

Tranzicija na IPv6

Đorđe Vulović, Sistem inženjer, CCIE #16582

Disclaimer

- Cilj ove prezentacije nije...
 - ...da vam kaže šta treba da uradite kada vam nestane javnih IPv4 adresa
 - ...da vam da odgovor kako ćete vašim korisnicima dati pristup IPv6 Internetu
- Cilj ove prezentacije jeste...
 - ...da vas upozna sa aktuelnim trendovima i standardima
 - ...da vam objasni tehnološke blokove koje će sadržati vaše rešenje za IPv4-IPv6 tranziciju
 - ...da vas upozna sa nekim primerima operatera koji već prolaze kroz IPv4-IPv6 tranzicije
 - ...da vas upozna sa Cisco strategijom kao i njenom implementacijom
- Najvažniji cilj je da vam predstavimo Cisco kao partnera koji je spreman da radi sa vama na ovom procesu

IPv4→IPv6::Internet danas

Potaroo projekcija Maj 2010

IPv4 Address Report - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back Forward Stop Home Search Favorites Refresh Print Mail W Word Excel Bluetooth People

Address <http://www.potaroo.net/tools/ipv4/index.html> Go Share Browser WebEx

Google ipv4 exhaustion Search Share AutoFill ipv4 exhaustion djordj...



IPv4 Address Report

This report is auto-generated by a daily script. The report you are seeing here was generated at 14-May-2010 07:58 UTC.

Projected IANA Unallocated Address Pool Exhaustion: 17-Aug-2011

Projected RIR Unallocated Address Pool Exhaustion: 08-Apr-2012

IPv4 Exhaustion Counter

▼ Present status

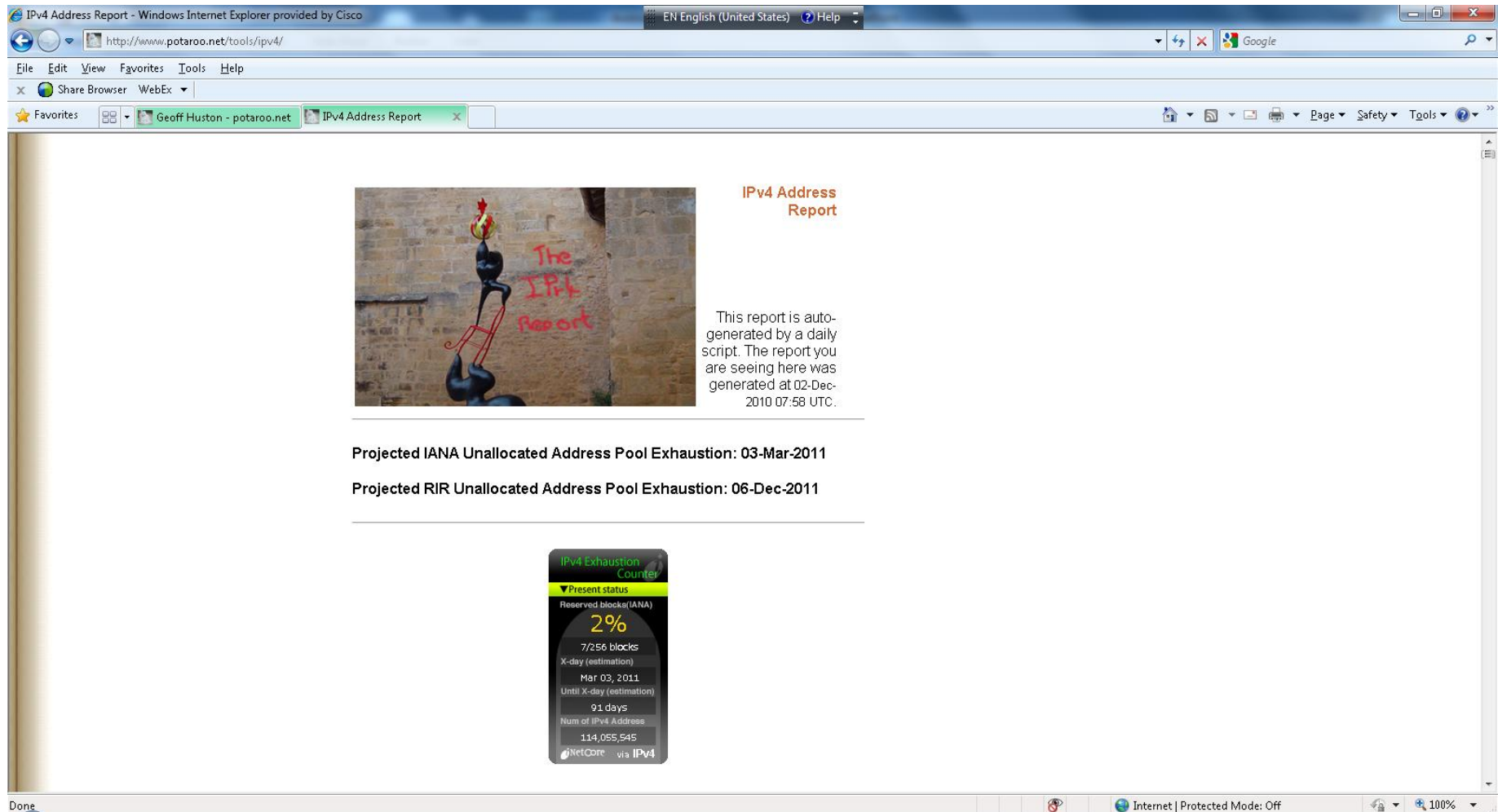
Reserved blocks (IANA)

7%

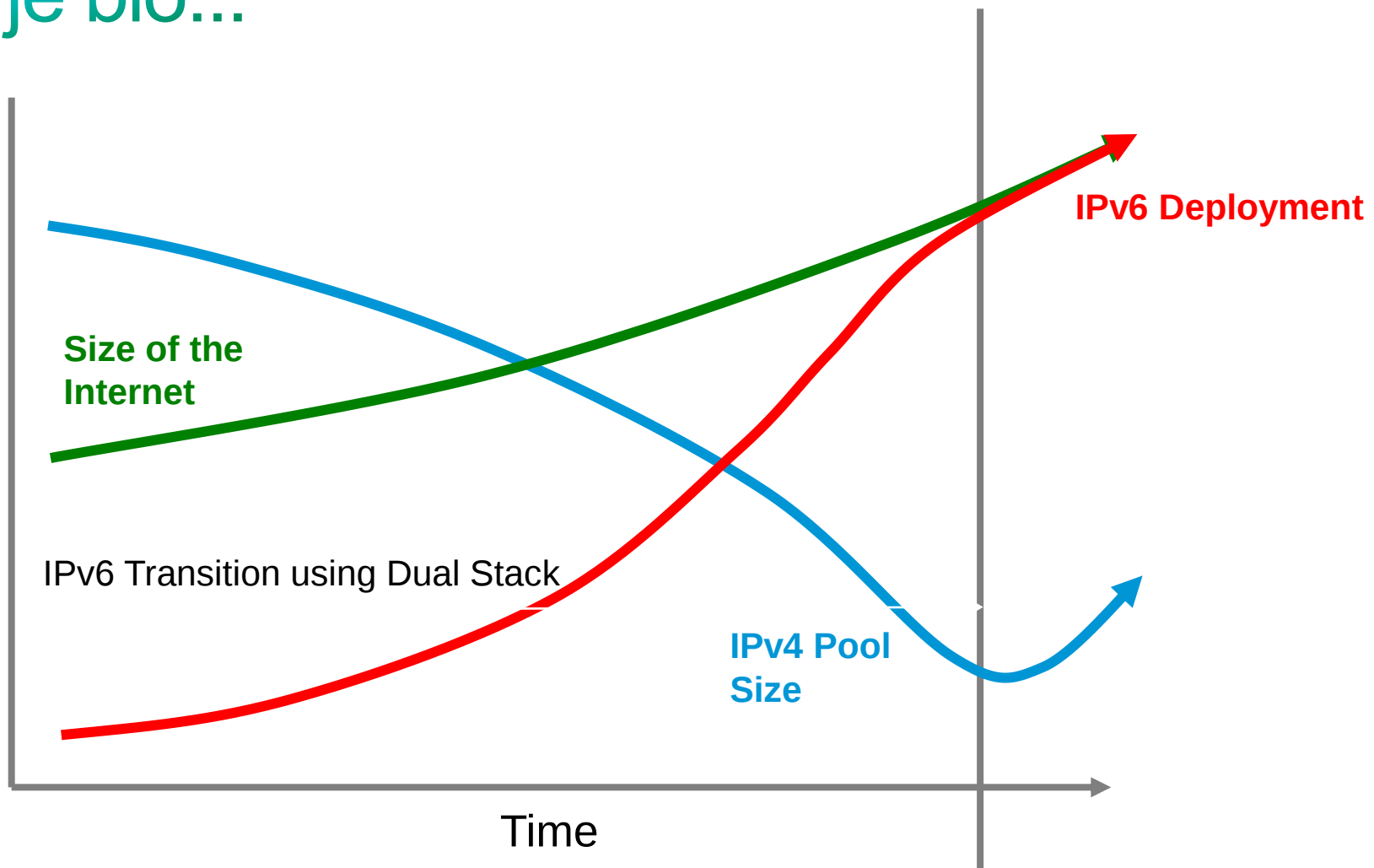
18/256 blocks

(31 items remaining) Opening page <http://www.potaroo.net/tools/ipv4/index.html> Internet

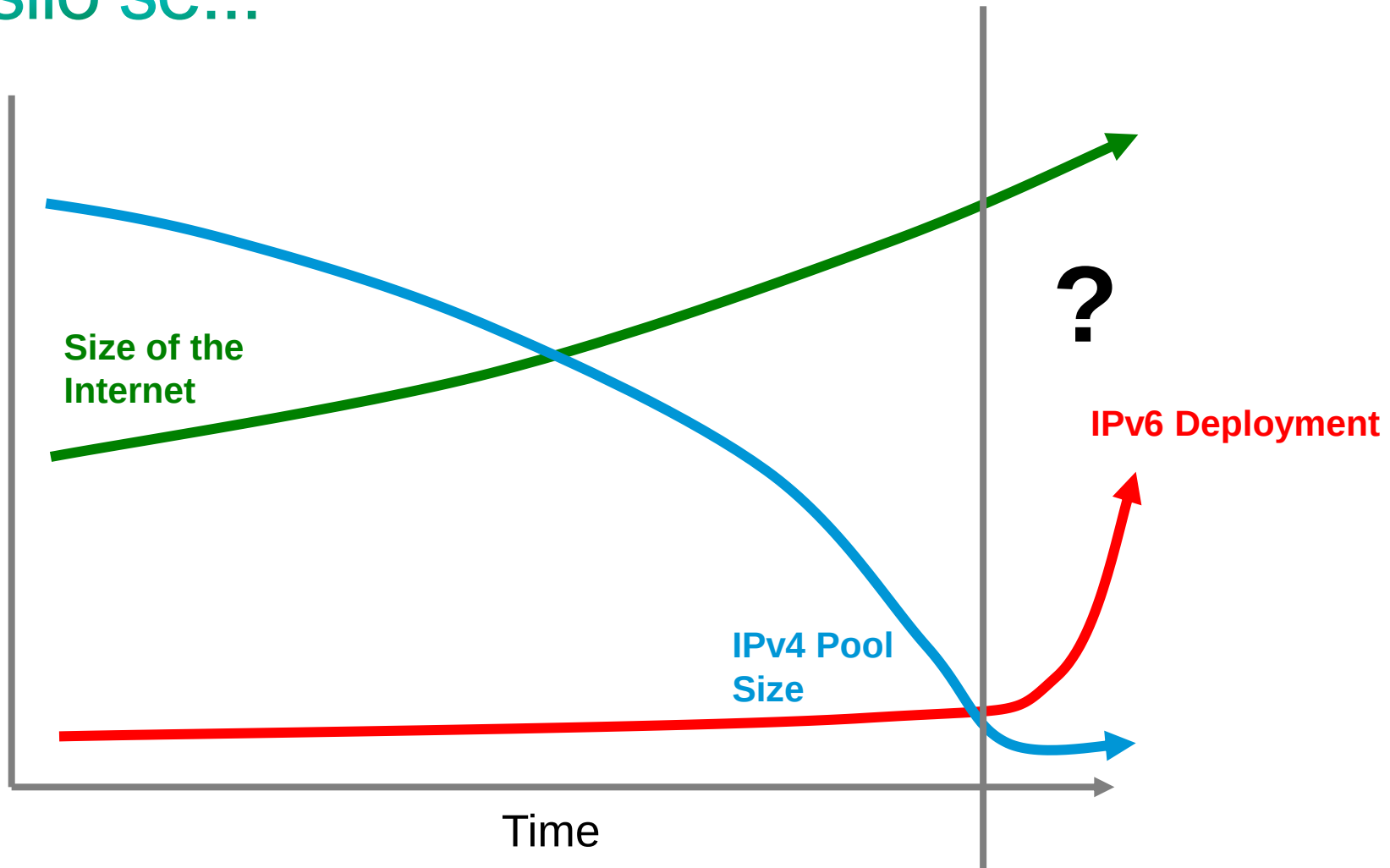
Potaroo projekcija Decembar 2010



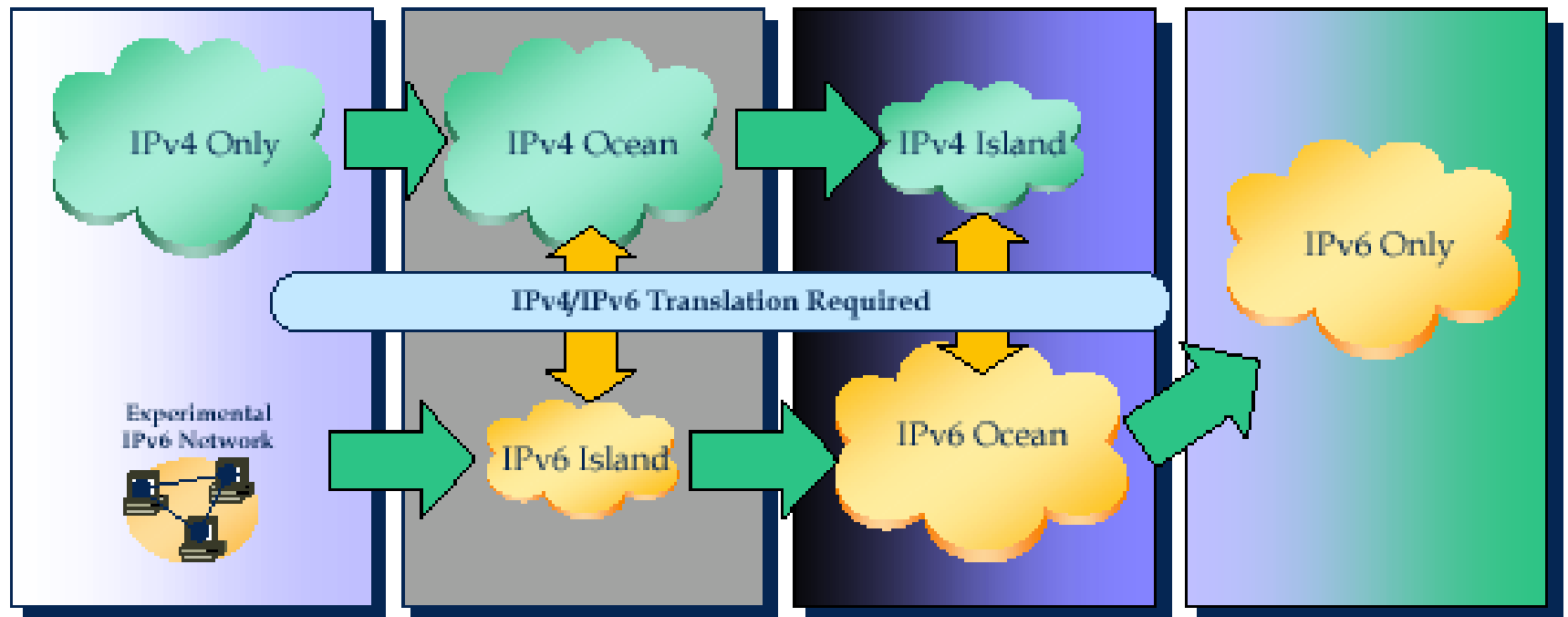
Plan je bio...



A desilo se...



Roadmap za IPv6 Internet



IPv6 kod najvažnijih kontent provajdera

- Google + Youtube – većina servisa je dostupna na IPv6
- Facebook – “<http://www.v6.facebook.com> dostupna od maja 2010”
- Akamai: - “...plan za komercijalni IPv6 servis u drugoj polovini 2011”



IPv4 → IPv6::nauka



Da li ste znali da postoji plan za tranziciju? (RFC4966, “An Internet Transition Plan”)

Preparation Phase - Present to December 2009

“In the Preparation Phase, Service Providers pilot test their IPv6 network services, and end-site organizations prepare to provide Internet-facing services via IPv6-based connectivity while continuing to provide Internet-facing services via IPv4 connectivity.”

Transition Phase - January 2010 to December 2011

In the Transition Phase, Service Providers offer production IPv6 and IPv4 services to their Internet customers. End-site organizations provide Internet-facing services in a production manner via IPv6-based connectivity in addition to IPv4-based connectivity.

Post-Transition Phase - January 2012 to the Future

In the Post-Transition Phase, end-site organizations provide all Internet-facing services via IPv6-based connectivity, thus allowing for new Internet customers connected solely by IPv6.

“IPv4-IPv6 Co-Existence Scenarios” (draft-arkko-townsley-coexistence)

“This section identifies five deployment scenarios which we believe have a significant level of near to medium term demand somewhere on the globe.”

...

The five scenarios are:

- 1.Reaching the IPv4 Internet with less than one global IPv4 address per subscriber or subscriber household available
- 2.Running a large network needing more addresses than those available in private RFC 1918 address space
- 3.Running an IPv6-only network for operational simplicity as compared to Dual-Stack, while still needing access to the global IPv4 Internet for some, but not all, connectivity
- 4.Reaching one or more privately addressed IPv4 only servers via IPv6
- 5.Accessing IPv6-only servers from IPv4 only clients

Dual-Stack EOL?

(draft-arkko-townsley-coexistence)

When IPv6 was designed, it was expected that IPv6 would be enabled, in part or in whole, while continuing to run IPv4 side-by-side on the same network nodes and hosts. This method of transition is referred to as "Dual-Stack" [RFC4213] and has been the prevailing method driving the specifications and available tools for IPv6 to date.

...

With IPv4 address pool depletion on the foreseeable horizon [Huston.IPv4], network operators and Internet Service Providers are being forced to consider network designs that no longer assume the same level of access to unique global IPv4 addresses.

...

In short, the time-frames for the growth of the IPv4 Internet, the universal deployment of Dual-Stack IPv4 and IPv6, and the final transition to an IPv6-dominant Internet are not in alignment with what was originally expected. While Dual-Stack remains the most well-understood approach to deploying IPv6 today, current realities dictate a re-assessment of the tools available for other deployment models that are likely to emerge.

NAT-PT je definitivno EOL (RFC4966, draft-ietf-behave-v6v4-framework)

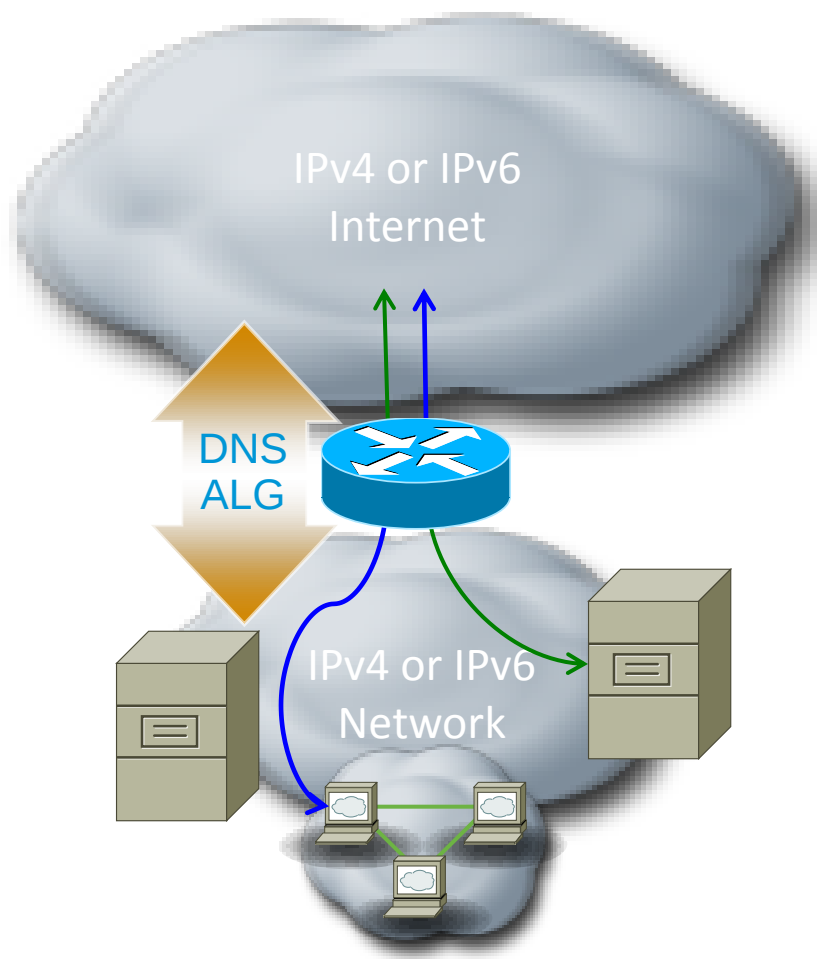
"This document draws the conclusion that the technical and operational difficulties resulting from these issues, especially the possible future constraints on the development of IPv6 networks (see Section 5), make it undesirable to recommend NAT-PT as described in [RFC2766] as a general purpose transition mechanism for intercommunication between IPv6 networks and IPv4 networks." (RFC 4966)

...

"NAT-PT was deprecated to inform the community that NAT-PT had operational issues and was not considered a viable medium- or long-term strategy for either coexistence or transition. It wasn't intended to say that IPv4<->IPv6 translation was bad, but the way that NAT-PT did it was bad, and in particular using NAT-PT as a general-purpose solution was bad." (draft-ietf-behave-v6v4-framework)

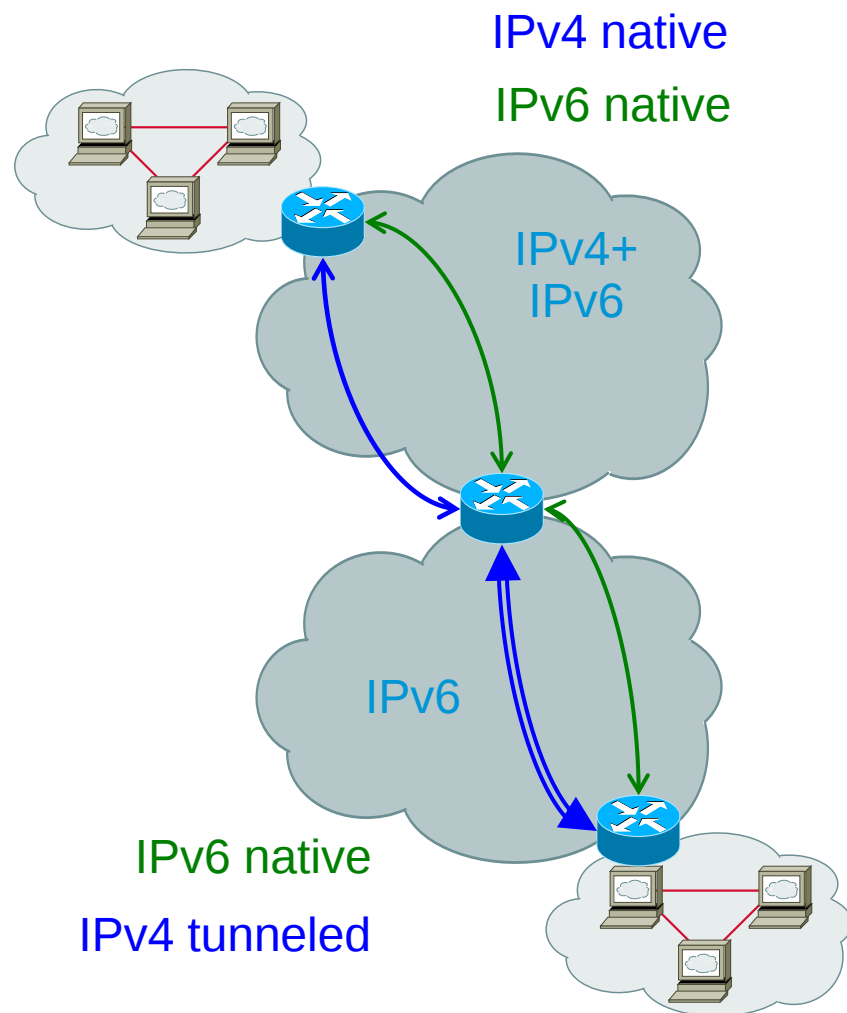
IETF BEHAVE Working Group

- IETF BEHAVE WG definiše alate i standarde za translaciju između IPv4 i IPv6 adresnih familija
- AFT = Address Family Translation
- Često se naziva i NAT64
- <http://www.ietf.org/dyn/wg/charter/behave-charter.html>



IETF Softwires Working Group

- IETF Softwires WG radi na standardizaciji metoda za povezivanje:
 - IPv4 mreža preko IPv6 mreža
 - IPv6 mreža preko IPv4 mreža
- <http://datatracker.ietf.org/wg/softwire/charter/>

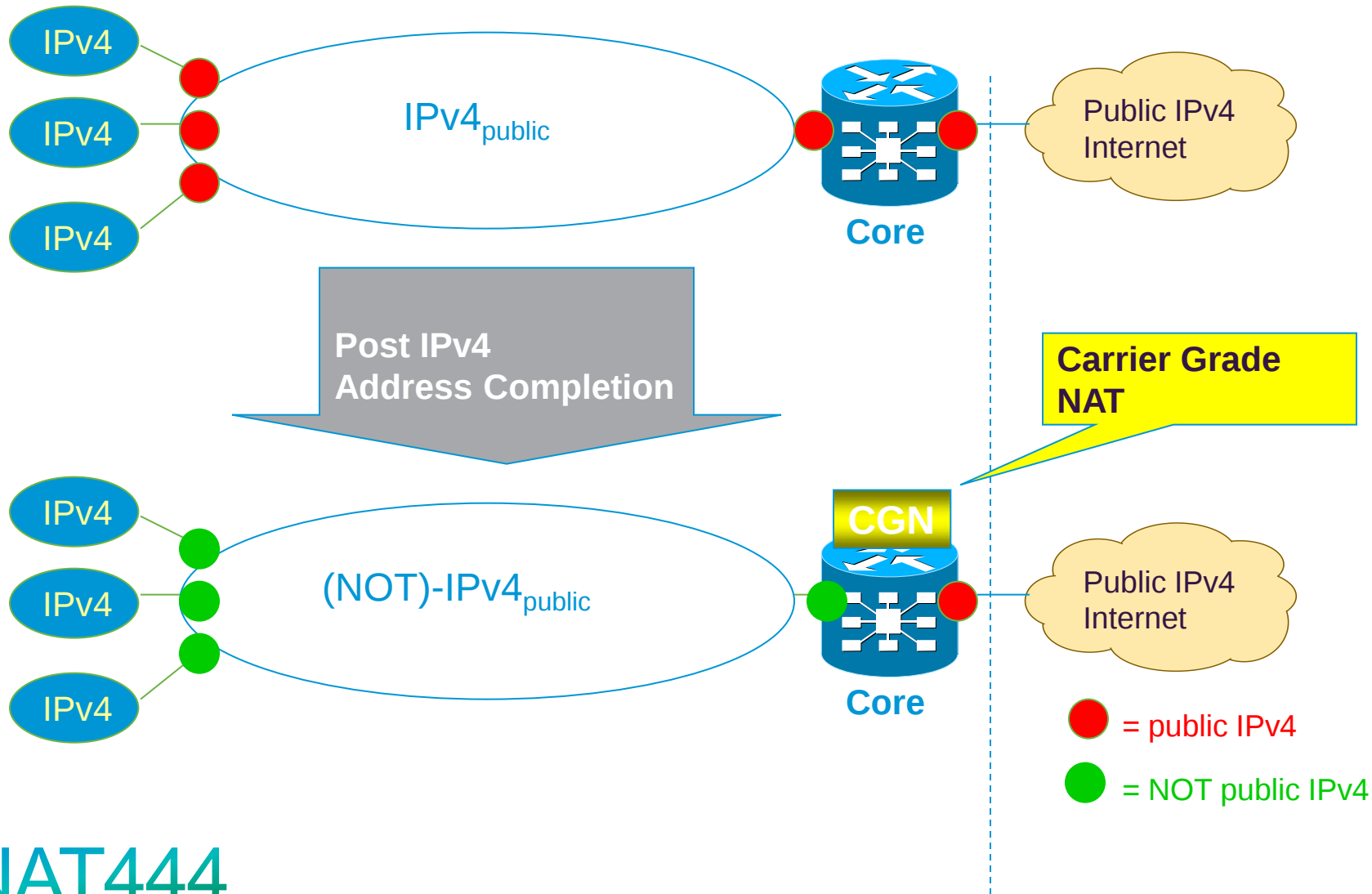


IPv4→IPv6::tehnologije:: NAT444

Customers

SP Network

Public Internet



NAT444

Carrier Grade NAT (CGN)

- “Carrier Grade NAT (CGN): A NAT device used by many subscribers (homes or end sites), where 'many' would be on the order of dozens to hundreds of thousands of subscribers. This might NAT between any combination of IPv4 and IPv6. Typically, the end user does not have the ability to adjust the behavior of the CGN (i.e., no ability to create static port mapping).” (draft-wing-nat-pt-replacement-comparison)
- Esencijalno, NAT uređaj velike skalabilnosti:
 - O(20M) translacija (sesija)
 - O(200K) privatnih IP adresa (pretpostavka:100 portova po korisniku)
 - O(10Gb/sec) IMIX performanse (*Full Duplex*)

NAT444 – za i protiv

- Za:

Odmah rešava problem nedostatka IPv4 adresa

Efikasno korišćenje dodeljenih javnih opsega IPv4 adresa

Bez izmena na korisničkim CPE-ovima

- Protiv:

Dodatni troškovi za CGN uređaj

Poznati nedostaci NAT-a (ALG i sl)

Problem praćenja asocijacija između korisnika i IP adresa za *Lawful Intercept*

Korisnici i dalje ne mogu pristupati IPv6 delu Interneta



IPv4→IPv6::tehnologije:: NAT64 (AFT)



Tipovi NAT64 translacije

- *Stateless*

Poznat kaoIVI (IV=4, VI=6)

Informacija o translaciji adresa se nalazi u samoj dodeljenoj IPv6 adresi

Zbog toga, postoji ograničenje za skup IPv6 adresa koje će se dodeljivati IPv6 hostovima koji komuniciraju sa IPv4 hostovima tj. ta IPv6 adresa se mora “izvesti” iz IPv4 adrese

Dozvoljava i IPv4->IPv6 i IPv6->IPv4 inicijaciju sesije

Veća transparentnost i skalabilnost

Zahteva 1:1 odnos IPv4 i IPv6 adresa

- *Stateful*

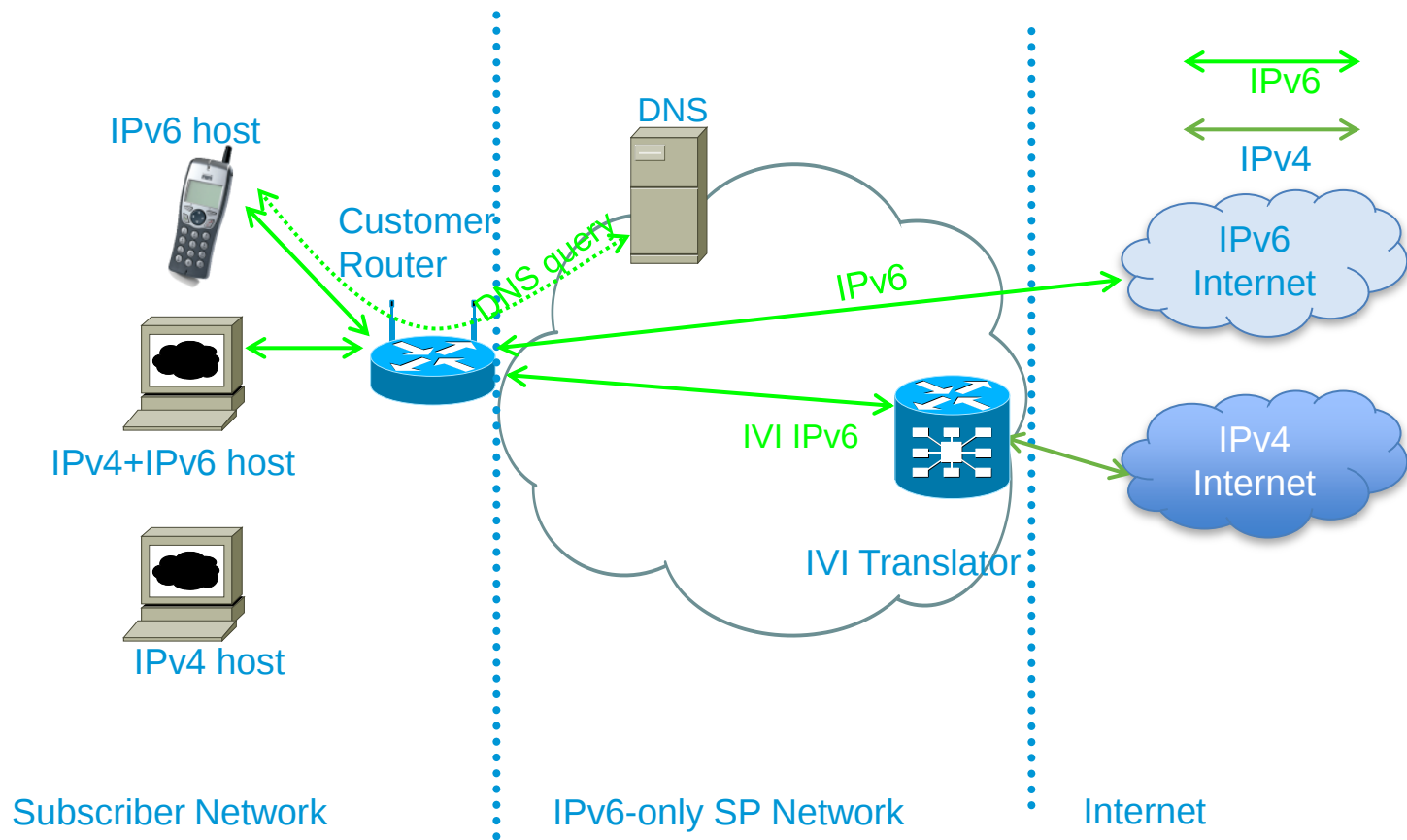
Mrežni element (translator) održava stanje translacije između IPv4 adresa/port and IPv6 adresa/port parova

Dozvoljava samo IPv6->IPv4 inicijaciju sesije

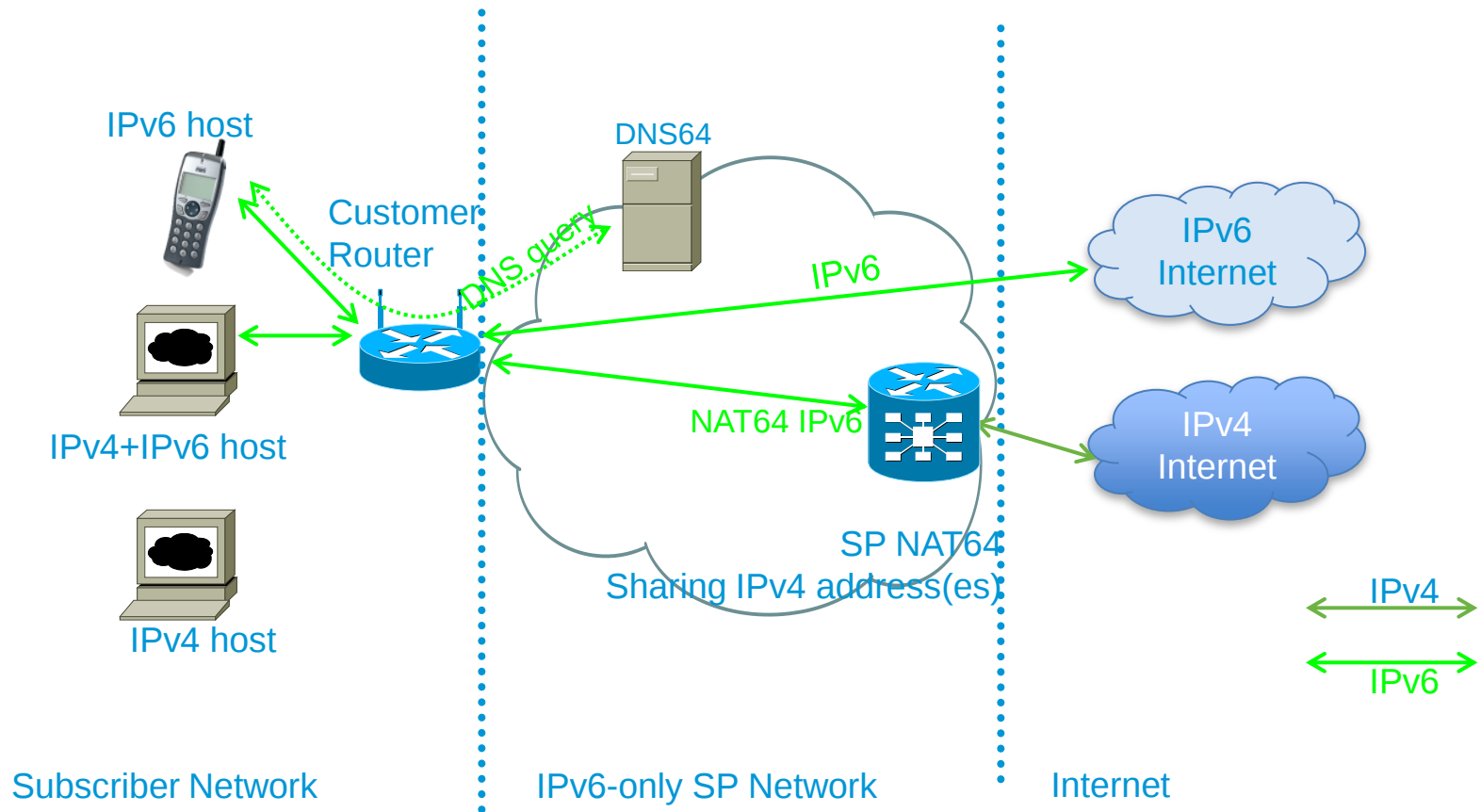
Omogućuje 1:N odnos IPv4 i IPv6 adresa



Stateless AFT



Statreful AFT



Scenariji IPv4/IPv6 translacije (draft-ietf-behave-v6v4-framework)

- Scenario 1: IPv6 mreža → IPv4 Internet

Primer: mreža sa IPv6 klijentima zahteva pristup IPv4 Internetu

Tipična primena: “greenfield” ISP

Primenljivi metodi: Stateless, Stateful

- Scenario 2: IPv4 Internet → IPv6 mreža

Primer: klijent sa IPv4 Interneta pristupa serveru u IPv6 mreži

Primenljivi metodi: Stateless



Scenariji IPv4/IPv6 translacije (draft-ietf-behave-v6v4-framework)

- Scenario 3: IPv6 Internet → IPv4 mreža
Primer: klijent sa sa IPv6 Interneta pristupa serveru na IPv4 mreži
Primenljivi metodi: Stateful
- Scenario 4: IPv4 mreža → IPv6 Internet
Klijent sa IPv4 mreže pristupa serveru na IPv6 Internetu
Primenljivi metodi: -

Scenariji IPv4/IPv6 translacije (draft-ietf-behave-v6v4-framework)

- Scenario 5: IPv6 mreža → IPv4 mreža

Primer: klijent sa sa IPv6 mreže pristupa serveru na IPv4 mreži u okviru iste organizacije

IPv4 adrese mogu biti ili javne ili privatne

Slično scenariju 1

Primenljivi metodi: Stateless, Stateful

- Scenario 6: IPv4 mreža → IPv6 mreža

Primer: klijent sa sa IPv4 mreže pristupa serveru na IPv6 mreži u okviru iste organizacije

IPv4 adrese mogu biti ili javne ili privatne

Slično scenariju 2

Primenljivi metodi: Stateless, Stateful



Scenariji IPv4/IPv6 translacije (draft-ietf-behave-v6v4-framework)

- Scenario 7: IPv6 Internet → IPv4 Internet
Primenljivi metodi: -
- Scenario 8: IPv4 Internet → IPv6 Internet
Primenljivi metodi: -



Komponente IPv4/IPv6 translacije (draft-ietf-behave-address-format)

- Translacija adresa

Standard definiše algoritam translacije IPv4 adrese u IPv6 adresu

Kod IPv4 → IPv6 translacije, IPv6 adresa se generiše spajanjem IPv4 adrese na zadati IPv6 prefiks (IPv6-converted)

Kod IPv6 → IPv4 translacije, IPv4 adresa se generiše izdvajanjem 32 bita iz IPv6 adrese znajući njihovu poziciju prema zadatom IPv6 prefiksu; ovaj proces zahteva IP adresu u zadatom formatu (IPv6-translatable)

```
+--+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| PL| 0-----32--40--48--56--64--72--80--88--96--104-----|
+--+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|32|      prefix      |v4(32)      | u | suffix      |
+--+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|40|      prefix      |v4(24)      | u | (8) | suffix      |
+--+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|48|      prefix      |v4(16) | u | (16) | suffix      |
+--+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|56|      prefix      | (8) | u | v4(24) | suffix      |
+--+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|64|      prefix      | u | v4(32) | suffix      |
+--+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|96|      prefix      | v4(32) |
+--+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---
```

Komponente IPv4/IPv6 translacije (draft-ietf-behave-v6v4-framework)

- Translacija IP/ICMP zaglavlja

Definisana u draft-ietf-behave-v6v4-xlate na bazi Stateless IP/ICMP Translation Algorithm (SIIT) iz RFC 2765

Polje IPv6 paketa	Vrednost za IPv4→IPv6
Version	6
Traffic Class	Type of Service (IPv4)
Flow Label	0
Payload Length	Total Length (IPv4) – Total Header Length (IPv4)
Next Header	58 za ICMPv4→ICMPv6, inače Protocol (IPv4)
Hop Limit	TTL (IPv4) - 1

Polje IPv4 paketa	Vrednost za IPv6→IPv4
Version	4
Header Length	5
Type of Service	Traffic Class (IPv6)
Total Length	Payload Length (IPv6) + 20
Identification	0
Flags	MF=0, DF=1
Fragment Offset	0
TTL	Hop Limit (IPv6)-1
Protocol	1 za ICMPv6→ICMPv4, inače Next Header (IPv6)
Header Checksum	Izračunat po algoritmu

Komponente IPv4/IPv6 translacije (draft-ietf-behave-v6v4-framework)

- Održavanje stanja translacije

Opisan u ietf-behave-v6v4-xlate-stateful

- DNS64

DNS64 je mehanizam za kreiranje AAAA DNS RR-ova od A DNS RR-ova

DNS64 server dobija AAAA DNS upit od strane IPv6 inicijatora

Server vrši upit za AAAA RR; ukoliko ga dobije vraća AAAA RR klijentu

Ako AAAA RR ne postoji, DNS64 server vrši upit za A RR

Za svaki A RR, DNS64 kreira AAAA RR koji sadrži algoritamski generisane IPv6 adrese prema IPv4 adresama (IPv4-translatable) iz A RR

IPv6 prefiks za generisanje IPv6 adrese je isti na DNS64 serveru i na translatoru



Stateless AFT – translacija adresa

- IPv6 → IPv4 (mreža → Internet ili mreža → mreža)

IPv6 SA je IPv4-translatable i menja se u mapiranu IPv4 SA (prema algoritmu)
IPv6 DA je IPv4-converted i menja se u mapiranu IPv4 DA (prema algoritmu);
IPv4-converted adresa je tipično dobijena od DNS64 servera

- IPv4 → IPv6 (Internet → mreža ili mreža → mreža)

IPv4 SA se menja u IPv4-converted IPv6 SA (prema algoritmu)
IPv4 DA se menja u IPv4-translatable IPv6 DA (prema algoritmu)



V4 response A.B.C.D
Mapped to 2001:1::A.B.C.D

DNS Request –
cheaptickets.com
A query

DNS Response –
A answer 64.1.1.1

DNS Request –
cheaptickets.com
AAAA query

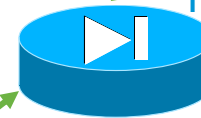
DNS64

DNS Server

Cheaptickets.com
(V4 Server)

27.1.1.1->64.1.1.1

2001:1::1B01:101->2001::1:4001:101



Stateless AFT - primer

IPv6 Only

Stateless AFT – iskorišćenje IPv4 adresa

- Po originalnoj Stateless AFT zamisli, svaki IPv6 host mora imati pridruženu IPv4 adresu
 - Kao takav, Stateless AFT ne omogućava operaterima da premoste problem nedostatka IPv4 adresa
- Postoje ideje za prevazilaženje ovog problema korišćenjem jedne IPv4 adrese za translaciju više IPv6 adresa
- Generalna ideja je da se kao dodatno multipleks polje koristi broj porta (A+P metod)
 - 16-bitni port se deli u dva dela: prefiks koji je jedinstven za host i sufiks koji host određuje sam
 - Svaki host može da koristi samo portove koji imaju njegov dodeljeni prefiks porta
 - Prefiks porta kao i veličina prefiksa u bitima se uključuje u IPv4-converted IPv6 adresu

Stateless AFT – iskorišćenje IPv4 adresa

- Potencijalni metodi su opisani u draft-xli-behave-divi

- Stateless 1:N IVI

Host se modifikuje tako da koristi samo dodeljeni opseg portova

Potrebni DNS64 i ALG kao na klasičan 1:1 Stateless AFT

- Stateless 1:N double IVI

Stateless AFT se vrši na dva mesta:

1:N na centralnom translatoru

1:1 na rezidencijalnom gateway-u (RG) koji mapira originalne portove u predefinisanu jedinstvenu grupu portova

Host iza RG je *dual-stack*:

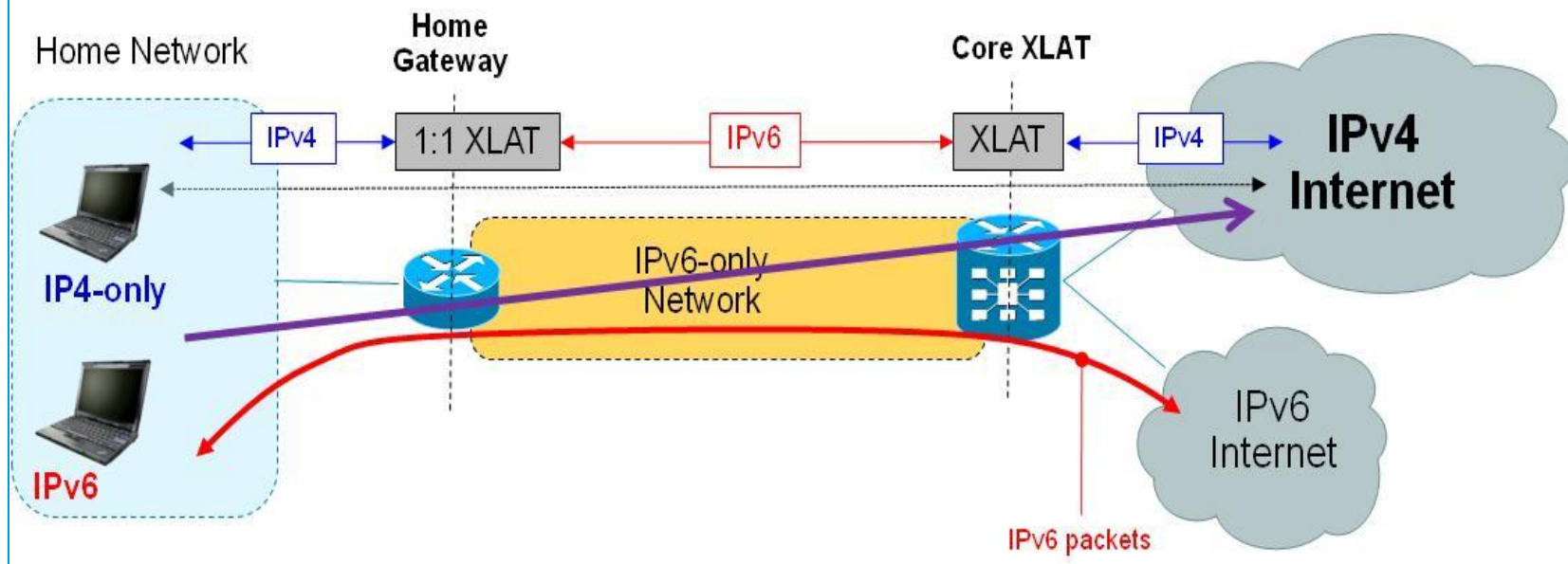
Teorijski svi hostovi mogu imati istu IPv4 adresu pošto je RG translira u unikatnu IPv6 adresu

Nisu potrebni ni DNS64 ni ALG



Stateless AFT – iskorišćenje IPv4 adresa

Stateless IPv6 Relay (dIVI)



Stateless AFT – za i protiv

- Za:

Omogućuje IPv6 klijentima pristup IPv4 Internetu

Korisnicima je moguće direktno ponuditi IPv6 servis

Stateless

- Protiv:

1:1 translacija zahteva IPv4 adresu za svakog IPv6 klijenta

Potrebno je pažljivo upravljanje adresama

DNS infrastruktura se mora modifikovati da bi podržala DNS64



Stateful AFT – translacija adresa

- Stateful AFT ne zahteva da IPv6 adresa hosta bude u IPv4-translatable formatu
- IPv6 → IPv4 (Internet → mreža, mreža → Internet, mreža → mreža)
 - IPv6 SA se menja u IPv4 SA prema tabeli translacija
 - IPv6 DA je IPv4-converted i menja se u mapiranu IPv4 adresu (prema algoritmu)
- IPv4 → IPv6 (samo za povratni smer uspostavljenih konekcija)
 - IPv4 SA se menja u IPv4-converted IPv6 SA (prema algoritmu)
 - IPv4 DA se menja u IPv6 DA prema tabeli translacija

Stateful AFT – za i protiv

- Za:

Omogućuje IPv6 klijentima pristup IPv4 Internetu
Korisnicima je moguće direktno ponuditi IPv6 servis

- Protiv:

Dodatni troškovi za CGN infrastrukturu
Esencijalno NAT uređaj u mreži
Omogućava samo IPv6 → IPv4 translaciju



Najvažniji AFT standardi

- draft-ietf-behave-v6v4-framework
- draft-ietf-behave-address-format
- draft-ietf-behave-v6v4-xlate
- draft-ietf-behave-dns64
- draft-ietf-behave-v6v4-xlate-stateful

IPv4 → IPv6::tehnologije:: 6rd

Šta je 6rd?

- 6rd = IPv6 Rapid Deployment (RFC 5969)
- Metod za inkrementalno uvođenje IPv6 protokola kod ISP korisnika
- Koristi postojeću IPv4 ISP infrastrukturu tj. ne traži nikakvu podršku za IPv6
 - Bez DHCPv6 servera, bez IPv6 Neighbor Discovery itd.
- *Native IPv6 + IPv4 dual-stack*

Nastanak 6rd-a

- 6rd je kreiran od strane Remi Despres-a kao predlog za uvođenje IPv6 konektivnosti za SP korisnike
- Koncept je u novembru 2007-e ponuđen francuskom operatoru Free Telecom koji ga je prihvatio
- Za samo 5 nedelja (!) razvijena je modifikacija za Freebox Home Gateway (ADSL CPE)
- Free Telecom je ponudio korisnicima da besplatno dobiju mogućnost pristupa IPv6 Internetu
- U prvih mesec dana 250.000 korisnika se prijavilo za 6rd servis

6rd koncept

- 6rd je zasnovan na 6to4 (RFC 3056)
- 6to4 ima sledeće probleme zbog koga je tesko primenljiv u ISP okruženju:

Na 6to4 gateway mogu dolaziti i paketi sa odredišnim adresama iz 2002::/16 opsega koji nisu namenjeni 6rd korisnicima te mreže

Nema garancije da će paketi sa IPv6 Interneta na putu do 6to4 korisnika proći kroz 6to4 gateway

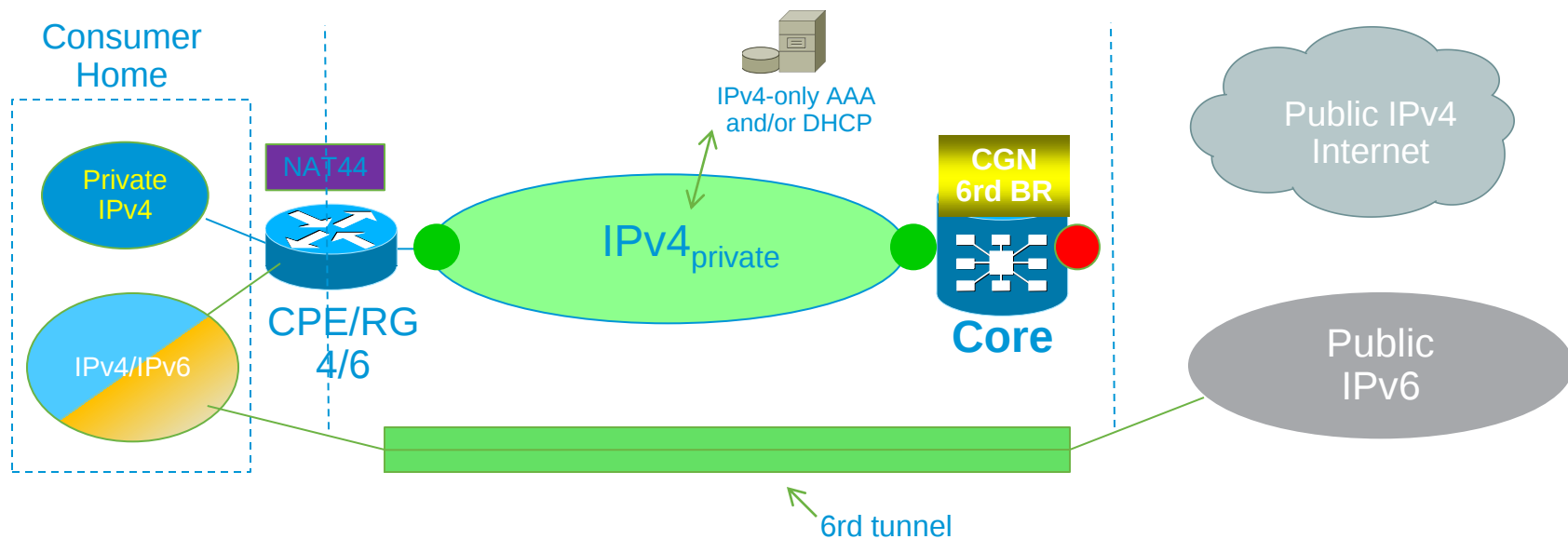
- Zbog toga, 6rd donosi sledeće modifikacije:

Umesto opsega 2002::/16 koristi se opseg iz bloka adresa koji je dodeljen ISP-u

Novi algoritam računanja IPv6 prefiksa za korisnika (delegirani prefiks) koji ne mora uzimati u obzir celu IPv4 adresu

6rd concept

● = public IPv4
● = private IPv4



6rd koncept

- Struktura delegiranog IPv6 prefiksa:

IPv6 prefiks za 6rd mrežu

Dodeljena IPv4 adresa ili njen deo

Sastoji se ili od svih 32 bita IPv4 adrese (tipično ukoliko je dodeljena IPv4 adresa javna) ili od jednog njenog dela (tipično ukoliko je dodeljena IPv4 adresa privatna)

- U okviru delegiranog prefiksa korisnik može dalje određivati svoje sabnete

- Primer:

6rdi IPv6 prefiks 2001:a1b2::/32

IPv4 adresa 130.1.129.2 (0x82.0x01.0x81.0x02)

Prefix-length=suffix-length=0

2001:a1b2	8201:8102	Interface ID
-----------	-----------	--------------

6rd koncept

- Potrebne informacije za konfiguraciju 6rd CE rutera:
 - 6rd prefiks + maska
 - IPv4 adresa 6rd BR-a
 - Prefix/Suffix-Length (RFC definiše “IPv4 Mask Length” koje je ekvivalentan sa Prefix-length)
- Ovi parametri se mogu konfigurisati statički ili se mogu dinamički dobiti putem DHCP opcije 212

6rd – za i protiv

- Za:

Mogućnost davanja IPv6 servisa korisnicima na postojećoj IPv4 infrastrukturi

Znatno pojednostavljuje *provisioning*

IPv6 adresa se izvodi iz IPv4 adrese i statičkih parametara

Efikasno rutiranje

6rd korisnici mogu direktno komunicirati bez prolaska kroz ISP-ov 6rd BR

Stateless

- Protiv:

Zahteva promene na CPE-u



Najvažniji 6rd standardi

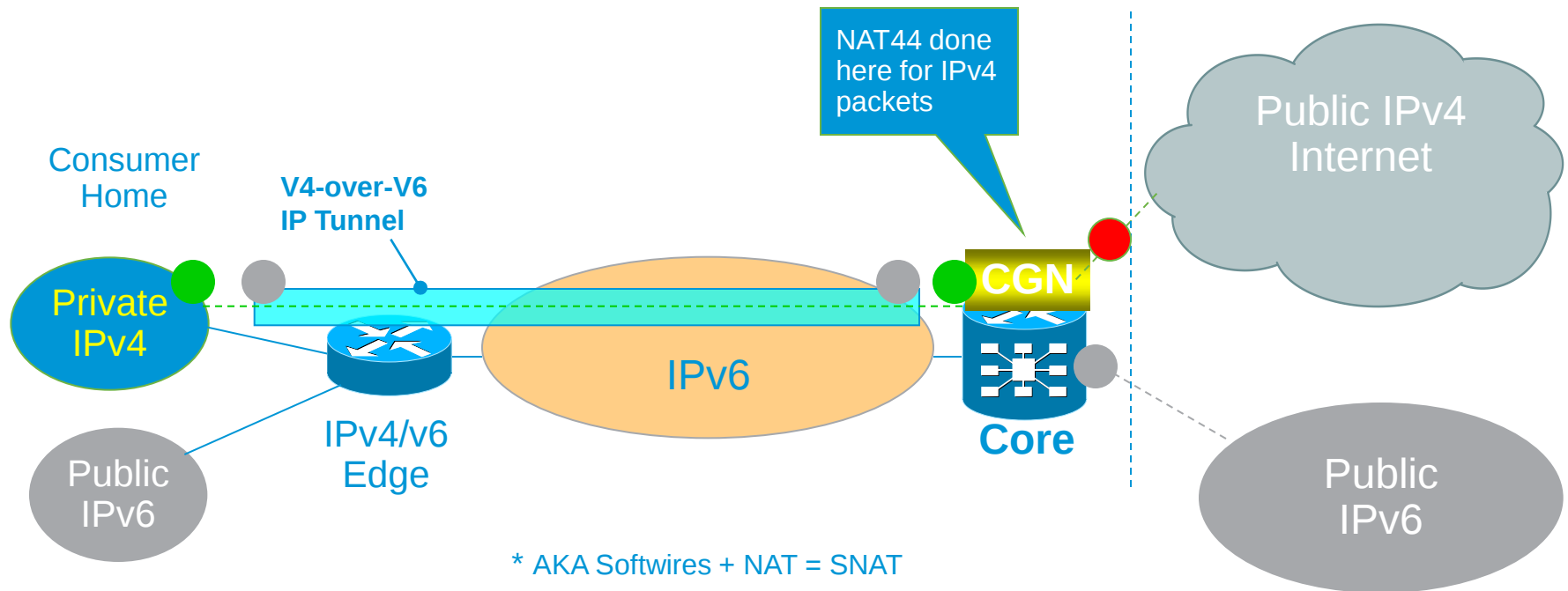
- RFC 5969
- RFC 5569

IPv4→IPv6::tehnologije:: DS-Lite

Dual-Stack Lite (DS-Lite) koncept

- Pretpostavka ISP migrira svoju infrastukturu na IPv6:
Realno za kablovske i mobilne operatere
- IPv4 klijent tunelira pakete preko IPv6 infastrukture do CGN uređaja koji koristi NAT44
- IPv6 klijenti direktno rutiraju pakete prema IPv6 Internetu

Dual-Stack Lite (DS-Lite) koncept



- = public IPv4
- = private IPv4
- = public IPv6

DS-Lite – za i protiv

- Za:

ISP koristi IPv6 za svoju infrastrukturu, zaobilazeći IPv4 adrese

Korisnici se lako mogu prebaciti sa IPv4 na IPv6

IPv6 paketi se direktno rutiraju prema IPv6 Internetu

- Protiv:

Dodatni troškovi za CGN infrastrukturu

Esencijalno NAT uređaj u mreži

Zahteva promene na CPE-u

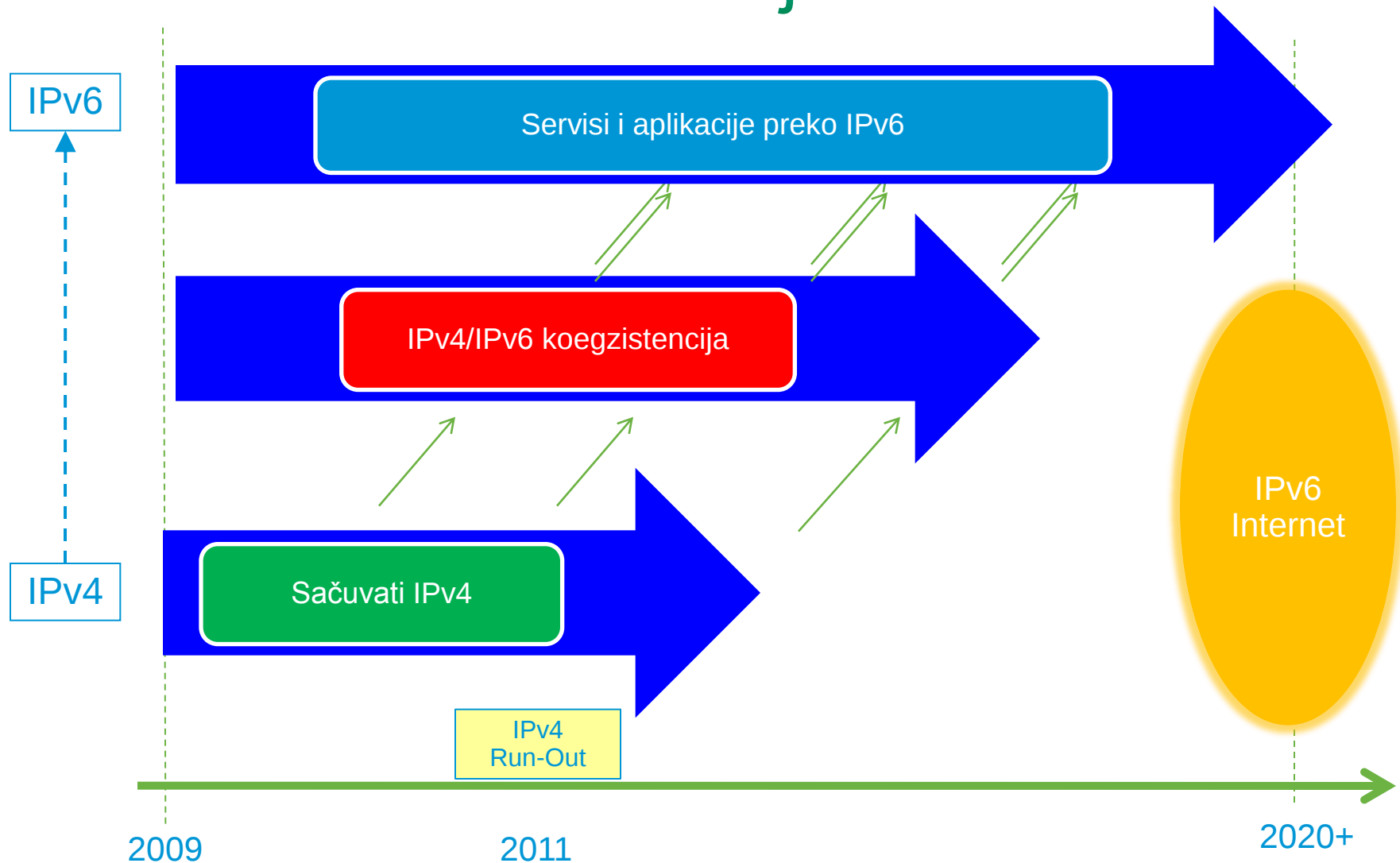


Najvažniji DS-Lite standardi

- RFC5565
- draft-ietf-softwire-dual-stack-lite

IPv4→IPv6::Cisco:: strategija i proizvodi

“346”: 3-nivoska tranzicija sa IPv4 na IPv6



CGN – Cisco platforme

- CRS/CGSE

CGN NAT44 je dostupan od IOS XR 3.9.1

6rd i Stateless AFT će biti dostupni u IOS XR 3.9.3 (početak 2011)

- ASR 1000

6rd je dostupan od IOS XE 3.1.0S (jul 2010)

Stateless AFT je dostupan od IOS 3.2.0S (decembar 2010)

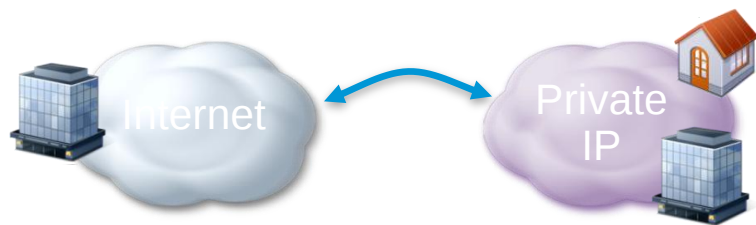
- ISR

6rd je dostupan od IOS 15.1(3)T (decembar 2010)

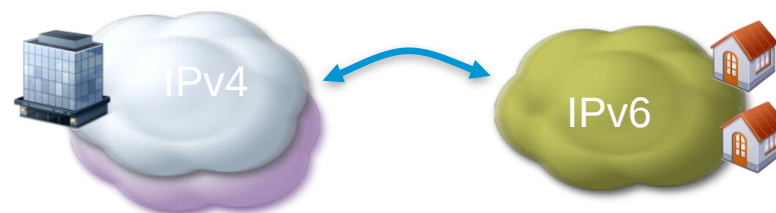


Cisco Carrier Grade IPv6 – CGv6

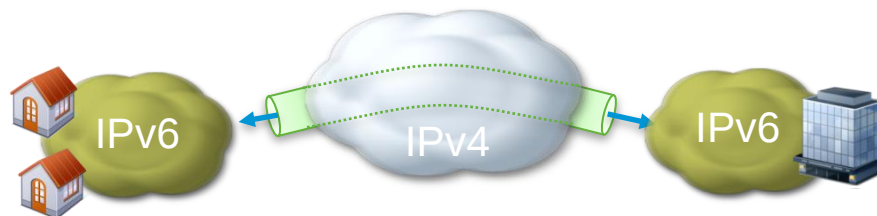
Skalabilni IPv4 NAT



v4 v6 translacija



IPv4 preko IPv6 + IPv6 preko IPv4



<http://www.cisco.com/go/cgv6>



Registrujte se za Cisco Live Networkers u Londonu ili Bahreinu!

Više informacija na:

<http://www.ciscolive.com/>