Protokół IPv6

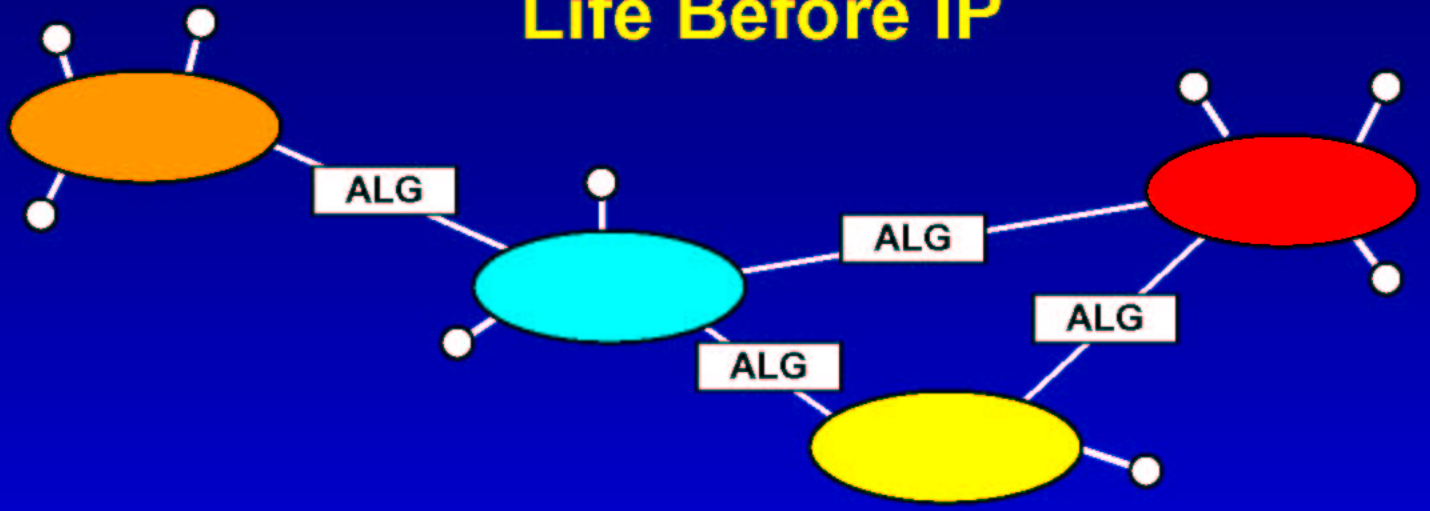
Bartosz Gajda

Bartosz Gajda gajda@man.poznan.pl Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe

IPv4 Address Allocation History

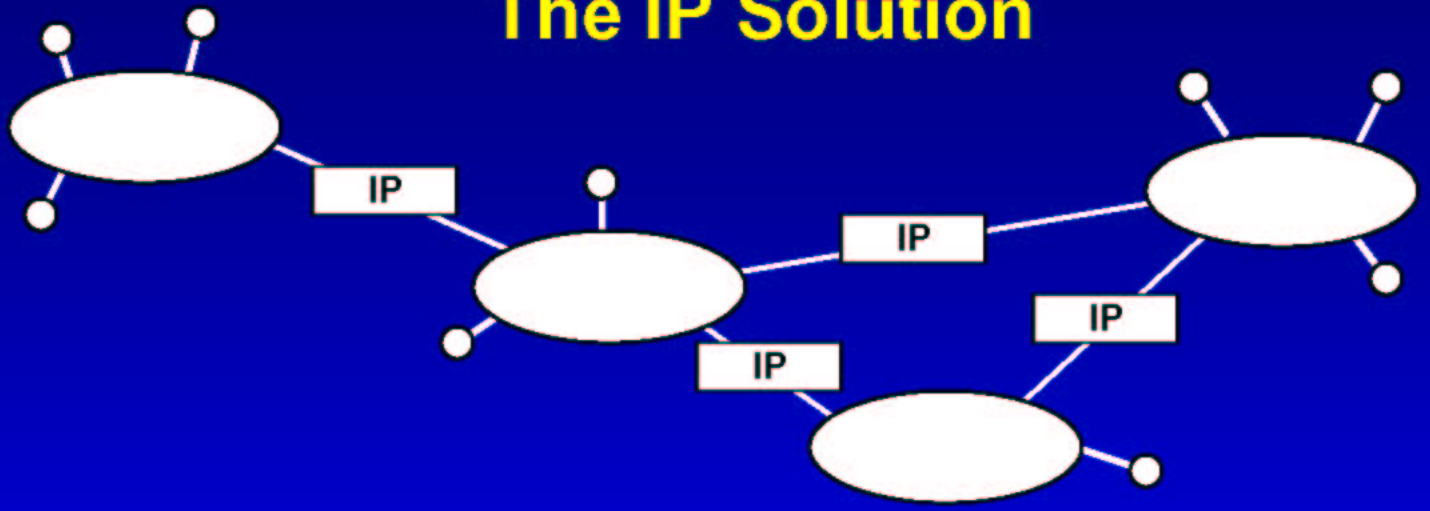
- IPv4 Address Allocation History
  - 1981 - IPv4 protocol published
  - 1985 ~ 1/16 of total space
  - 1990 ~ 1/8 of total space
  - 1995 ~ 1/4 of total space
  - 2000 ~ 1/2 of total space
  - 2002.05 ~ 2/3 of total space
  - Estimated 2004 ~80%
- Theoretical limit of 32-bit space: ~4 billion devices
  Practical limit of 32-bit space: ~250 million devices
  - (see RFC 3194)
  - It gives 10^30 addressess per person on the planet

Life Before IP



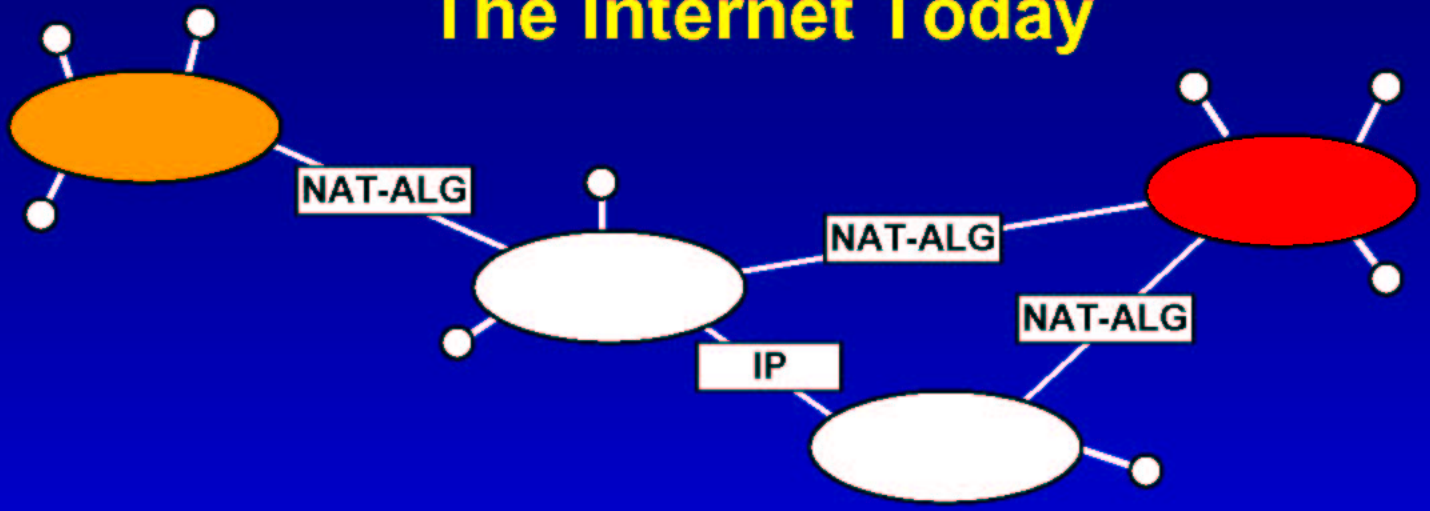
- application-layer gateways
  - inevitable loss of some semantics
  - difficult to deploy new internet-wide applications
  - hard to diagnose and remedy end-to-end problems
  - stateful gateways inhibited dynamic routing around failures
- no global addressability
  - ad-hoc, application-specific solutions

The IP Solution



- internet-layer gateways & global addresses
  - simple, application-independent, least-common-denominator network service: best-effort datagrams (i.e., packet switching)
  - stateless gateways could easily route around failures
  - with application-specific knowledge out of the gateways:
    - NSPs no longer had monopoly on providing new services
    - Internet became a platform for rapid, competitive innovation

The Internet Today



- NATs and application-layer gateways
  - inevitable loss of some semantics
  - difficult to deploy new internet-wide applications
  - hard to diagnose and remedy end-to-end problems
  - stateful gateways inhibit dynamic routing around failures
- no global addressability
  - ad-hoc, application-specific solutions (or worse!)

Próby pokonania ograniczeń protokołu IPv4

- Routing bezklasowy CIDR (*Classless InterDomain Routing)* – wykorzystanie masek podsieci
  - zmniejszenie rozmiarów tablicy routerów szkieletowych w Internecie
  - zwiększenie zwiększenie tablic w routerach brzegowych (dostępowych)
- wykorzystanie adresów nieroutowalnych
  - translacja adresów NAT
  - dynamiczny przydział adresów DHCP
  - maskowanie adresów (np.. jeden adres publiczny)- masquerading

Próby pokonania ograniczeń protokołu IPv4 (2)

- Routing bezklasowy – ograniczył zużycie adresów, ale – problem z multihoming
- Rozwiązania NAT praktyczne, ale - nie zawsze możliwe dla wszystkich aplikacji np.
  - IPsec,
  - VoIP,
  - FTP(autentykacja-ok., przesylanie danych – nie!! – komendy: *passive*, *port* zawieraja adresy IP)
- Konieczność stosowania publicznych adresów IP, albo innych rozwiązań: proxy, ALG... (nie zawsze możliwe)

FTP- przykład połączenia przez NAT (1)

```
PPP adapter PlusGSM:

        Connection-specific DNS Suffix  . :
        IP Address. . . . . . . . . . . . : 172.16.8.127
        Subnet Mask . . . . . . . . . . . : 255.255.255.255
        Default Gateway . . . . . . . . . : 172.16.8.127

C:\>tracert ftp.man.poznan.pl

Tracing route to sunflower.man.poznan.pl [150.254.173.2]
over a maximum of 30 hops:

  1   741 ms   740 ms   730 ms  10.0.0.1
  2     *        *        *     Request timed out.
  3     *        *        *     Request timed out.
  4   950 ms   740 ms   720 ms  wawfim-i1-f4-0.plusnet.pl [212.2.102.226]
  5  1251 ms   760 ms   740 ms  wawpie-i1-p1-0.plusnet.pl [212.2.102.174]
  6  1241 ms   760 ms   950 ms  z-plusnet.pronetcom.pl [195.94.194.61]
  7   731 ms   599 ms   736 ms  taro7-g1-0-0-220.ipartners.pl [217.153.3.4]
  8   941 ms   780 ms   740 ms  poznan-a2-0-11.ipartners.pl [217.153.2.26]
  9  1241 ms   730 ms   740 ms  do-pozman.ipartners.pl [217.153.3.214]
 10   740 ms   750 ms   740 ms  sentinel.man.poznan.pl [150.254.160.251]
 11   740 ms   740 ms   750 ms  sunflower.man.poznan.pl [150.254.173.2]

Trace complete.
```

FTP- przykład połączenia przez NAT (2)

```
Connected to sunflower.man.poznan.pl.
220-                                  _________
220-                            __-O-         ---O_
220-                           /    \           /  \
220-                          / |~)/~\~/|\/||~||\ | \
220-                          \ |~ \_//_|  ||~|| \| /
220-                           \__ /        \    __/
220-                              O--________O---
220-
220-
220 ftp.man.poznan.pl FTP server ready.
User (sunflower.man.poznan.pl:(none)): ftp
331 Guest login ok, send your complete e-mail address as password.
Password:
230-   WELCOME TO THE POZNAN METROPOLITAN AREA NETWORK FTP SERVER
[ .......... ]

230 Guest login ok, access restrictions apply.
ftp> ls
200 PORT command successful.
425 Can't build data connection: Operation already in progress.
ftp>
```

Przykładowe protokoły i wpływ NAT na ich działanie (1)

	NAT Environments					
Protocols	NAT	Two-way NAT	Twice NAT	NAPT	Reason for failure	ALG as Solution
Layer 3&4						
PPTP	Y	Y	Y	Y	N/A	N/A
L2TP	Y	Y	Y	Y	N/A	N/A
IKE	N	N	N	N	Encrypted IP address	No
SKIP	Y	Y	Y	N	Encrypted Port number	No
SSL	Y	Y	Y	Y	N/A	N/A
TLS	Y	Y	Y	Y	N/A	N/A

Przykładowe protokoły i wpływ NAT na ich działanie (2)

	NAT Environments					
Protocols	NAT	Two-way NAT	Twice NAT	NAPT	Reason for failure	ALG as Solution
Layer 5						
RPC	N	N	N	N	1.Dynamic port numbers 2.Encrypted IP address and port number	1.Yes 2.No
Kerberos	Y	Y	Y	Y	N/A	N/A
Radius	Y	Y	Y	Y	N/A	N/A
S/Key	Y	Y	Y	Y	N/A	N/A
H.323	N	N	N	N	Dynamic IP address and port numbers	Yes
SIP	N	N	N	N	Dynamic IP address and port numbers	Yes

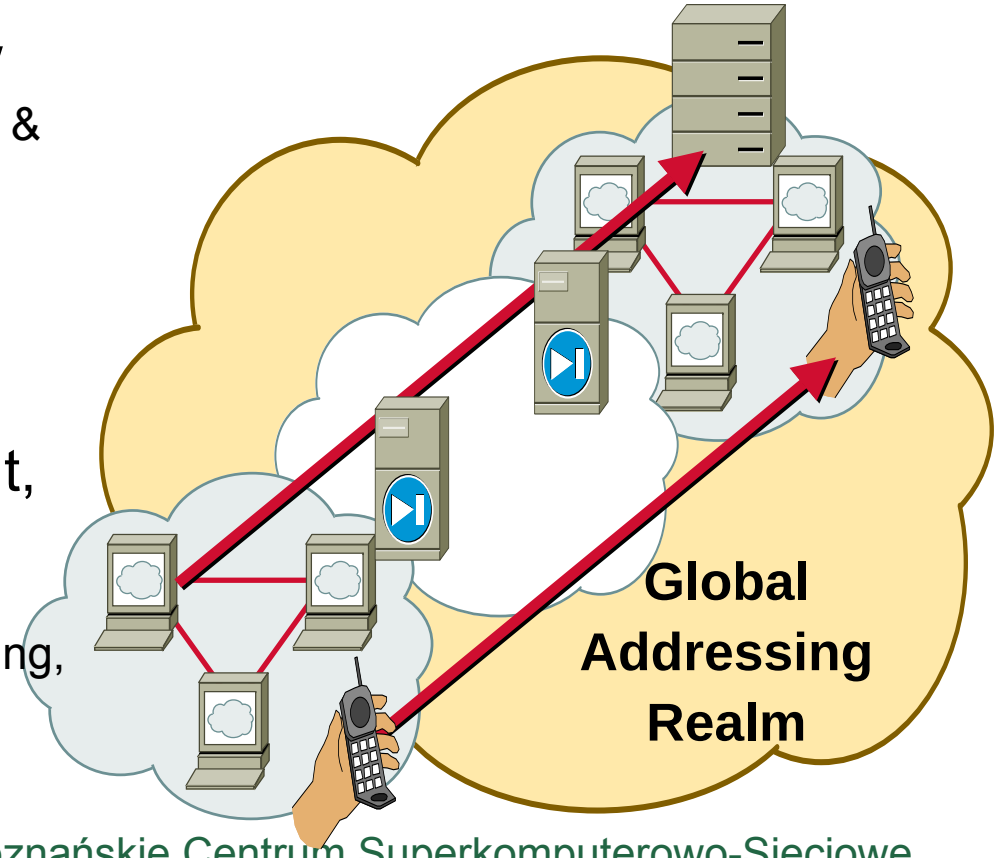
Przykładowe protokoły i wpływ NAT na ich działanie (3)

	NAT Environments					
Protocols	NAT	Two-way NAT	Twice NAT	NAPT	Reason for failure	ALG as Solution
Layer 5						
MGCP	N	N	N	N	Dynamic IP address and port numbers	Yes
SET	Y	Y	Y	Y	N/A	N/A
FTP	N	N	N	N	IP address and port number in FTP commands	Yes (FTP-ALG)
SMTP	Y	Y	Y	Y	N/A	N/A
POP3	Y	Y	Y	Y	N/A	N/A
IMAP4	Y	Y	Y	Y	N/A	N/A
SSH	Y	Y	Y	Y	N/A	N/A

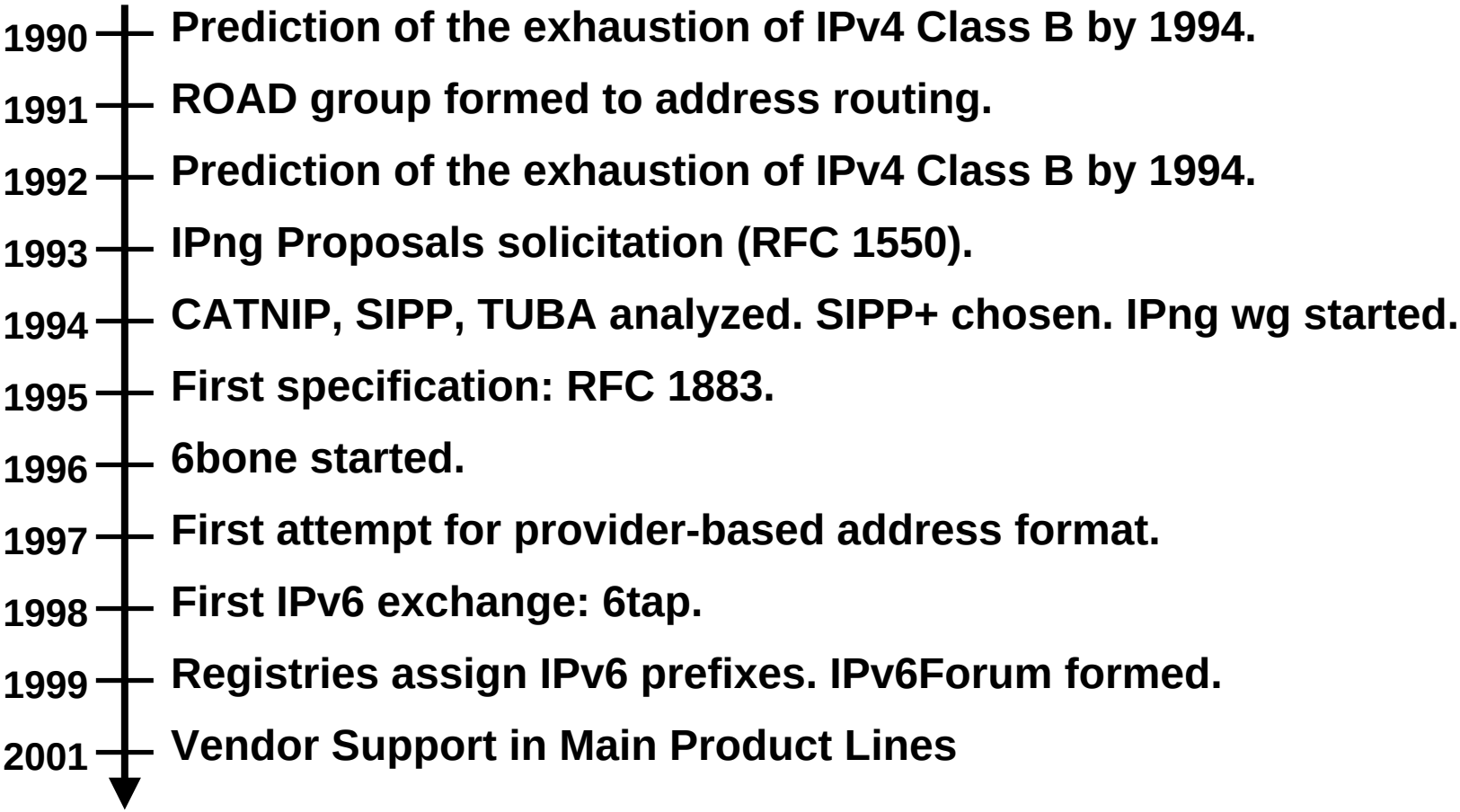
IPv6 Business Case

Only compelling reason: more IP addresses!

- For billions of new users & new consumer's devices (Asia, Europe & America) & (mobile phones, cars, PDAs, home & industrial appliances,…)
- For always-on access (cable, xDSL, wireless, ethernet-to-the-home,…)
- For applications that are difficult, expensive, or impossible to operate through NATs (IP telephony, IP Fax, peer-to-peer gaming, home servers,…)



Short History of IPv6



What Ever Happened to IPv5?

0	IP	March 1977 version	(deprecated)
1	IP	January 1978 version	(deprecated)
2	IP	February 1978 version A	(deprecated)
3	IP	February 1978 version B	(deprecated)
4	IPv4	September 1981 version	(current widespread)
5	ST	Stream Transport	(not a new IP, little use)
6	IPv6	December 1998 version	(formerly SIP, SIPP)
7	CATNIP	IPng evaluation	(formerly TP/IX; depre.)
8	Pip	IPng evaluation	(deprecated)
9	TUBA	IPng evaluation	(deprecated)
10-15		unassigned	

IPv6 Markets

- Academic NRN
  - –Internet-II (Abilene, vBNS+), Renater, Surfnet, DFN, GARR, Nordunet,… 6REN/6TAP
- Geographies & Politics
  - –Japan is moving to IPv6, Korea adopts similar position
  - –EEC e-Europe document & IPv6 Task Force
- Wireless (PDA, 3G Mobile Phone networks, Car,...)
  - –Multiple phases before deployment
  - –RFP -> Integration -> trial -> commercial
  - –Requires ‘client devices’, eg. IPv6 handset ?

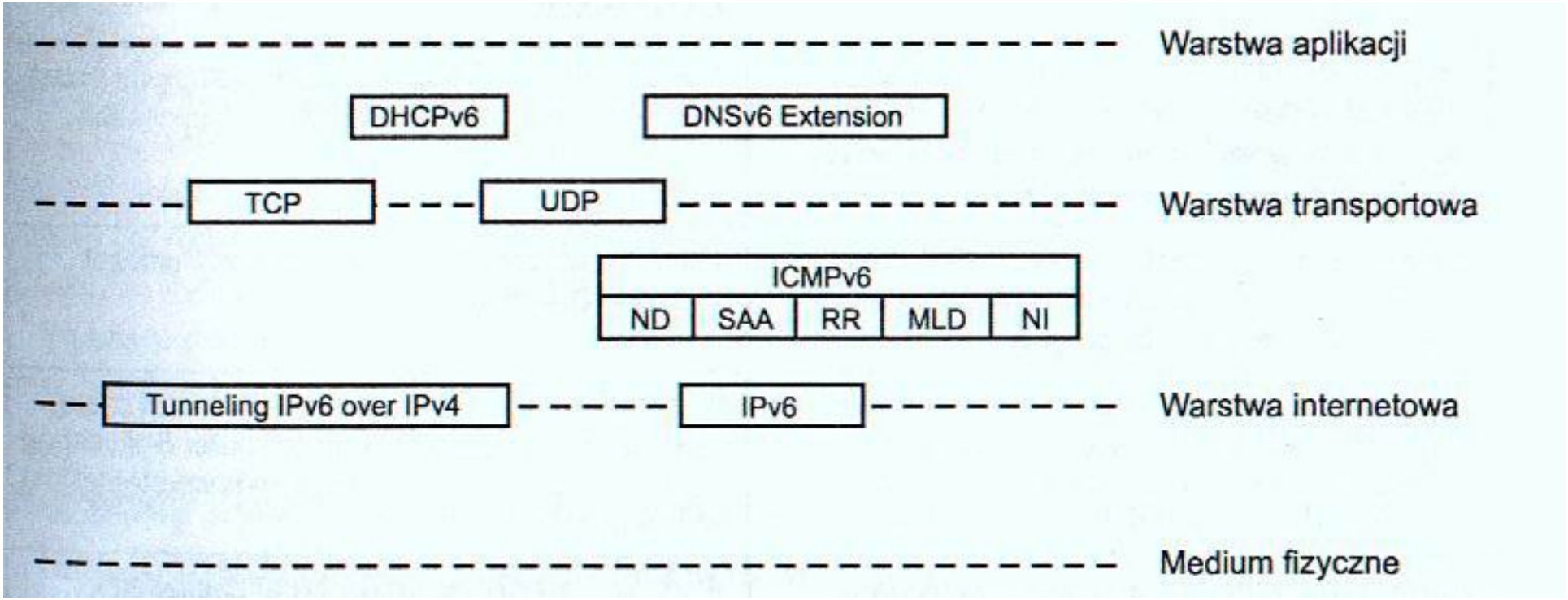
IPv6 Markets

- Home Networking
  - –Set-top box/Cable/xDSL/Ethernet-to-the-home
  - –Residential Voice over IP gateway
  - –PC OS support ?
- Gaming
  - –Sony, (Sega), Nintendo, Microsoft
- Consumer Devices
- Enterprise
  - –Requires IPv6 support by O.S. & Applications
  - –SUN Solaris 8, AIX 4.3, FreeBSD 4.x, Linux, Microsoft Windows XP Pro, Microsoft Windows .NET Server ...
- Service Providers
  - –Regional ISP, Carriers, Mobile ISP, IPv6 IX, and Greenfield ISP's

Podstawowe (nowe) cechy protokołu IPv6

- Rozszerzenie przestrzeni adresowej z 32 do 128 bitów
  - daje to ok.. 6,5x10^23 adresów na 1m^2 na pow. Ziemi
- zmiany w formacie nagłówka
  - całkowicie nowy format datagramu, modyfikowalne i opcjonalne nagłówki rozszerzeń
- Wydajny oraz hierarchiczny sposób adresowania i routingu
- Automatyczne adresowanie węzłów
- Wprowadzono priorytety i pełna implementacje QoS
- Bezpieczeństwo – obowiązkowe
- Możliwość późniejszego dodawania i modyfikowania opcji

Rodzina protokołów IPv6



Stosy rodziny protokołów związanych z IPv6

Rodzina protokołów IPv6 (2)

- „czysty” protokół IPv6
- protokół DHCPv6 (w trakcie standaryzacji)
- ICMPv6 – protokół diagnostyczno-sterującym, zawiera kilka podrodzin:
  - MLD (*Multicast Listener Discovery)* – odpowiedzialny za usługi multikastowe
  - ND (*Neighbor Discovery)* – odkrywanie sąsiedztwa, routing, współpraca z warswą łącza danych
  - SAA (*Stateless Address Autoconfiguration*) – odpowiedzialny za automatyczną adresacje węzłów
  - RR (*Router Renumbering*) – odpowiedzialny za obsługę prefiksów i adresów sieciowych routerów IPv6
  - NI (*Node Information Queries*) – obsługa zapytań do węzłów, DNS

Rodzina protokołów IPv6 (3)

- DNSv6 Extension – rozszerzenie obsługi DNS o rekordy IPv6
- DHCPv6 – (*Dynamic Host Configuration Protocol)* – realizuje automatyczną adfresacje w trybie statefull
- Tunneling IPv6 over IPv4 – sposób transportu pakietów IPv6 w istniejącej infrastrukturze sieciowej IPv4

Podstawowe różnice pomiędzy IPv4 i IPv6

IPv4	IPv6
Adresy źródłowy i docelowy opisane są na 32 bitach (4 bajty).	Adresy źródłowy i docelowy są liczbami 128-bitowymi (16 bajtów).
IP security – opcjonalne.	IP security – wymagane.
Routery nie identyfikują żadnych usług TOS przekazywanych w nagłówku IPv4.	Identyfikacja usług QoS jest zdefiniowana w nagłówku IPv6 w polu Etykieta strumienia i jest wykorzystywana przez routery.
Fragmentacja jest dozwolona przez routery jak i hosty wysyłające.	Fragmentacja jest niedozwolona w routerach, jedynie host wysyłający może dokonywać fragmentacji.
Nagłówek zawiera sumę kontrolną.	Nagłówek nie zawiera pola suma kontrolna.
Nagłówek zawiera pola rozszerzeń.	Pola rozszerzeń przeniesione są do nagłówków dodatkowych.
Address Resolution Protocol (ARP) wykorzystuje komunikat rozgłoszeniowy ARP Request do zamiany adresu IPv4 na adres sprzętowy (MAC) urządzenia sieciowego.	Komunikat ARP Request został zastąpiony przez multicastowy komunikat Neighbor Solicitation.

Podstawowe różnice pomiędzy IPv4 i IPv6 (2)

Internet Group Manager Protocol (IGMP) jest wykorzystywany do zarządzania uczestnictwem w podsieciach lokalnych.	IGMP został zastąpiony protokołem Multicast Listener Discovery.
Komunikat ICMP Router Discovery był wykorzystywany w sieciach IPv4 do odnajdywania najlepszej bramy i jego wykorzystanie było opcjonalne.	Komunikat ICMP Router Discovery został zastąpiony przez komunikat ICMPv6 Router Solicitation i Router Advertisement. Jego wykorzystanie jest wymagane.
Adres broadcastowy jest wykorzystywany do wysyłania komunikatów do wszystkich urządzeń w podsieci.	IPv6 nie definiuje adresów broadcastowych; zamiast nich wykorzystuje się multicastowe adresy łącza o zasięgu globalnym.
Adres może być konfigurowany manualnie lub za pomocą protokołu DHCP.	Adres lokalny jest konfigurowalny automatycznie.
W usłudze DNS wykorzystuje się rekordy A do przypisywania nazw hostów do adresów IPv4.	Wykorzystuje się rekordy AAAA lub A6 do przypisywania nazw hostów do adresów IPv6.
Wykorzystuje się rekordy PTR w domenie odwrotnej in-addr.arpa do przypisywania adresów IPv4 do nazw hostów.	Wykorzystuje się rekordy PTR w domenie odwrotnej ip6.int oraz ip6.arpa do przypisywania adresów IPv6 do nazw hostów.

Zalety i wady protokołu IPv6 w kontekscie usług i bezpieczeństwa

1. Sposób adresowania
2. Etykiety przepływu
3. Ustalanie trasy datagramu
4. Bezpieczeństwo
5. Brak gwarancji jakości
6. Brak funkcji dedykowanych dla ruchu multimedialnego
7. Zmiana infrastruktury

Adresowanie w protokole IPv6

- IPv6 Addressing rules are covered by multiples RFC's
  - –Architecture defined by RFC 2373
- Address Types are :
  - –**Unicast** : One to One (Global, Link local, Site local, Compatible)
  - –**Anycast** : One to Nearest (Allocated from Unicast)
  - –**Multicast** : One to Many
  - –**Reserved**
- A single interface may be assigned multiple IPv6 addresses of any type (unicast, anycast, multicast)
  - –No Broadcast Address -> Use Multicast

Podział adresów wg prefiksów

przykładowy adres:
3ffe:8320:0000:0000:0000:0000:0000:0001 /128

Podział przestrzeni adresowej IPv6 według prefiksu

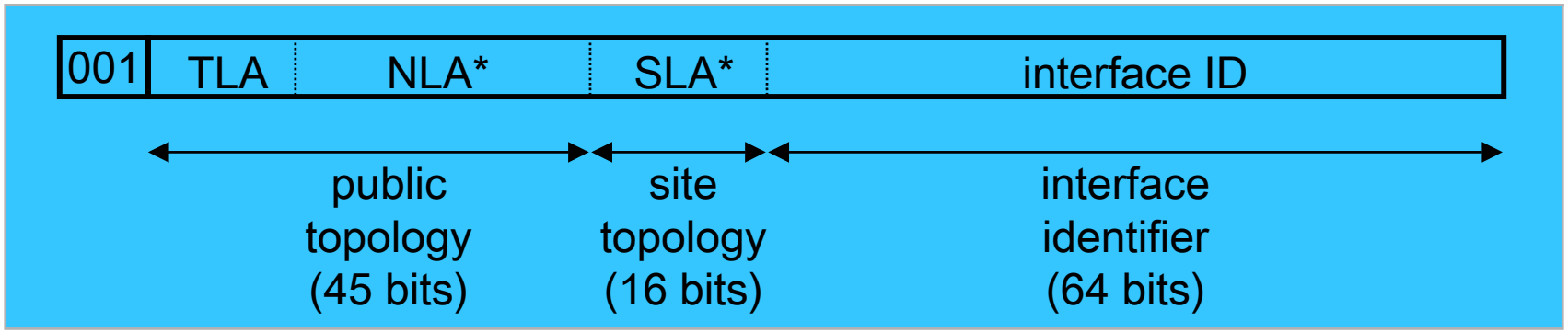
Przypisane adresy	Prefiks binarnie	Prefiks heksadecymalnie	Część przestrz adresow
Zarezerwowane	0000 0000	00	1/256
Niezdefiniowane	0000 0001	01	1/256
Niezdefiniowane	0000 001	02	1/128
Niezdefiniowane	0000 010	04	1/128
Niezdefiniowane	0000 011	06	1/128
Niezdefiniowane	0000 1	08	1/32
Niezdefiniowane	0001	10	1/16
Globalne połączone adresy unicastowe[2)]	001	20	1/8
Niezdefiniowane	010	40	1/8
Niezdefiniowane	011	60	1/8
Niezdefiniowane	100	80	1/8

Podział adresów wg prefiksów (2)

przykładowy adres:
3ffe:8320:0000:0000:0000:0000:0000:0001 /128

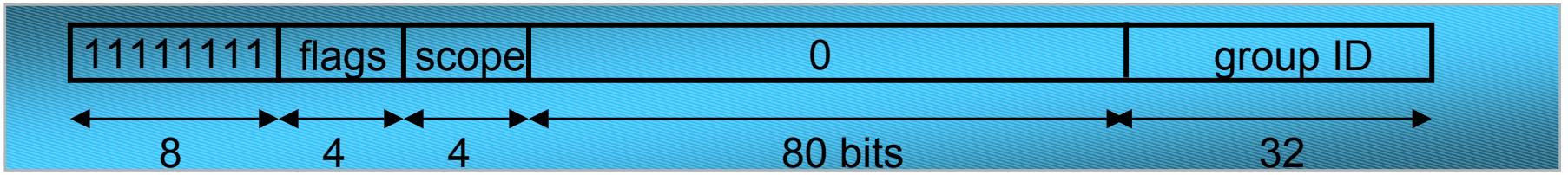
Niezdefiniowane	101	A 0	1/8
Niezdefiniowane	110	C0	1/8
Niezdefiniowane	1110	E0	1/16
Niezdefiniowane	1111 0	F0	1/32
Niezdefiniowane	1111 10	F8	1/64
Niezdefiniowane	1111 110	FC	1/128
Niezdefiniowane	1111 1110 0	FE	1/512
Lokalne adresy unicastowe łącza	1111 1110 10	FE80	1/1024
Lokalne adresy unicastowe węzła	1111 1110 11	FEC0	1/1024
Adresy multicastowe	1111 1111	FF	1/256

Global Unicast Addresses (RFC 2374)



- TLA = Top-Level Aggregator
  NLA* = Next-Level Aggregator(s)
  SLA* = Site-Level Aggregator(s)
- All subfields variable-length, non-self-encoding (like CIDR)
- TLAs may be assigned to Providers or Exchanges

Multicast Addresses (RFC 2373)



- low-order flag indicates permanent / transient group; three other flags reserved
- scope field: 1 - node local
  - –2 - link-local
  - –5 - site-local
  - –8 - organization-local
  - –B - community-local
  - –E - global
  - –(all other values reserved)

Multicast Listener Discover – MLD

- MLD is equivalent to IGMP in IPv4
- MLD messages are transported over ICMPv6
- Version number trouble
  - –MLDv1 corresponds to IGMPv2
  - –See RFC 2710
  - –MLDv2 corresponds to IGMPv3, needed for SSM
  - –See draft-vida-mld-v2-01.txt
- MLD and IGMP are now standardized in the IETF MAGMA working group
  - –http://www.ietf.org/html.charters/magma-charter.html

IPv6 Multicast Routing

- PIM, SSM, MBGP cover IPv4 and IPv6
  - –draft-ietf-pim-sm-v2-new-04.txt,
  - –draft-ietf-ssm-overview-02.txt (SSM needs MLDv2)
  - –RFC 2858
- Bidir PIM also applicable
- Currently no MSDP work for IPv6
- Strong doubts that BGMP will ever make it as Inter-Domain protocol
- For the time being, it is assumed that SSM solves the Inter-domain IPv6 Multicast problem (?)

Protokół ND (*Neighbor Discovery*)

używany przez hosty i routery do rozpoznawania sąsiedztwa; udostępnia mechanizmy:

- Router discovery
- Prefix discovery
- Parameter discovery
- Address Autoconfiguration
- Address Resolution
- Next-hop Determination
- Neighbor Unreachability Detection
- Duplicate address detection
- Redirect

Automatyczna adresacja w IPv6

- założenie: przed włączeniem węzła do sieci nie powinna być wymagana ręczna konfiguracja
- dwa typy automatycznej adresacji:
  - stateless – SAA (Stateless Address Autoconfiguration
  - stateful (DHCPv6)

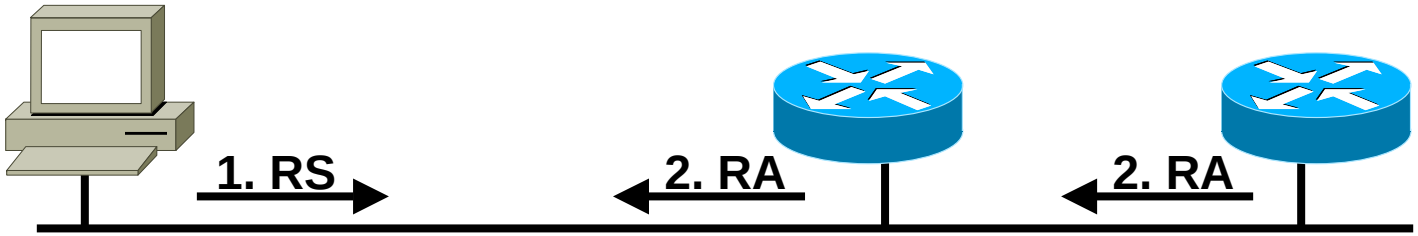
Autokonfiguracja stateless

- bez udziału DHCP
- nie jest wymagana jakakolwiek ręczna konfiguracja
- dobra, gdy host nie jest przywiązany na stałe do jednego miejsca
- adresy są unikatowe i jednoznaczne tylko w obrębie danego miejsca
- router – generuje informacje o prefiksach identyfikujacych sieć
- host – generuje unikatowy identyfikator urzadzenia
- adres jest formowany z połączenia obu informacji

Autokonfiguracja stateless (2)

- w przypadku braku routera – host potrafi automatycznie wygenerować adres lokalny łącza; adres ten pozwala na komunikacje pomiędzy węzłami w tym samym segmencie
- podobnie routery automatycznie generują adresy lokalne łacza
- w sieci zbudowanego z jednego segmentu – wystarczają adresy lokalne łącza do pełnej komunikacji
- w dużych sieciach obecność DHCP również nie jest host otrzymuje komunikat RA od routera, który umożliwia mu złożenie adresu
- automatyczna autokonfiguracja ułatwia renumeracje adresów np.. przy zmianie ISP

Autokonfiguracja stateless (3)



1. RS:

ICMP Type = 133

Src = ::

Dst = All-Routers multicast Address

query= please send RA

2. RA:

ICMP Type = 134

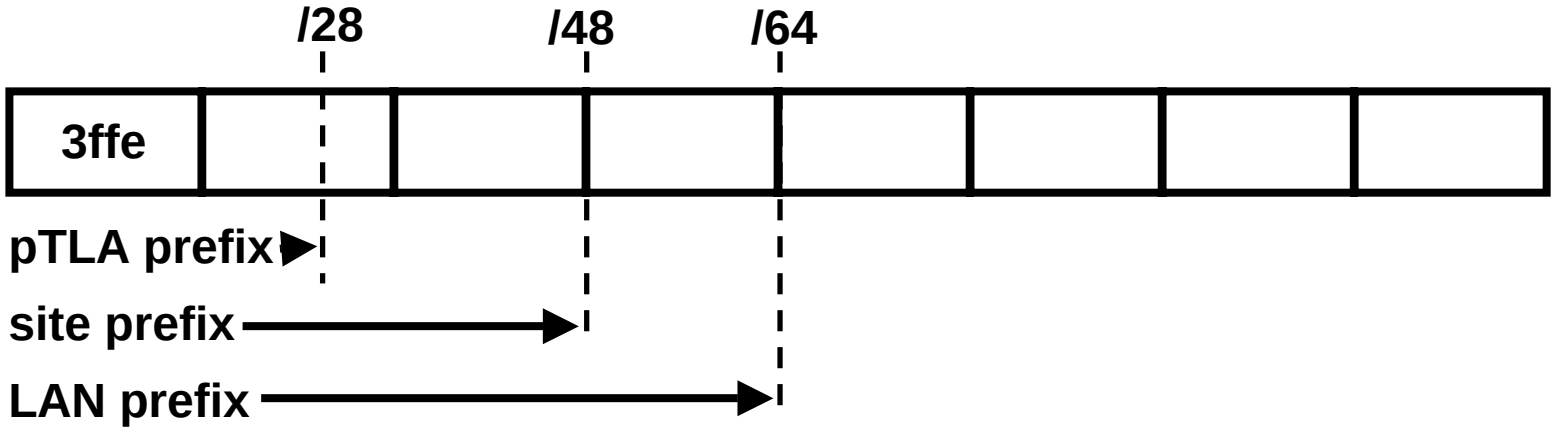
Src = Router Link-local Address

Dst = All-nodes multicast address

Data= options, prefix, lifetime, autoconfig flag

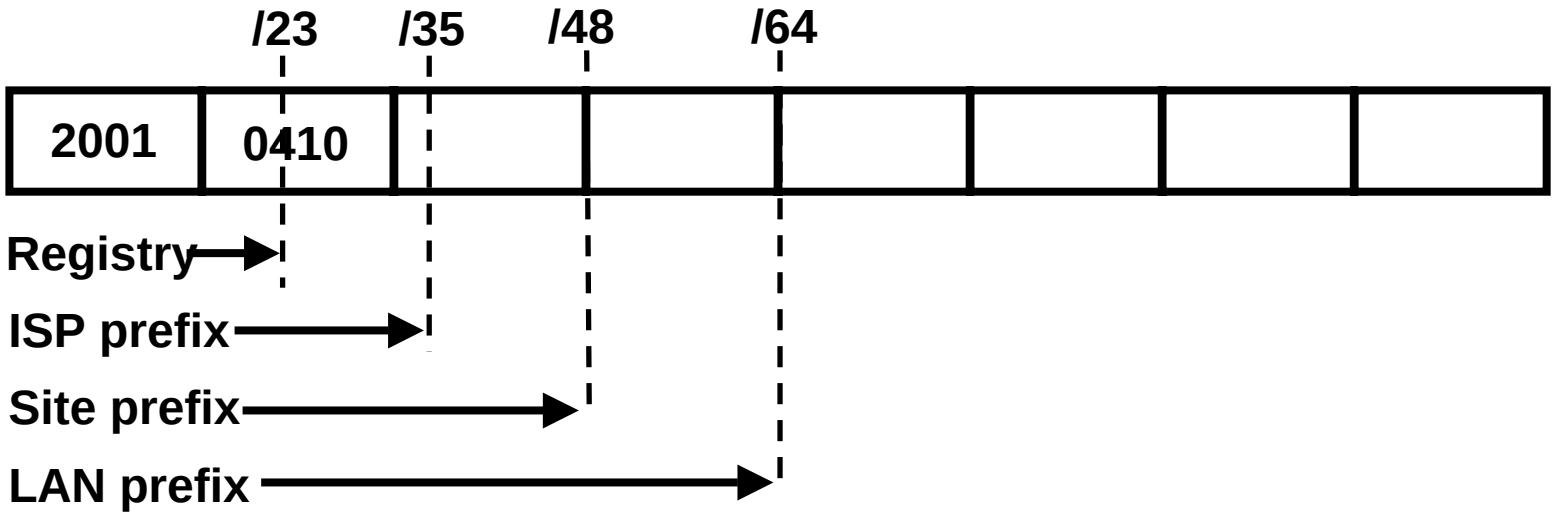
- Router solicitation are sent by booting nodes to request RAs for configuring the interfaces.

6Bone Addressing



- The 6Bone uses the 3ffe::/16 range:
  - –A pTLA receives a /28 prefix
  - –A site receives a /48 prefix
  - –A LAN receives a /64 prefix

Initial Address Allocation



- The allocation process is:
  - –IANA allocates 2001::/16 to registries
  - –Each registry gets a /23 prefix from IANA
  - –Registry allocates a /35 prefix to a new IPv6 ISP
  - –Policy is that an ISP allocates a /48 prefix to each customer

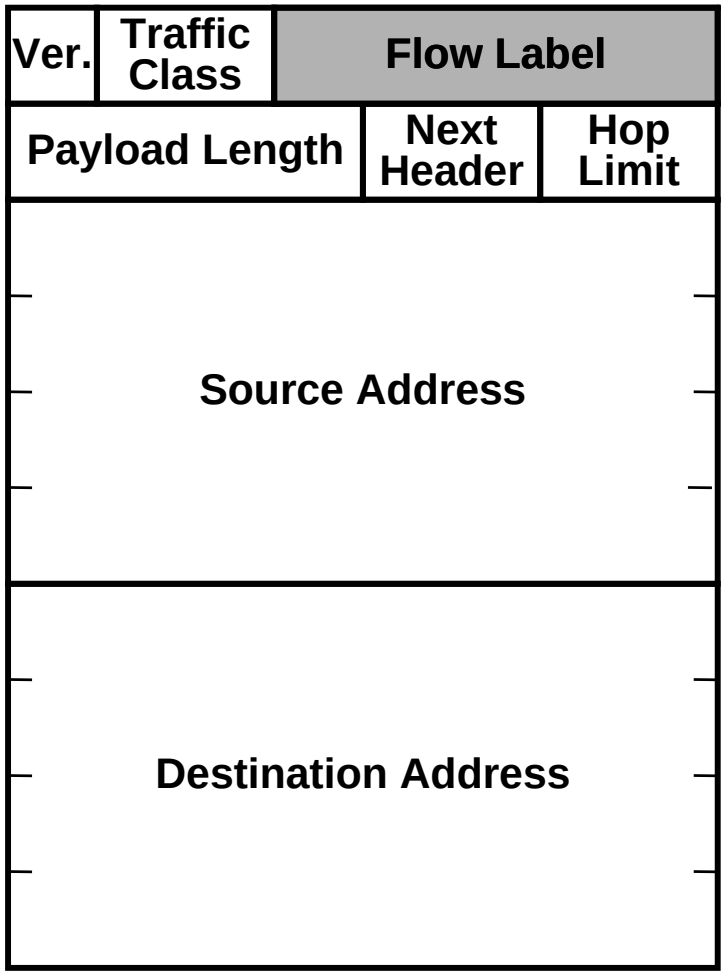
IPv6 and DNS

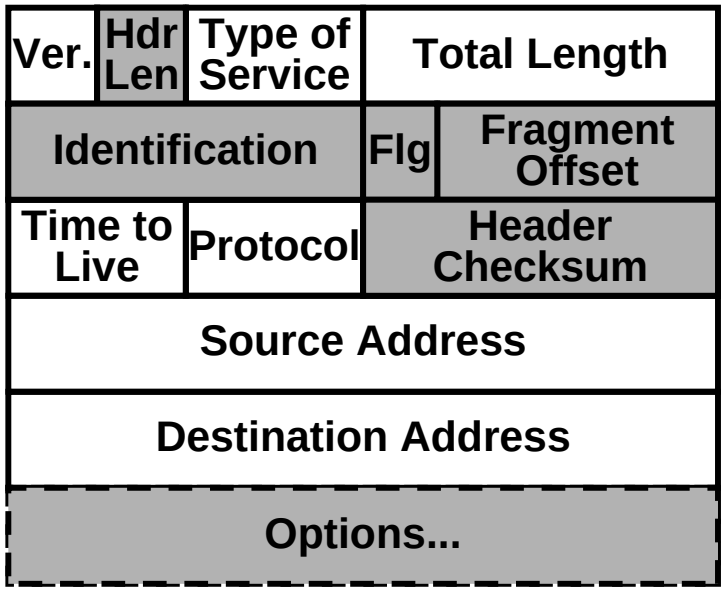
	IPv4	IPv6
Hostname to IP address	**A record:** **www.abc.test. A 192.168.30.1**	**AAAA record:** **www.abc.test AAAA 3FFE:B00:C18:1::2** **A6 record (now experimental)** **www.abc.test A6 0 3FFE:B00:C18:1::2**
IP address to hostname	**PTR record:** **1.30.168.192.in-addr.arpa. PTR www.abc.test.**	**PTR record:** **2.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.1.0.0.8.1.c.0.0.0.b.0.e.f.f.3.ip6.int. PTR www.abc.test.** **(experimental)** **\[x3ffe0c000c180001000000000000002 /128].ip6.arpa. PTR www.abc.test.**

Zestawienie różnic pomiędzy adresami IPv4 a IPv6

IPv4	IPv6
Internetowe klasy adresowe	Nie zaimplementowane w IPv6
Adresy multicastowe (224.0.0.0/4)	Adresy multicastowe (FF00::/8)
Adresy broadcastowe	Nie zaimplementowane w IPv6
Adres nieokreślony (0.0.0.0)	Adres nieokreślony ::
Adres loopback (127.0.0.1)	Adres loopback ::1
Adresy publiczne	Połączone globalne adresy unicastowe
Adresy prywatne (10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12, 192.168.0.0/16)	Adresy lokalne miejsca (FEC0::/48)
Adresy autokonfigurowalne (169.254.0.0/16)	Adresy lokalne łącza (FE80::/64)
Tekstowa reprezentacja (dziesiętna oddzielona kropkami)	Tekstowa reprezentacja (heksadecymalna oddzielona średnikami z „kompresją zer") oraz mieszana dla adresów kompatybilnych z IPv4)
Bitowa reprezentacja sieci: maska podsieci lub długość prefiksu	Bitowa reprezentacja sieci: wyłącznie długość prefiksu

IPv6 Header compared to IPv4 Header





shaded fields have no equivalent in the other version

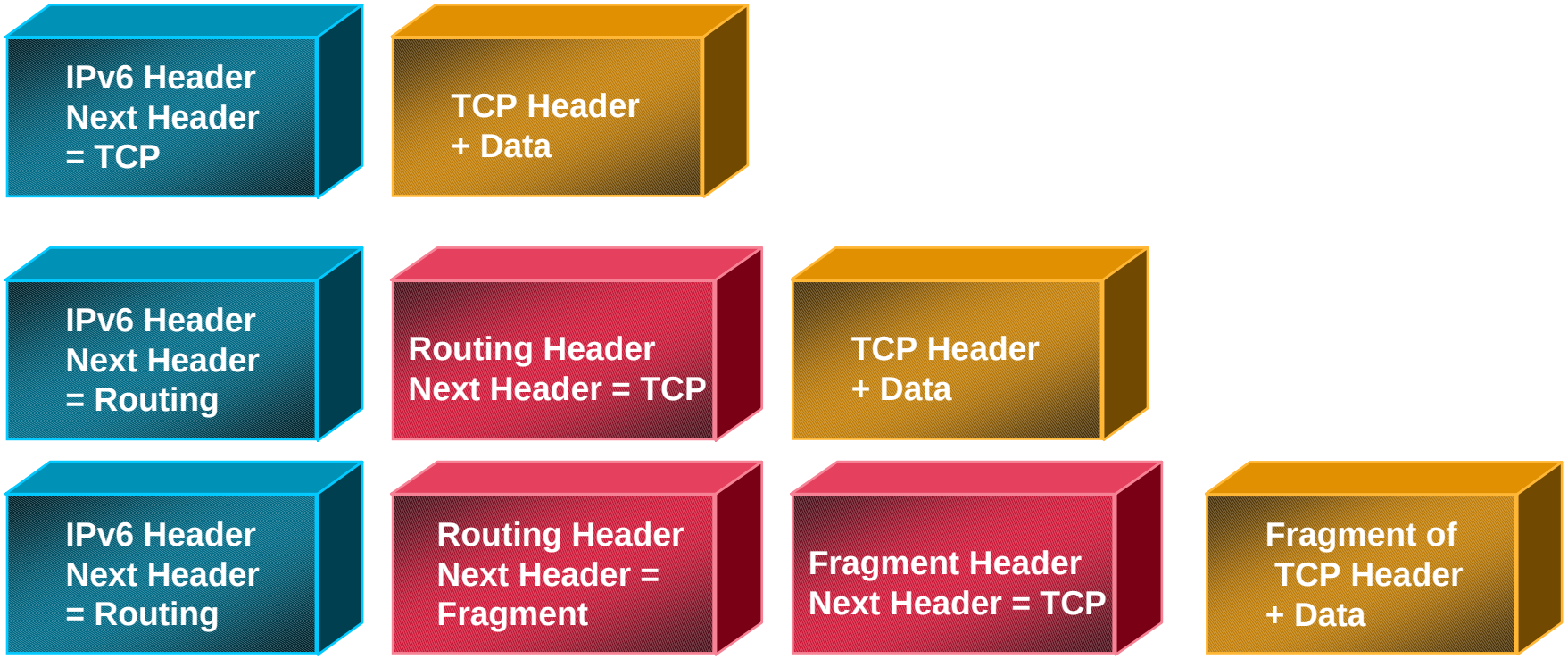
IPv6 header is twice as long (40 bytes) as IPv4 header without options (20 bytes)

Następne nagłówki –

Koncepcja przenoszenia dodatkowych informacji warstwy sieciowej

Wartość	Nagłówek
0	Opcje międzywęzłowe (Hop-by-Hop)
6	Nagłówek warstwy wyższej TCP
17	Nagłówek warstwy wyższej UDP
41	Enkapsulacja nagłówka IPv6
43	Routing
44	Fragmentacja
45	Opcje miejsc przeznaczenia
46	Rezerwacja zasobów – Resource ReSerVation Protocol – RSVP
50	Encapsulating Security Payload – bezpieczeństwo enkapsulacji
51	Autoryzacja
58	ICMP wersja 6
59	Brak następnego nagłówka – koniec nagłówków
60	Opcje miejsc przeznaczenia

IPv6 Header Options (RFC 2460)



- **Processed only by node identified in IPv6 Destination Address field => much lower overhead than IPv4 options**
  - **exception: Hop-by-Hop Options header**
- **Eliminated IPv4's 40-octet limit on options**
  - **in IPv6, limit is total packet size, or Path MTU in some cases**

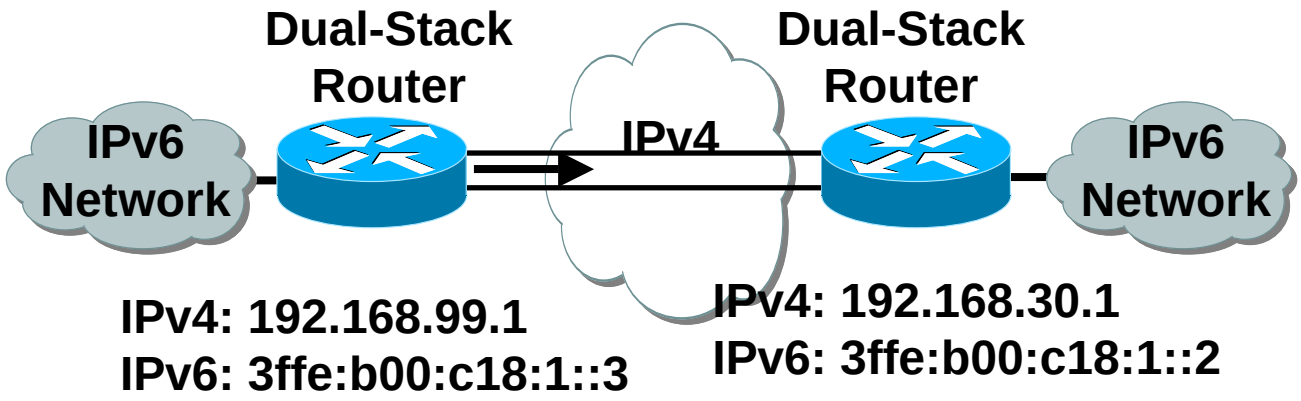
IPv6 Transition – Tasks & Methods

- Connect IPv6 Islands/Nodes over existing Infrastructure with IPv6 Nodes
  - –Tunneling: Manually or automagically configured – 6to4, ISATAP, ...
  - –IPv6 over dedicated Link-Layer: ATM/FR/SDH/WDM or AToM/L2TPv3
  - –Dual-Stacked Network
  - –IPv6 over MPLS: 6PE

IPv6 Transition – Tasks & Methods (cont.)

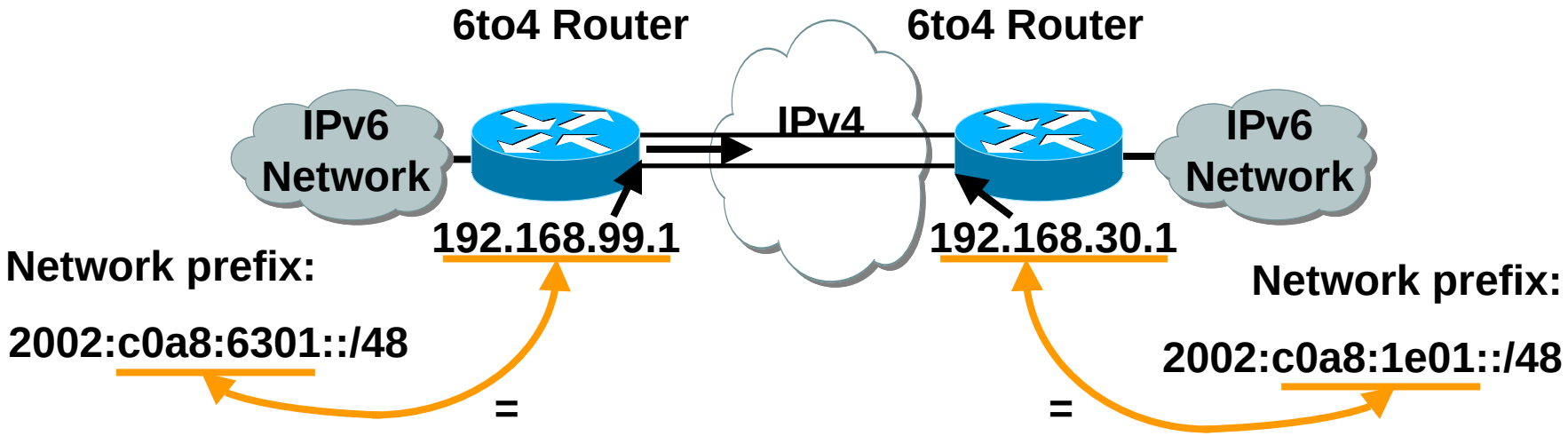
- Connect IPv6 Nodes with IPv4 Nodes
  - Dual-Stacked End-to-End
  - NAT-PT
  - SOCKS, SIIT, BIS, DSTM, …

Configured Tunnel



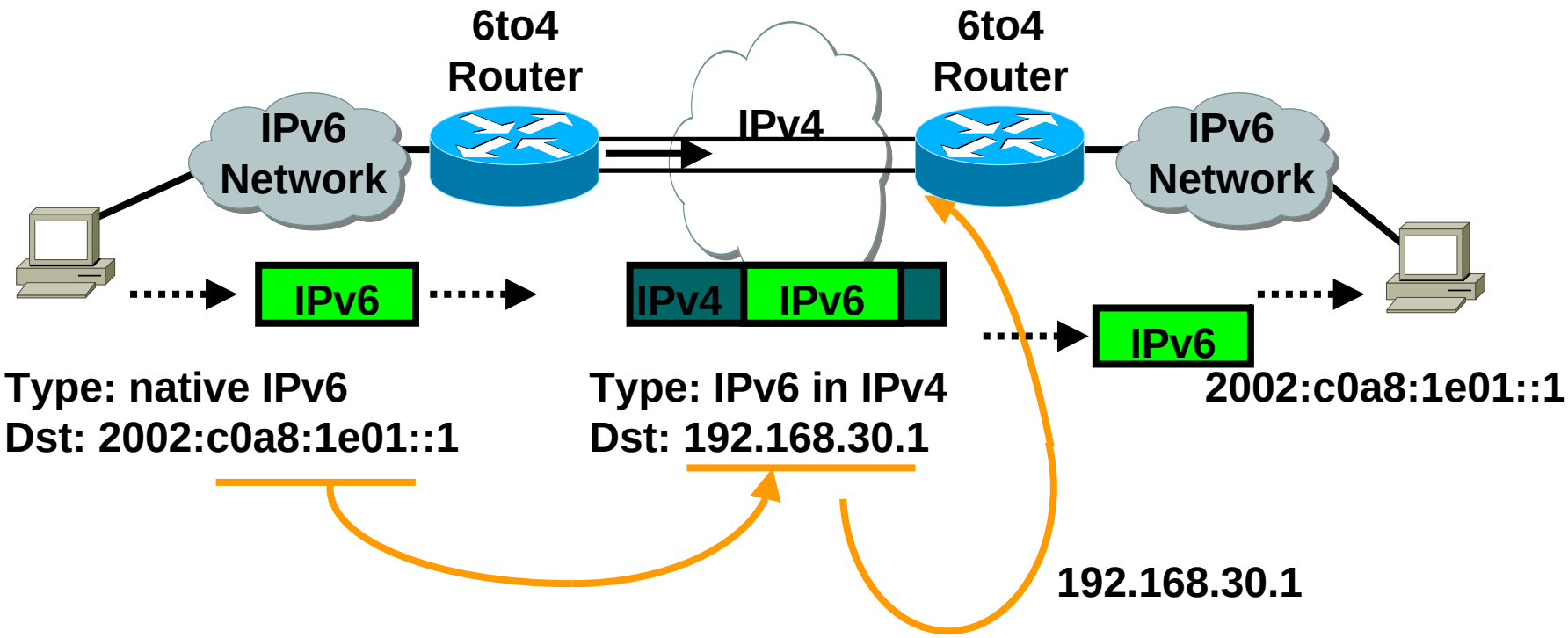
- Configured tunnels require:
  - –Dual stack end points
  - –Both IPv4 and IPv6 addresses configured at each end

6to4 Tunnel

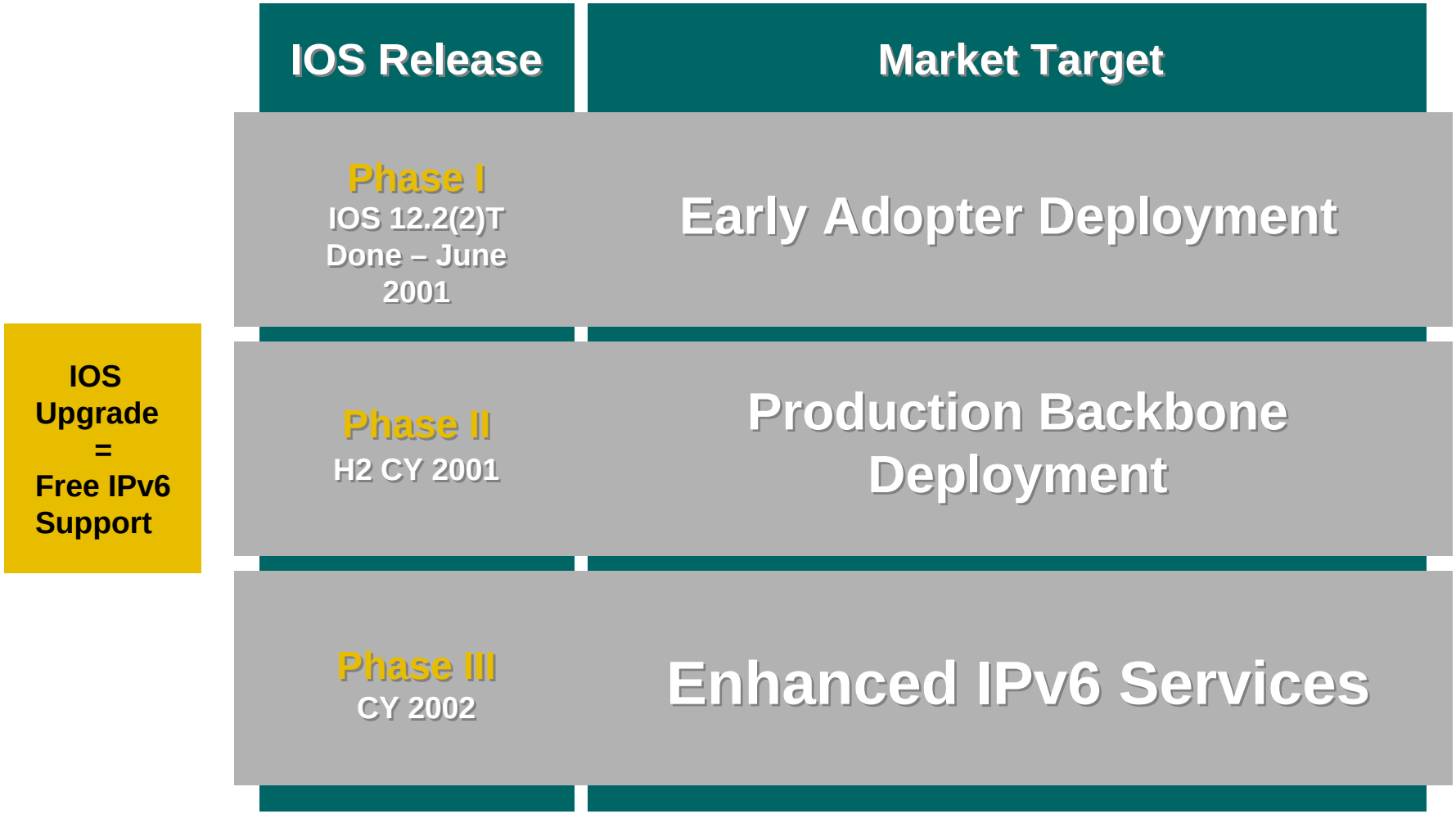


- 6to4 Tunnel:
  - Is an automatic tunnel method
  - Gives a prefix to the attached IPv6 network

6to4 Tunnel (Cont.)



Cisco IOS Roadmap:
The Confluence of IPv4/IPv6



Cisco IOS IPv6 Phase I

Done

Cisco IOS Release	IPv6 Features Supported
Phase I **Early Adopters** **Cisco IOS 12.2(2)T, (4)T** **Any router able to run 12.2T, from Cisco 800 to Cisco 7500** **IP Plus, Enterprise and SP images**	**IPv6 Basic specification (RFC 2460)** **ICMPv6, Neighbor Discovery** **Stateless auto-configuration** **RIPv6 (RFC 2080)** **Multi-Protocol extensions for BGP4 (RFC 2545 & 2858)** **Configured and Automatic Tunnels** **6to4 Tunnel** **Standard Access List** **IPv6 over Ethernet (10/100/1000Mb/s), FDDI, Cisco HDLC, ATM and FR PVC, PPP (Serial, POS, ISDN)** **Ping, Traceroute, Telnet, TFTP**

Cisco IOS Upgrade = Free IPv6

Cisco IOS IPv6 Phase II

Cisco IOS Release	IPv6 Features Under Development
Phase II Backbone Deployment EFT Now 12.2T 12.0ST	i/IS-ISv6 CEFv6/dCEFv6 AAA/Dialer Pool, NAT-PT Extended Access Control List IPv6 over IPv4 GRE Tunnels IPv6 Provider Edge router (6PE) over MPLS DNS AAAA client Link-Local BGP Peering CDP, SSH, IPv6 MIB Phase I Sustaining

Cisco IOS IPv6 Phase III

Cisco IOS Release	Evaluation of IPv6 Phase III Features
Phase III Enhanced Protocols **Target date: CY 2002**	**OSPFv3 : presented at the summit** **E-IGRP: late CY2002** **Mobile IPv6: Home Agent Technology Preview, need stable IETF MIPv6 draft** **IPSec: Mandated by IPv6 specs, Authentication required by OSPFv3, Mobile IP Binding Association, Network Management** **IPv6 Multicast: MLD, PIMv2 SM, PIM SSM as first deliveries**

Cisco IOS IPv6 Phase III (Cont.)

Cisco IOS Release	Evaluation of IPv6 Phase III Features
Phase III Enhanced Services **Target date: CY 2002**	**IPv6 QoS: similar to IPv4 Classification, Queuing, Marking & Policing** **Statistics (ala Netflow): Gathering IPv6 statistics such as IPv6 Src/Dst addresses, AS number & byte counts** **Tunnels: IPv6 over IPv6, IPv4 over IPv6 tunnels, ISATAP**

Cisco IOS IPv6 Phase III (Cont.)

Cisco IOS Release	Evaluation of IPv6 Phase III Features
Phase III **Enhanced Services** **Target date: CY 2002**	**Hardware Acceleration: Project in-progress on GSR, Cat.6K/7600** **Encapsulation: Add enhanced support for DPT, Cable and DSL** **Network Management: SNMP over IPv6, MIB update (RFC 2851)** **Phase II: Sustaining & Enhancement** **IETF IPv6 Enhancements: Scope addressing, R.A. extensions, router automatic prefix delegation, Header compression,...**

..a lot to do still..

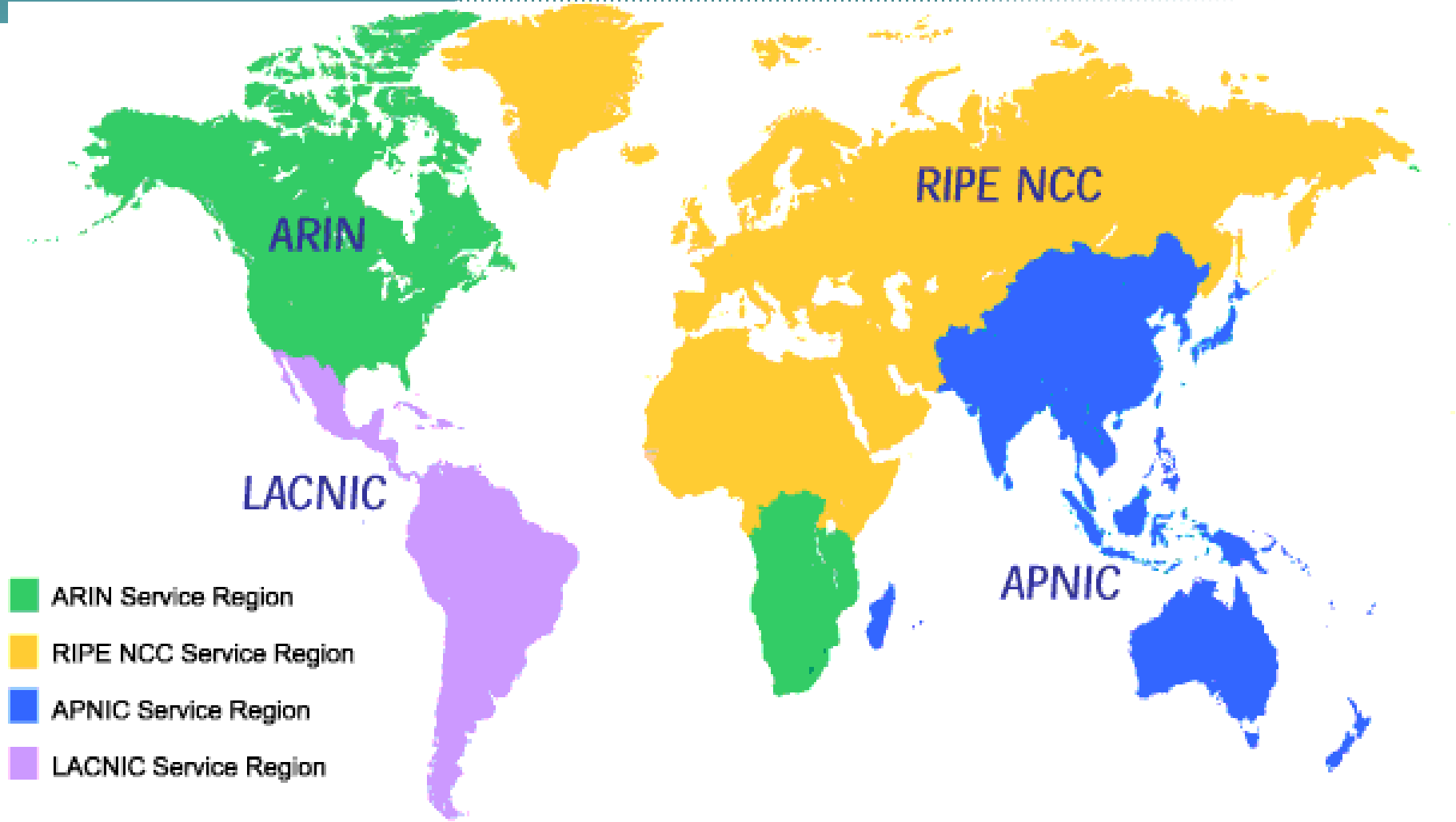
Though IPv6 today has all the functional capability of IPv4:

- Implementations are not as advanced
  (e.g., with respect to performance, multicast support, compactness, instrumentation, etc.)
- Deployment has only just begun
- Much work to be done moving application, middleware, and management software to IPv6
- Much training work to be done
  (application developers, network administrators, sales staff,…)
- Some of the advanced features of IPv6 still need specification, implementation, and deployment work

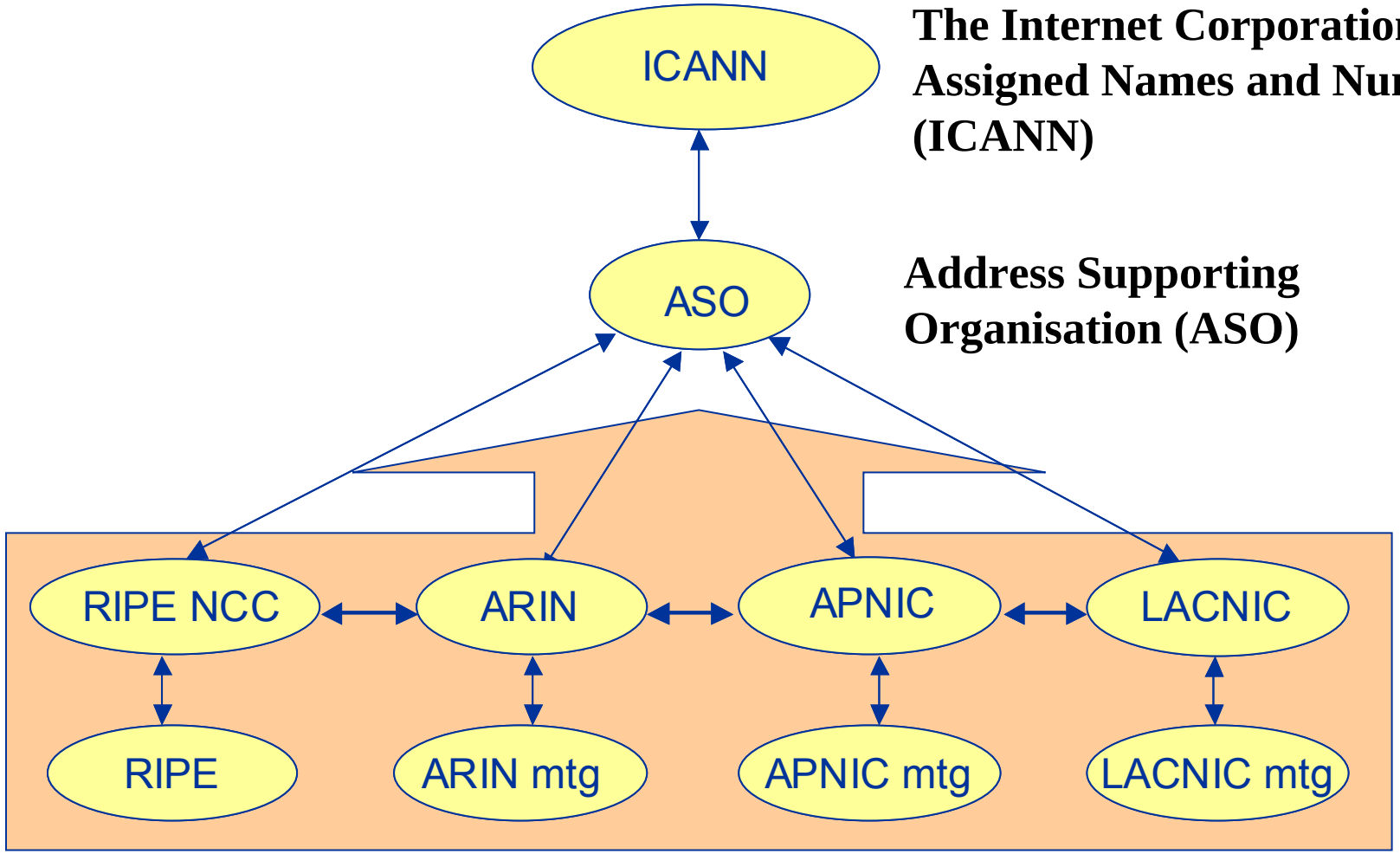
Gdzie szukać informacji?

- http://hs247.com/
- http://www.ipv6forum.com/
- www.ipv6.org
- http://www.cisco.com/ipv6
- ....
- http://www.ipv6.man.poznan.pl/
  PCSS posiada pule pTLA – ZAPRASZAMY!
- http://www.6net.org/ -
  6NET Project - Large-Scale International IPv6 Pilot Network

Service Regions



Policy Making Process



The Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)

Address Supporting Organisation (ASO)

Subnet Masks in Classless Notation

addrs	bits	pref	mask
1	0	/32	255.255.255.255
2	1	/31	255.255.255.254
4	2	/30	255.255.255.252
8	3	/29	255.255.255.248
16	4	/28	255.255.255.240
32	5	/27	255.255.255.224
64	6	/26	255.255.255.192
128	7	/25	255.255.255.128
256	8	/24	255.255.255
512	9	/23	255.255.254
1K	10	/22	255.255.252
2K	11	/21	255.255.248
4K	12	/20	255.255.240
8K	13	/19	255.255.224
16K	14	/18	255.255.192
32K	15	/17	255.255.128
64K	16	/16	255.255
128K	17	/15	255.254
256K	18	/14	255.252
512K	19	/13	255.248
1M	20	/12	255.240
2M	21	/11	255.224
4M	22	/10	255.192
8M	23	/9	255.128
16M	24	/8	255
32M	25	/7	254
64M	26	/6	252