małą ilość adresów IPv6	
5.			
6.			

# Skalowalność i model businessowy



# Czy skalowalność rozwiązania ma znaczenie ?

- Carrier NAT44.  
Kluczowe parametry:
  - 10-ki milionów sesji/translacji
  - przepustowość na poziomie kilkudziesięciu Gb/s
  - szybkość zestawiania sesji na poziomie 1 miliona sesji na sekundę
  - logowanie zestawianych sesji NAT
  - możliwość rozwoju w zależności od wzrostu ruchu i ilości abonentów
- Budowanie skalowalnego rozwiązania w oparciu o niewydajne komponenty prowadzi do bardzo dużych kosztów
- Rozwiązanie nie może wpływać na wydajność i stabilność obecnej warstwy danych i warstwy kontroli



# Wyzwania ...

- Translacja adresów może prowadzić do zaburzenia pracy aplikacji  
Cisco wykonało wiele testów i większość aplikacji pracuje poprawnie...  
Przeczytaj <http://www.ietf.org/mail-archive/web/behave/current/msg09027.html>
- Wsparcie dla ALG  
... ze względu na skalowalność i specyfikę rozwiązania powinno być minimalne (active FTP, RSTP)
- Logowanie  
Nie może mieć wpływu na wydajność i skalowalność  
Rozwiązanie oparte na Netflow9 ze względu na strukturę danych i ich skalę.
- Utrzymywanie poprawnego stanu (statefull translation)  
Koszt oraz wyzwania technologiczne związane z synchronizacją stanu dla niewyobrażalnej ilości krótkich sesji/połączeń

# Podsumowanie CGv6



# Jak postępować w 2011 roku ☺

1. Określ wpływ ograniczenia dostępności nowych adresów IPv4 na twoją sieć ...
2. Zaplanuj rozwiązanie umożliwiające kontynuację świadczenia usług opartych o adresację IPv4.
3. Określ jak i gdzie możesz wproadzić IPv6 i postępuj zgodnie z obranym modelem.

