

Skorajšnja izčrpanost IPv4 naslovnega prostora; sociološki, politični, tržni ali tehnološki problem?

Jan Žorž, go6.si



*go6.si / Domenca IPv6 prefix (BGP announced):
2a02:e8::/32AS43128*

Skorajšnja izčrpanost IPv4 naslovnega prostora; sociološki, politični, tržni ali tehnološki problem?

- zakaj bomo v roku dveh let izčrpali IPv4 naslovni prostor
- zakaj razmišljati o uvedbi IPv6
- kako bi morala migracija potekati
- predvidevanje, kaj se bo dogajalo (scenarij)
- zakaj nimamo delujočega načrta
- težave z migracijskimi in translacijskimi mehanizmi, ki naj bi povezovali oba svetova
- IPv6 protocol stack, IPv6 socket API in programiranje
- go6.si in IPv6

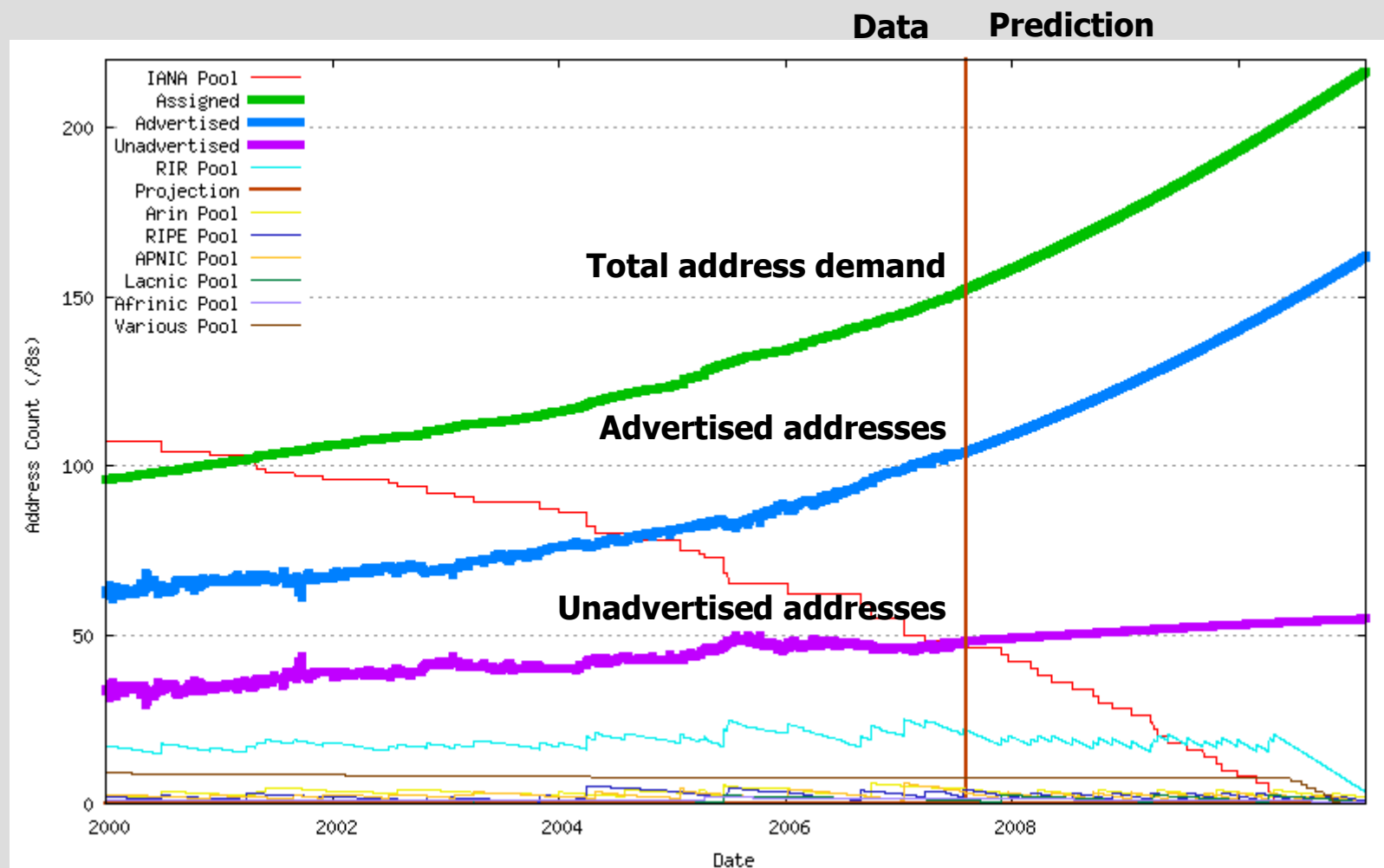
“Predicting the future is easy. The hard bit is always getting it right.”

- Geoff Huston

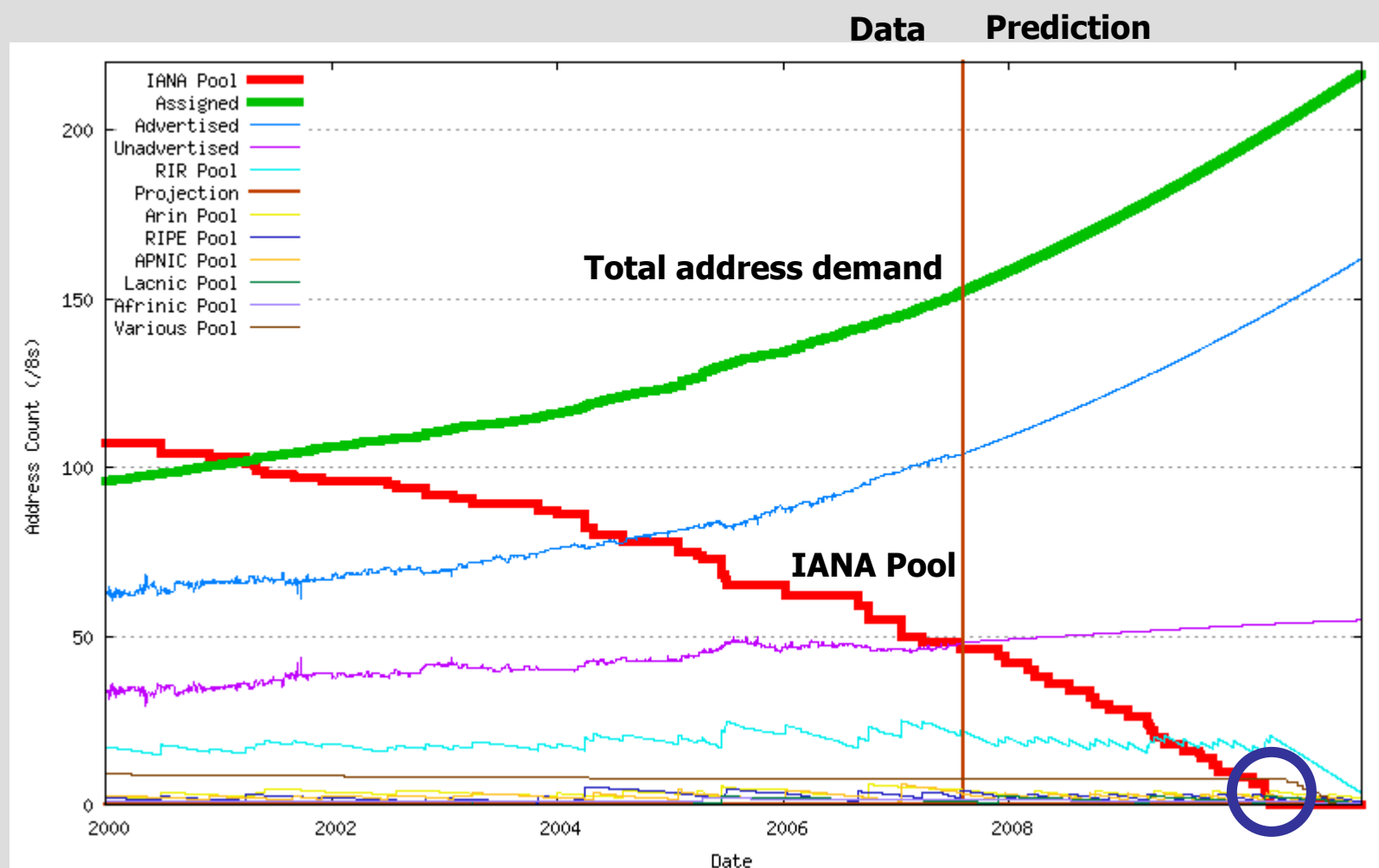
Zakaj bomo v roku dveh let izčrpali IPv4 naslovni prostor

- RIR-i (Regional internet registry) so izračunali, da bo IPv4 naslovni prostor izčrpan do leta 2010
- izčrpali ga bomo zato, ker ob načrtovanju samega naslavljanja (32 bitno, 4 milijarde naslovov) niso predvidevali takšno rast interneta in uporabe IP naslovnega prostora
- prve alokacije so bile narejene brezglavo, saj so podeljevali /8 vsakemu, ki je zanjo zaprosil
- povprečno povpraševanje po IPv4 alokacijah narašča, vsak dan je več zahtev po naslovnem prostoru

Zakaj bomo v roku dveh let izčrpali IPv4 naslovni prostor



Zakaj bomo v roku dveh let izčrpali IPv4 naslovni prostor

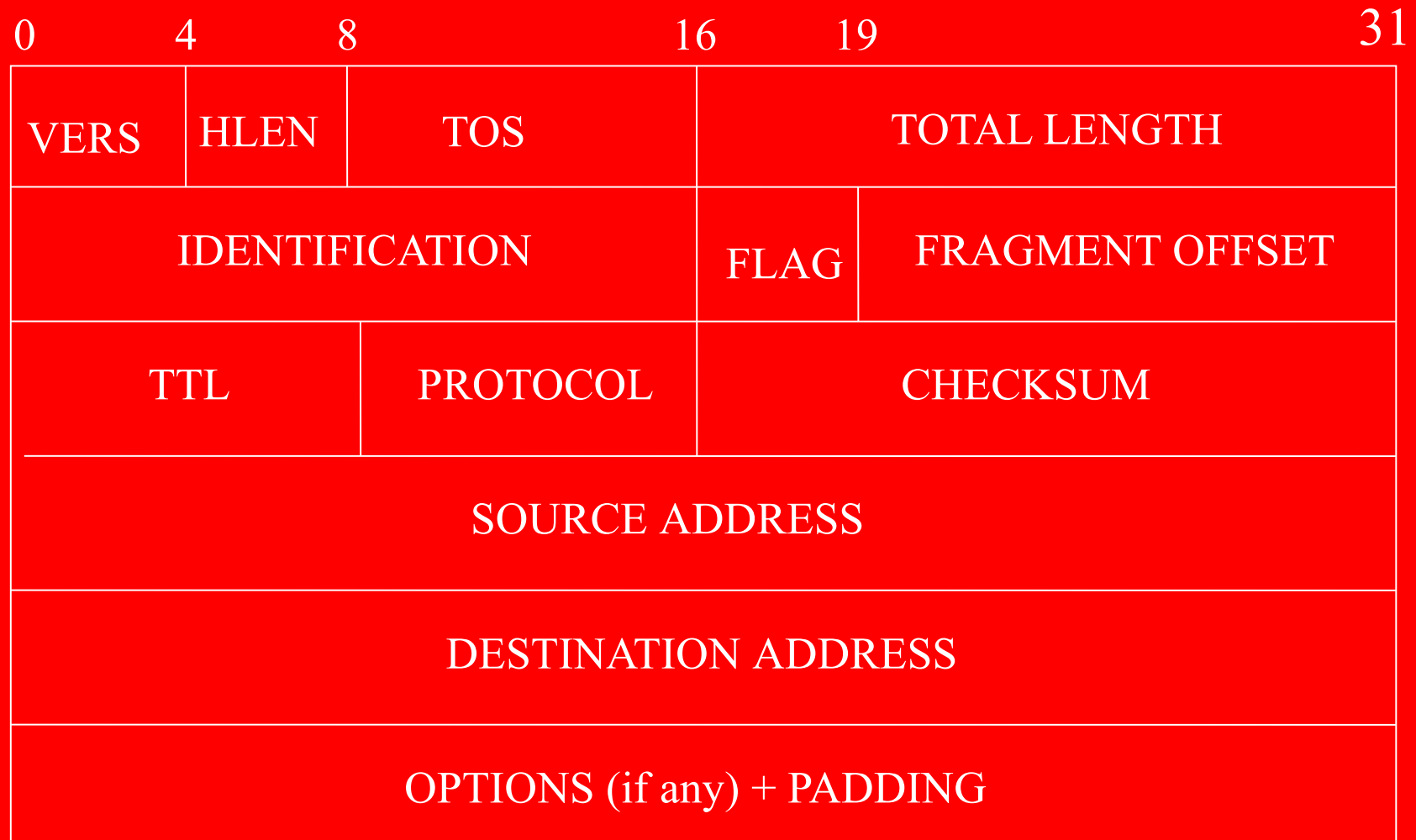


Zakaj razmišljati o uvedbi IPv6

- kot smo videli, bomo kmalu ostali brez možnosti novih alokacij v IPv4 naslovnemu prostoru
- ISP-ji se morajo stalno širiti, zato bodo zelo kmalu uvedli dual-stack nato pa IPv6-only omrežja
- ISP-jem bo vzdrževanje in administracija dvojnega stacka predrago, zato zelo velika možnost IPv6-only omrežij
- vpliv prehoda ISP-jev na IPv6 na hosting in content providerje
- kako postopati, da bo vsebina vidna iz obeh omrežij
- dodaten zagon ISP-jev za IPv6-only omrežje je A+P hack, by Randy Bush.

Zakaj razmišljati o uvedbi IPv6

IPv4 header



Zakaj razmišljati o uvedbi IPv6

Prednosti IPv4:

- tukaj je, naš je, obvladamo ga, navajeni smo ga, uporabljamo ga, bentimo nad njim in ga preklinjamo, a še vedno nekako z njim shajamo.
- oklepamo se znanja, katerega imamo na IPv4
- za njim je veliko let razvoja, sprememb in popravkov
- prilagojena oprema in stacki za maskiranje najhujših težav in pojavov

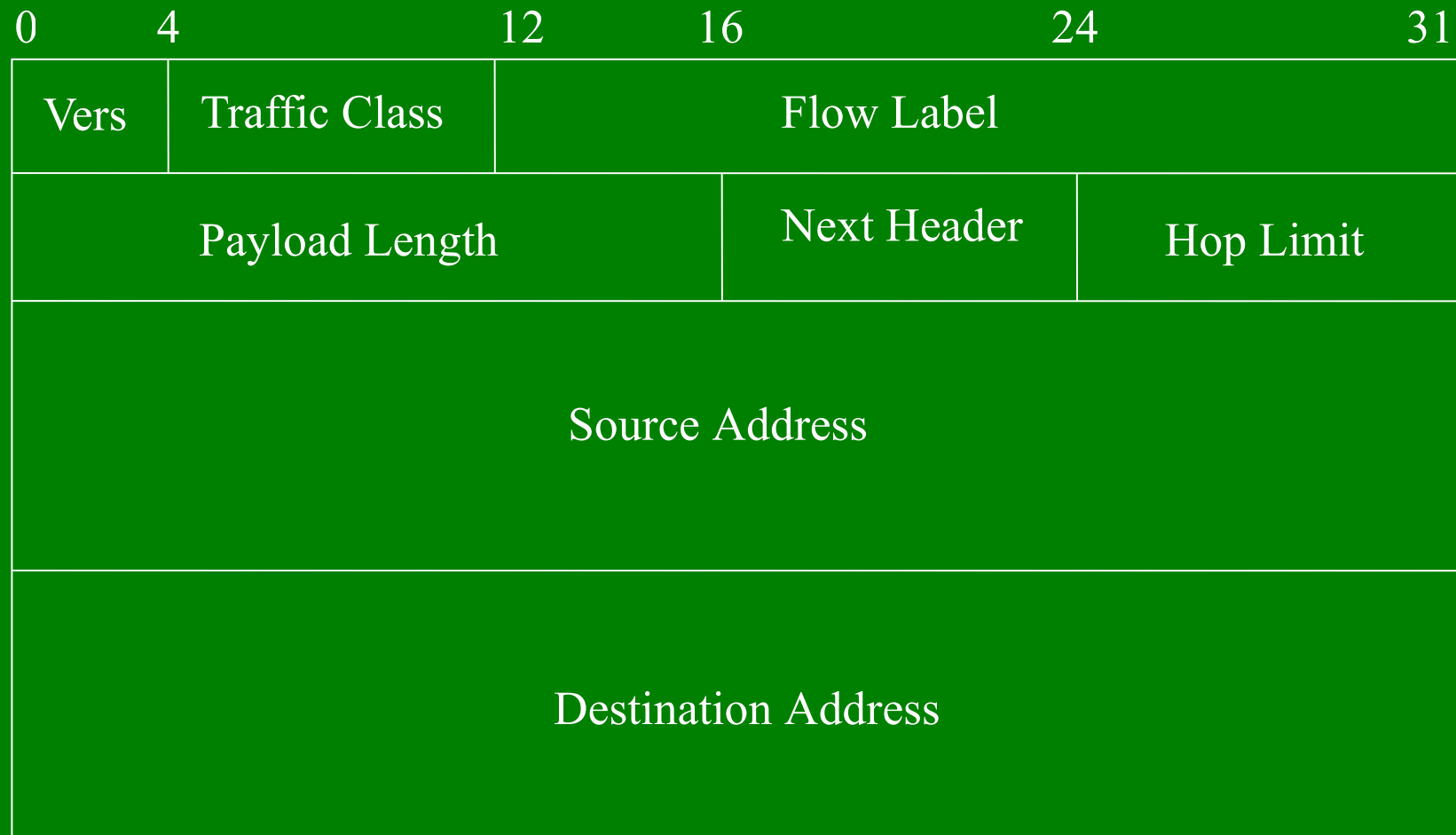
Zakaj razmišljati o uvedbi IPv6

Slabosti IPv4:

- 4 milijarde naslovov (32bit) – premalo
- večplastna fragmentacija paketov in checksuming IP headerjev
- NAT - “breaks end-to-end principles of connectivity”
- NAT – ljudje so lažno prepričani, da so za NAT-om “varni” in da je NAT nekakšen “security” mehanizem
- pomanjkanje QOS podpore (samo 8 bitno TOS polje)
- ni podpore za security na IP nivoju (stack)
- podpora za mobilnost je katastrofalna (triangulacija)
- flat naslavljanje (addressing) in ne hierarhično
- posledično slaba izkoriščenost naslovnega prostora
- klas B naslovov skoraj ni več
- IPv4 je postal žrtev lastnega uspeha
- ... pa še veliko drugih, specifično tehničnih razlogov...

Zakaj razmišljati o uvedbi IPv6

IPv6 header



Zakaj razmišljati o uvedbi IPv6

Prednosti IPv6:

- ogromen naslovni prostor, v teoriji imamo 100x več IP naslovov kot je atomov na površini zemlje (128bit naslavljanje)
- hierarhичno naslavljanje (addressing)
- posledično lažje usmerjanje in manjše routing tabele (aggregation)
- na internetu bomo spet restavrirali end-to-end povezljivost s tem, ko ukinemo NAT
- popravljen je protocol stack, znebimo se večplastne fragmentacije paketov na omrežju (pMTUd) ter vsakokratne računanja checksuma IP headerja (niso več del IP headerja)
- path MTU discovery je obvezen del protokola
- popravljen sistem ekstenzij in opcij v headerju
- v header dodano polje "flow labeling"
- v header dodano polje "traffic class"
- IPsec je v stacku obvezen
- ICMPv6 opravlja sedaj večino funkcij network servisa
- Stateless autoconfiguration
- Neighborhood discovery

Zakaj razmišljati o uvedbi IPv6

Slabosti IPv6:

- xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx/xxx format si težje zapomnimo kot IPv4 naslov x.x.x.x
- trenutno še nismo dosegli kritične mase deploymenta
- ker stack in protokol toliko popravljen ni več kompatibilen z IPv4
- splošni nivo poznavanja in znanja je nizek
- še vedno je tretiran kot voodoo-magic

Zakaj razmišljati o uvedbi IPv6

Prezentacija IPv6 naslovov:

128 bitna binarna prezentacija:

```
0010000111011010000000001101001100000000000000000010  
11110011101100000010101010100000000011111111111111000  
1010001001110001011010
```

- 128 bitna binarna prezentacija, razbita z dvopičji na 16 bitov:

```
0010000111011010:0000000011010011:0000000000000000:001  
0111100111011:0000001010101010:0000000011111111:11111110  
00101000:1001110001011010:
```

- Zgornja vrednost, pretvorjena v HEX:

```
21DA:00D3:0000:2F3B:02AA:00FF:FE28:9C5A
```

Zakaj razmišljati o uvedbi IPv6

Prezentacija IPv6 naslovov:

Pravilno:

3000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:000A

3000:0:0:0:0:0:0:A

3000::A

Nepravilno:

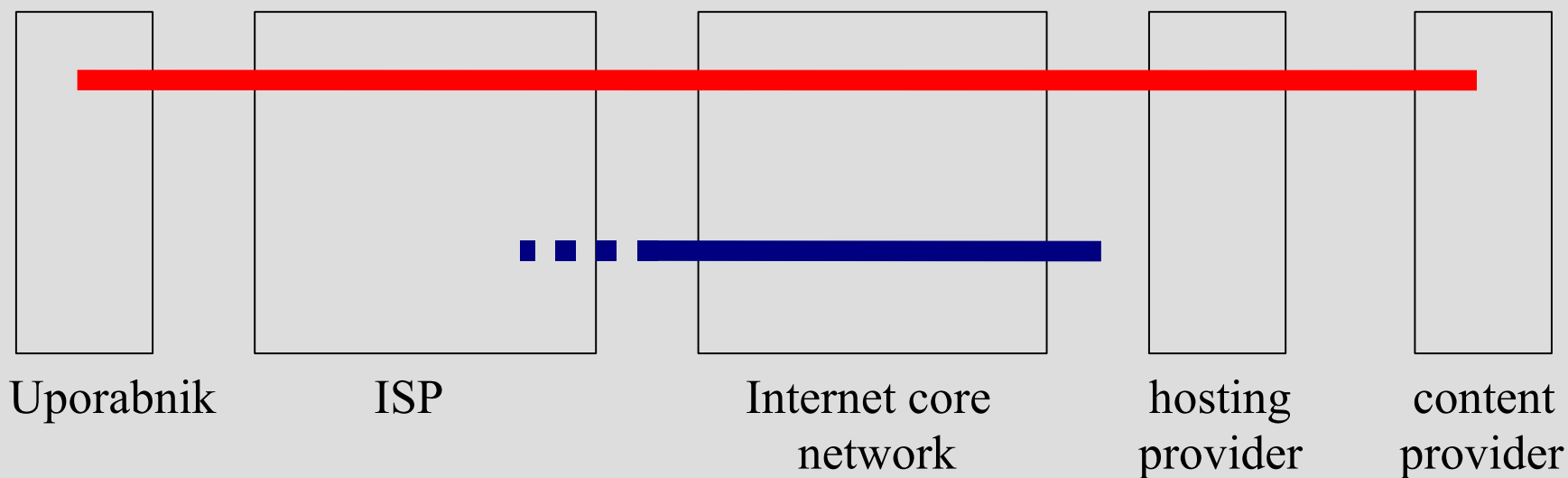
3000:0000:0000:AAAA:0000:0000:0000:00A



3000:0:0:0:AAAA:0:0:0:A

3000::AAAA::A

Kako bi morala migracija potekati

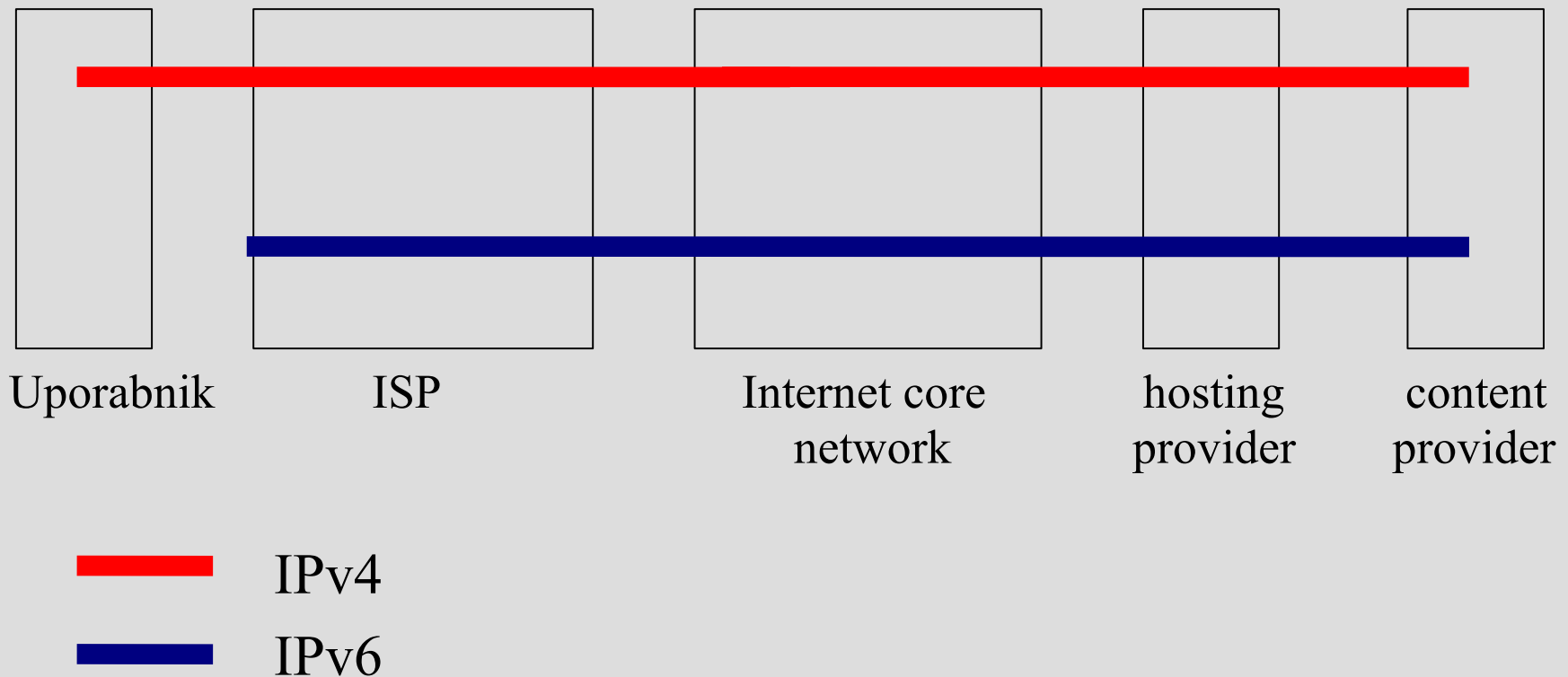
Trenutno stanje: IPv4 transport



 IPv4
 IPv6

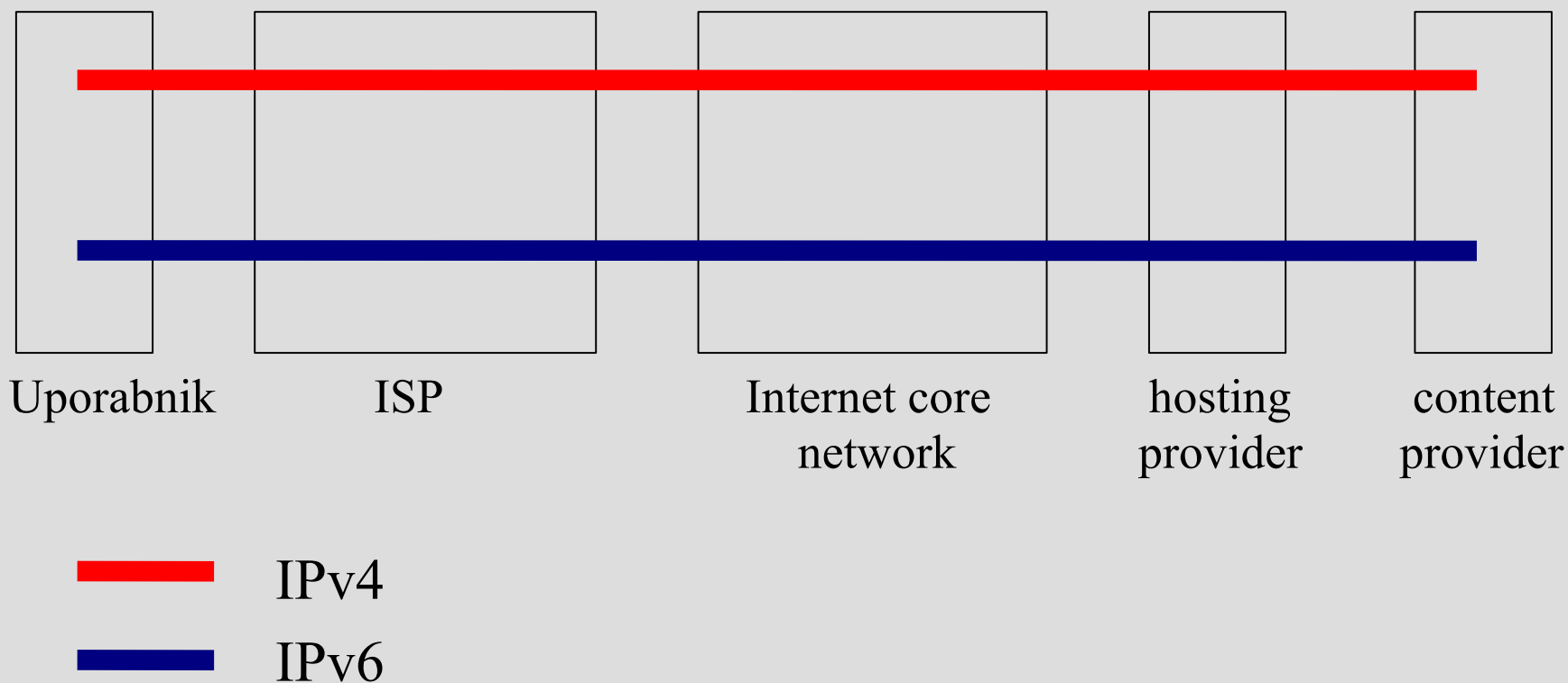
Kako bi morala migracija potekati

Naslednji korak: IPv6 hosting providerjem
in content providerjem, ISP-ji, hosting in content
providerji so hkrati v testnem obdobju



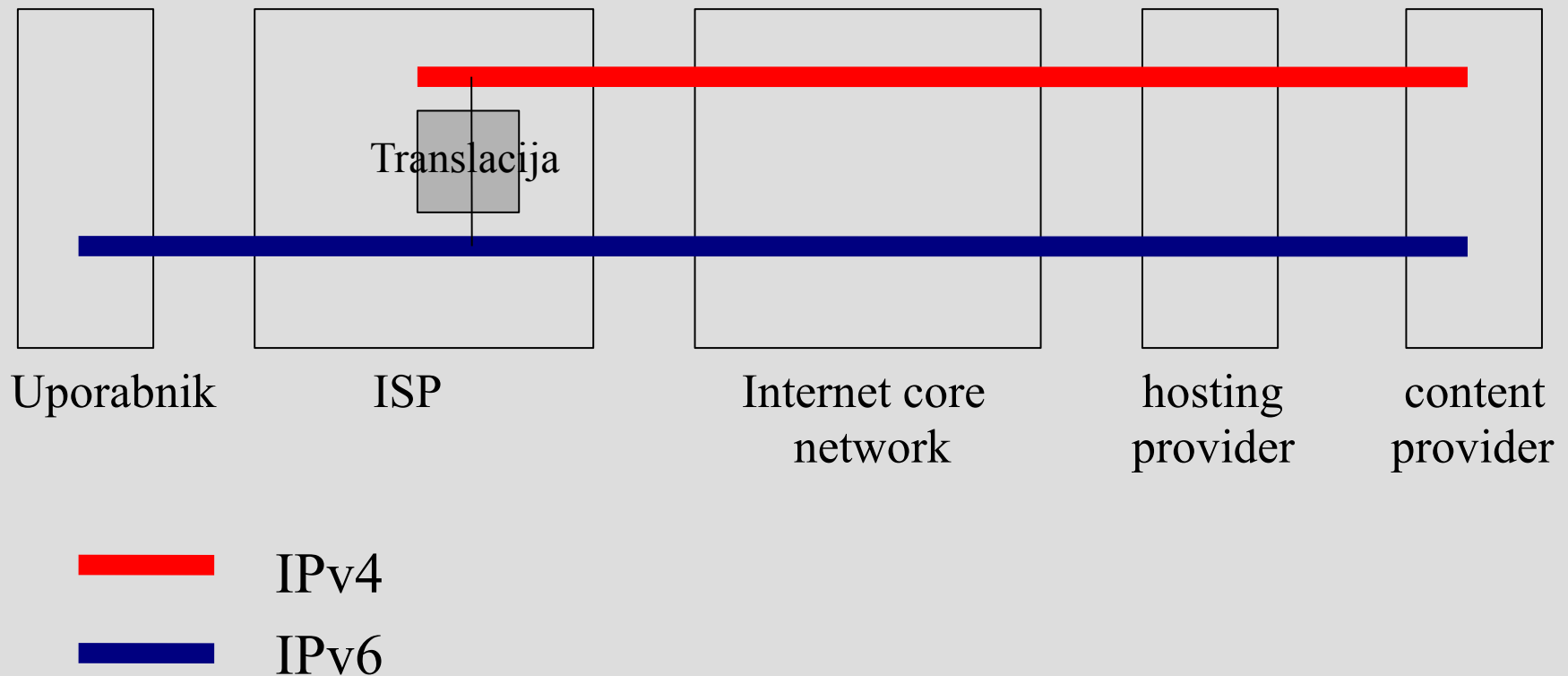
Kako bi morala migracija potekati

Naslednji korak: IPv6 do uporabnika



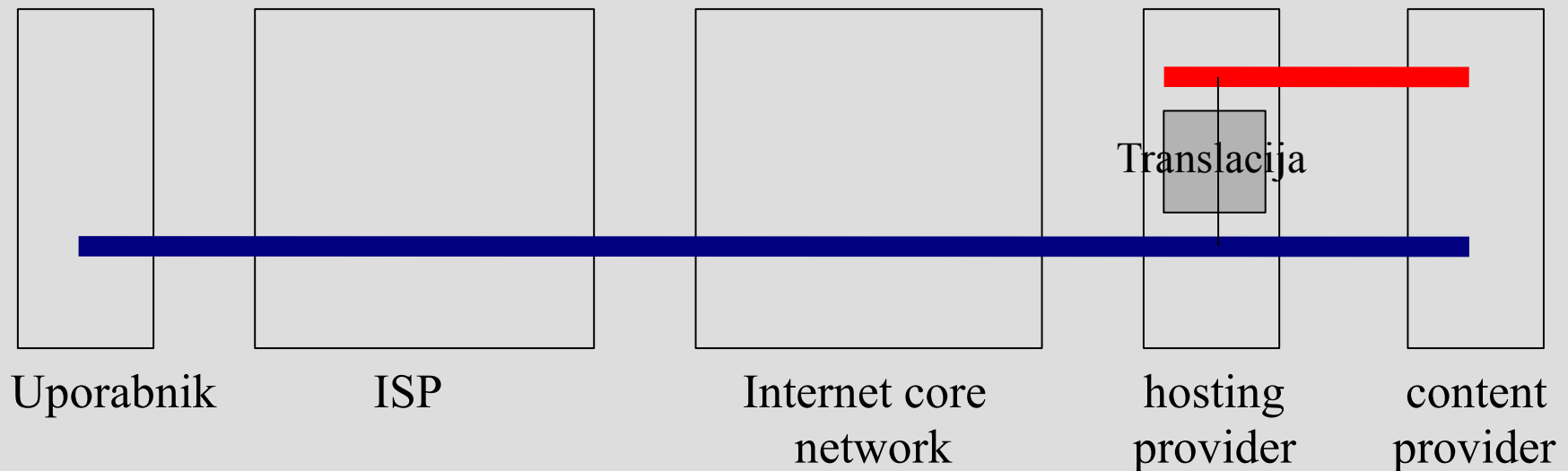
Kako bi morala migracija potekati

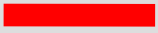

Naslednji korak: IPv4 ukinemo uporabnikom,
ISP-ji postavijo IPv6<->IPv4 translacijske mehanizme



Kako bi morala migracija potekati

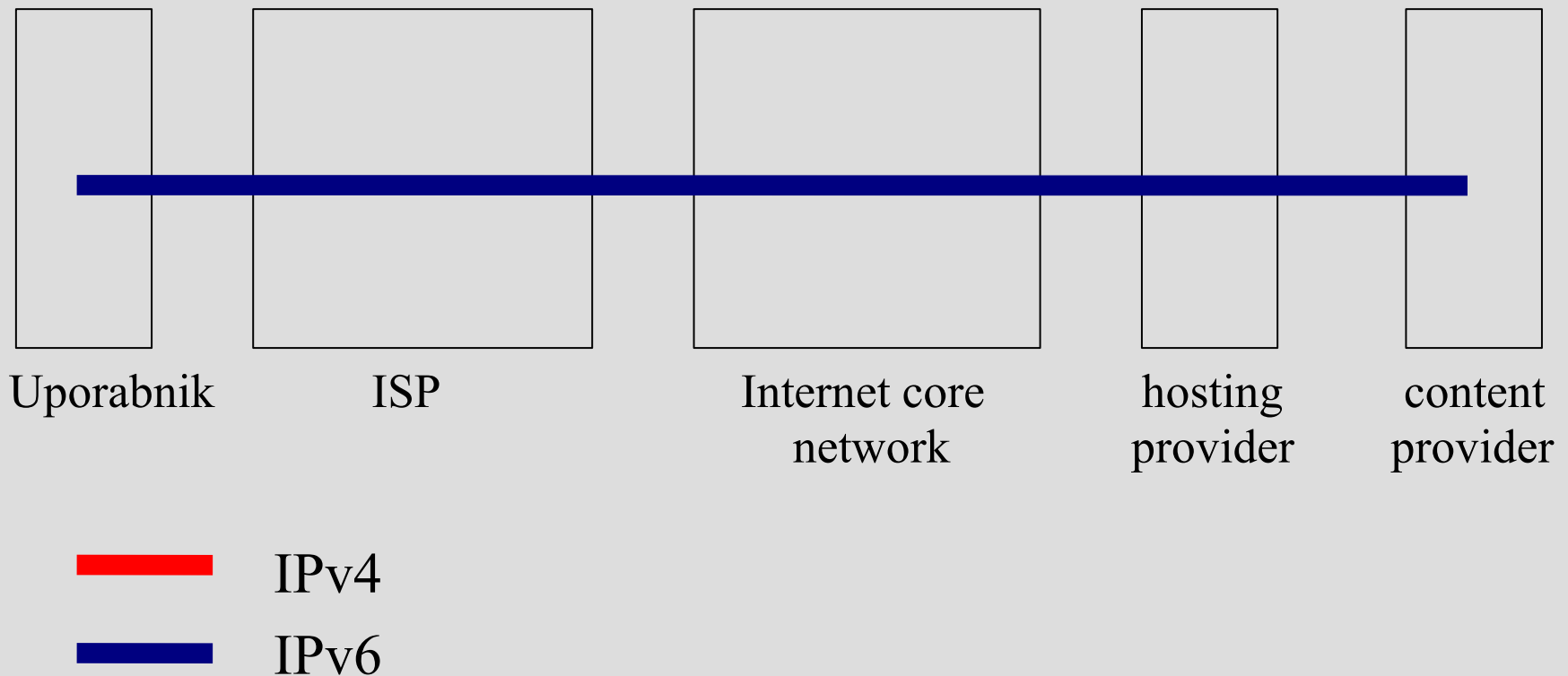
Naslednji korak: IPv4 ukinemo na core network nivoju za translacijo zadnjih IPv4-only content providerjev se poskrbi pri hosting providerju ali sami (če ne gostujejo vsebin)



 IPv4
 IPv6

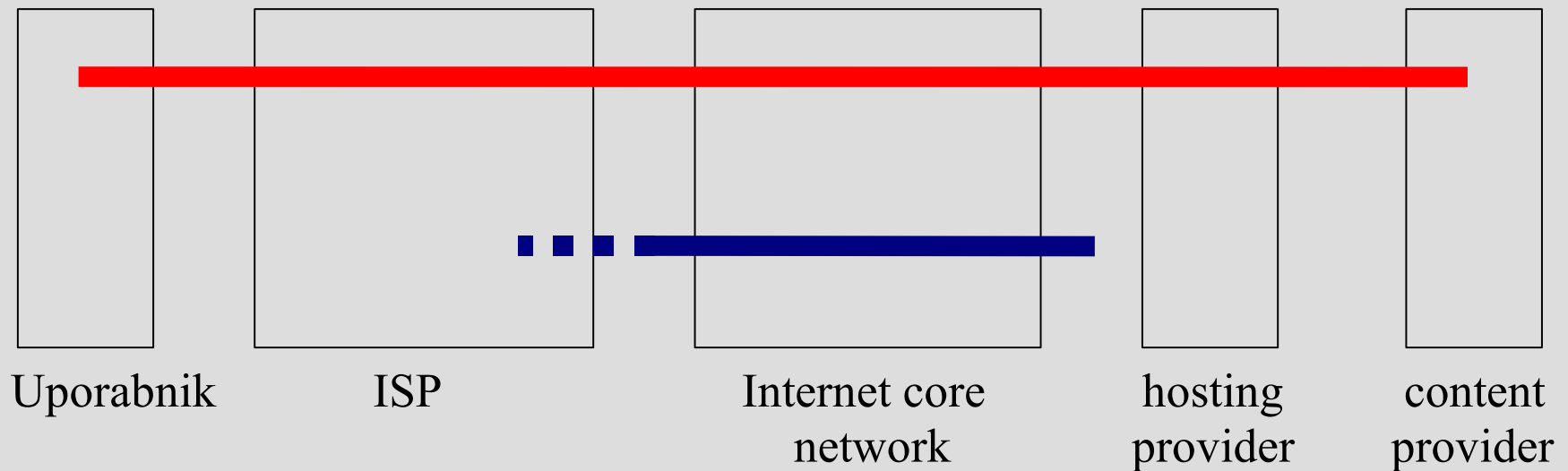
Kako bi morala migracija potekati

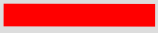

Naslednji korak: ostane nam samo IPv6



Predvidevanja, kaj se bo dogajalo...

Trenutno stanje: IPv4 transport

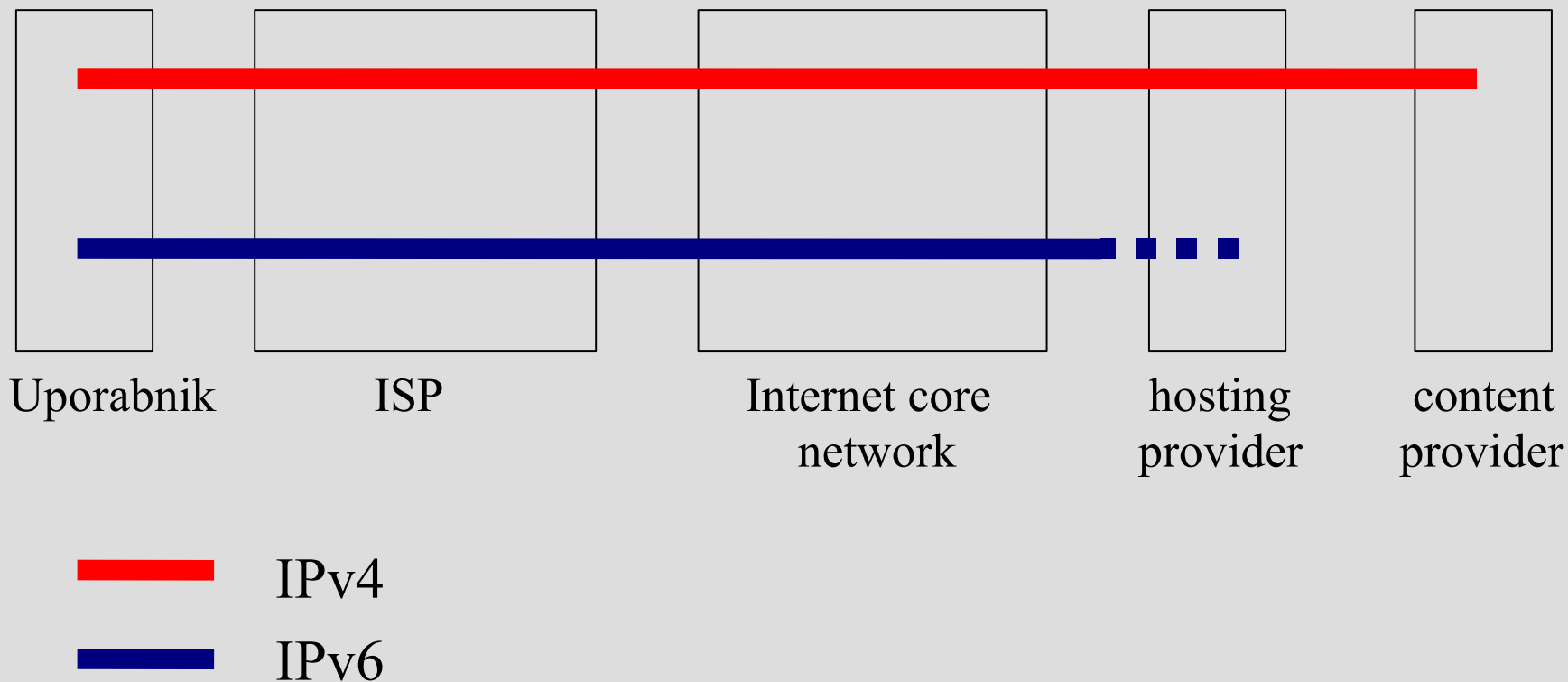


 IPv4
 IPv6

Predvidevanja, kaj se bo dogajalo...

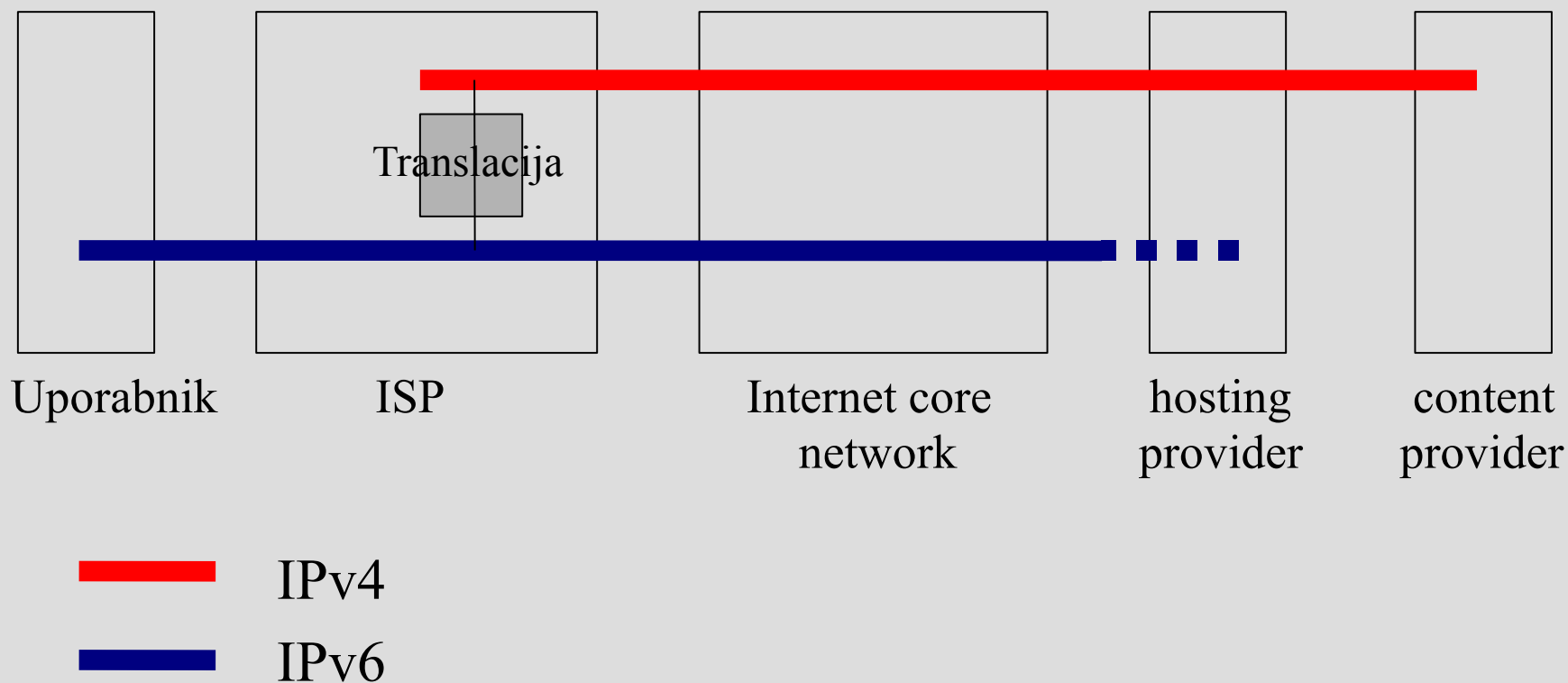
Naslednje stanje: IPv4 naslovni prostor se bo izčrpal, ISP-ji bodo šli na dual-stack ali IPv6 only

Hosting providerji bodo morda testirali, a to po njihovem najbrž ne bo njihov problem, niti problem content providerjev



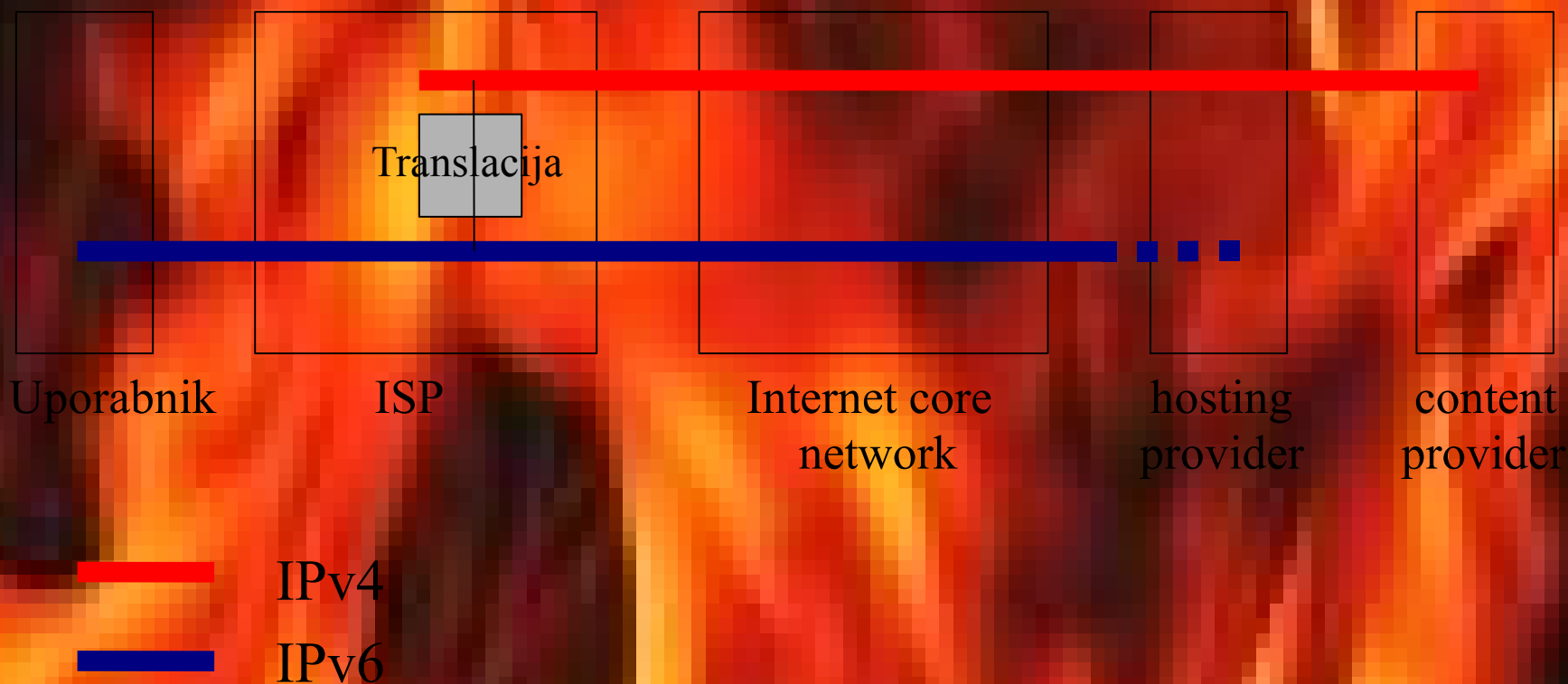
Predvidevanja, kaj se bo dogajalo...

Naslednje stanje: ISP-ji bodo ugotovili, da je vzdrževanje dual-stacka za končne uporabnike predrago in bodo ukinili IPv4 ter nastalo situacijo maskirali s translacijskimi mehanizmi, ki naj bi povezovali oba svetova



Predvidevanja, kaj se bo dogajalo...

Naslednje stanje: ISP-ji bodo ugotovili, da je vzdrževanje dual-stacka za končne uporabnike predrago in bodo ukinili IPv4 ter nastalo situacijo maskirali s translacijskimi mehanizmi, ki naj bi povezovali oba svetova



Predvidevanja, kaj se bo dogajalo...

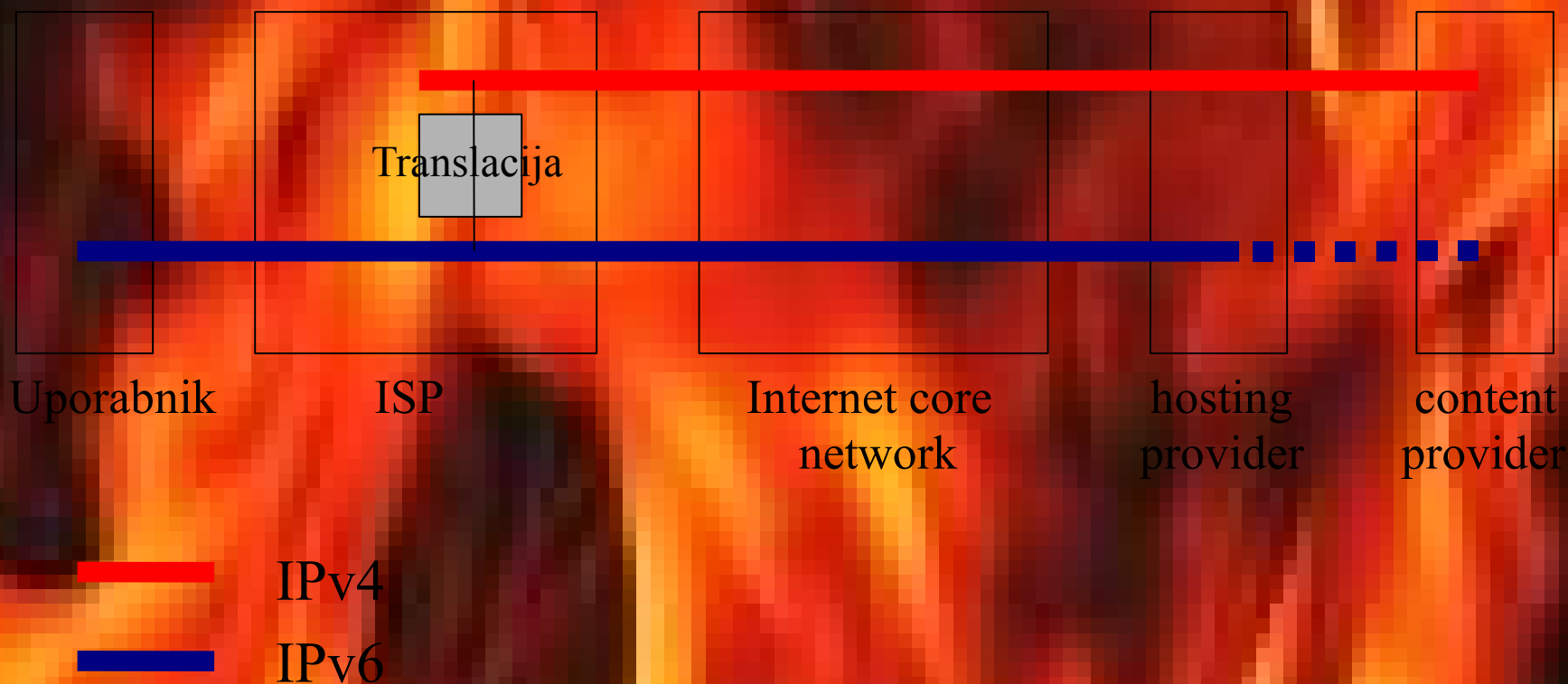
- **nulta točka – kdo je kriv?**
- **ISP zagotavlja povezljivost uporabniku po pogodbi**
- **hosting provider zagotavlja gostovanje content providerju po pogodbi**
- **uporabnik ima težave pri dostopu do vsebin**
- **content providerjem pade obisk in s tem prihodek**
- **vsak vali krivdo na drugega...**
- **uporabniki so zelo nezadovoljni...**

Predvidevanja, kaj se bo dogajalo...

Naslednje stanje: hosting in content providerji bodo na prisiljeni v deployment IPv6 stacka na vso silo in vse kriplje.

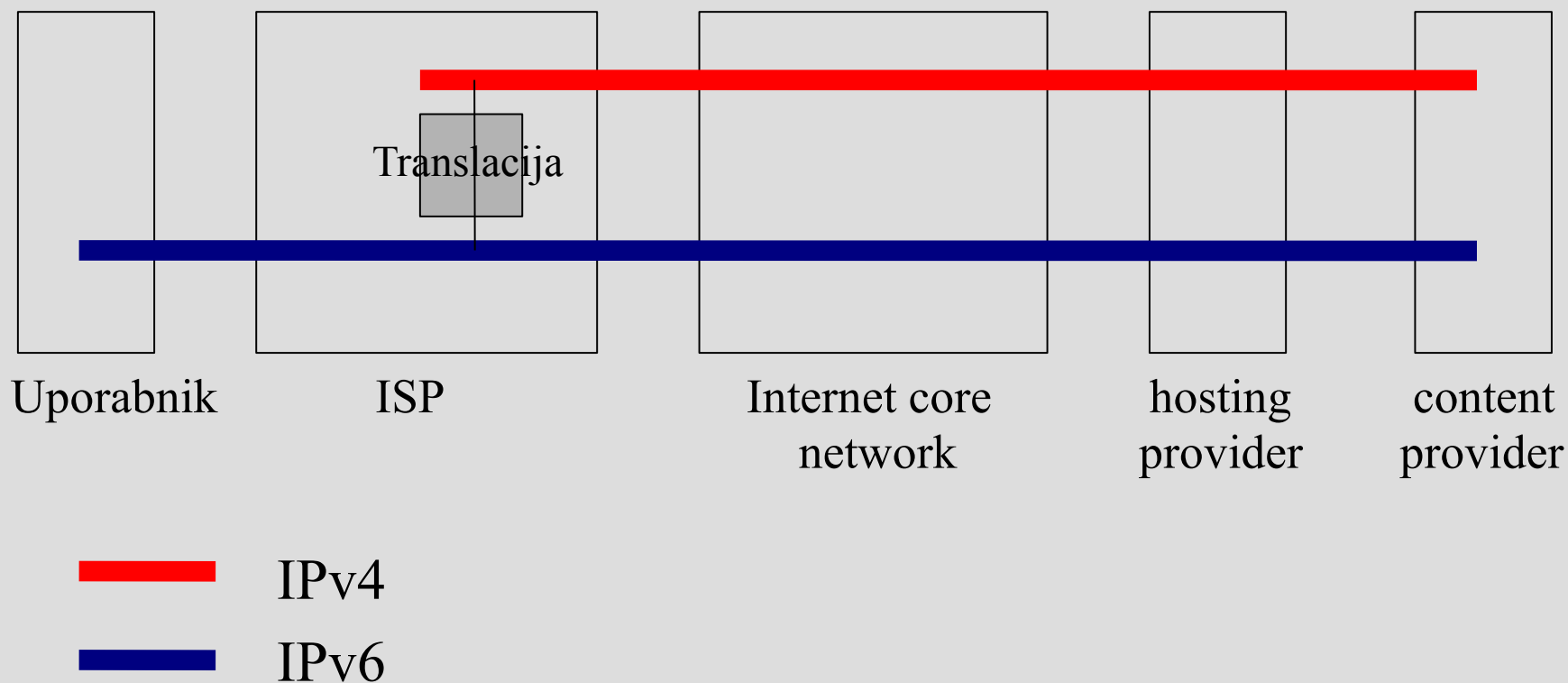
Ta prisilni deployment bo terjal ogromno živcev, denarja, časa in predanosti, precej več, kot če bi se to naredilo vnaprej.

Takšno stanje se predvideva najmanj 3 leta.



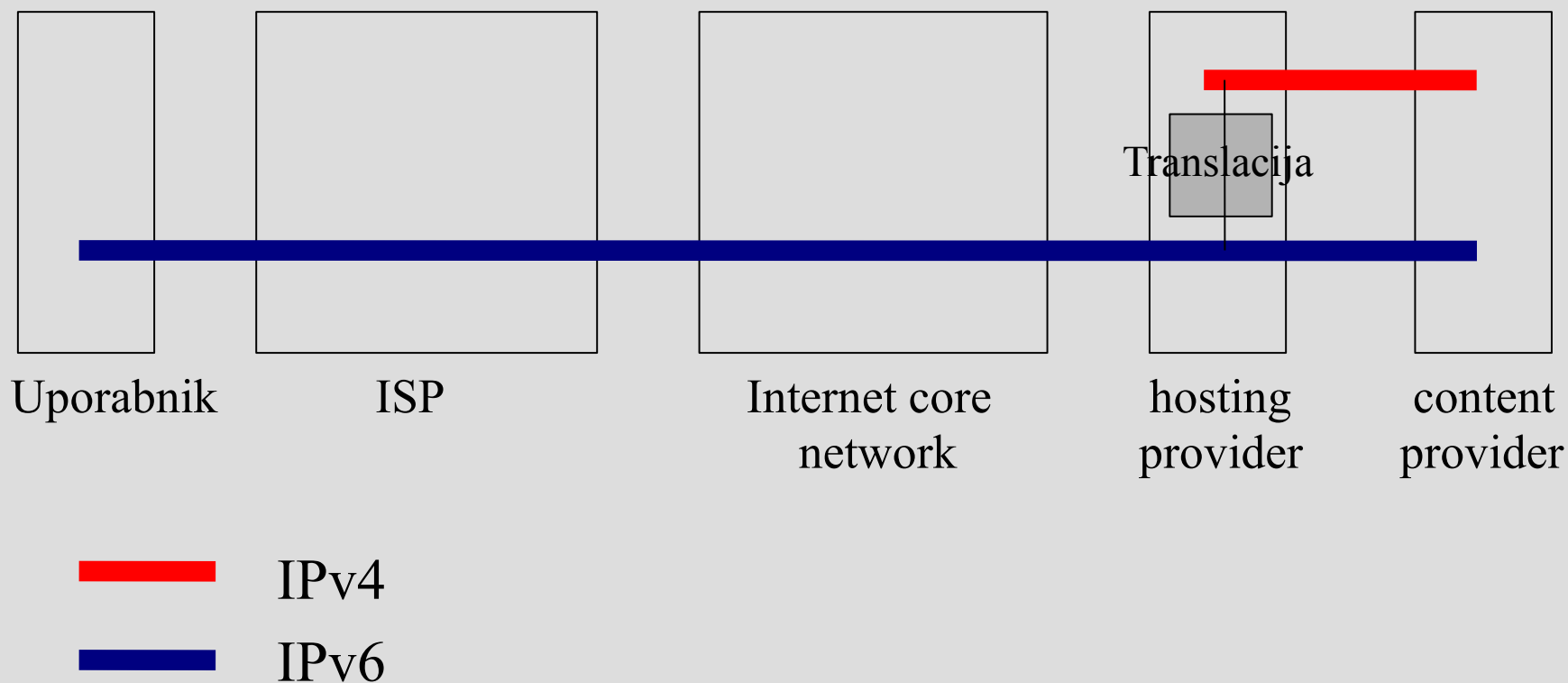
Predvidevanja, kaj se bo dogajalo...

Naslednje stanje: hosting in content providerji bodo v roku treh let
večinoma deployali dual-stack in promet se bo normaliziral na IPv6
transportu



Predvidevanja, kaj se bo dogajalo...

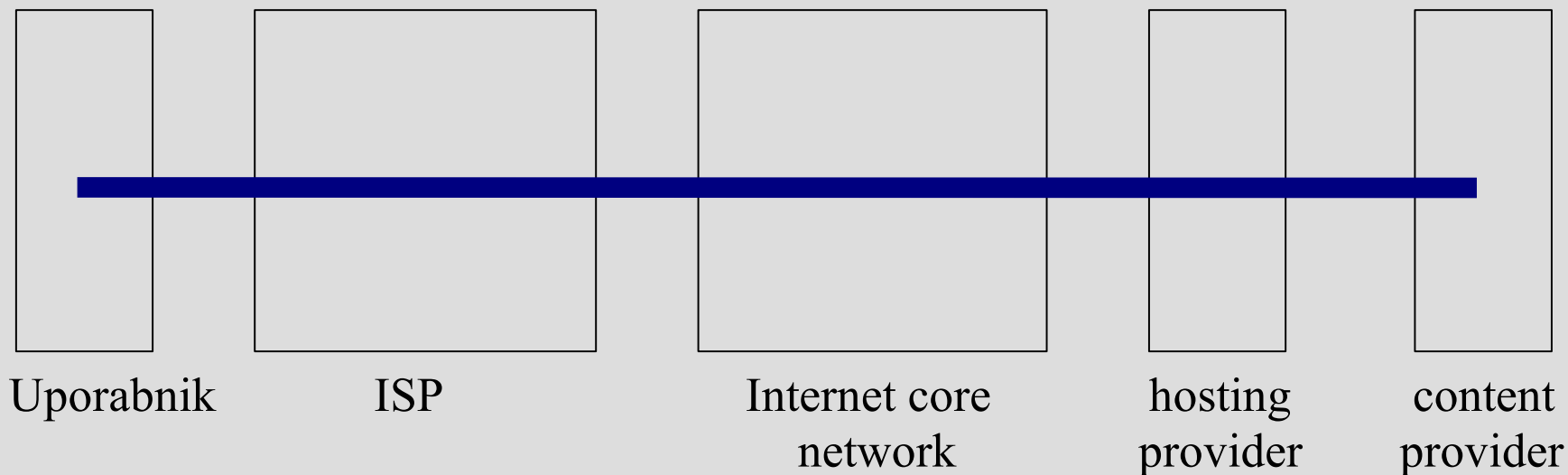
Naslednje stanje: IPv4 se počasi ukinja na internet core networku, hosting providerji poskrbijo za translacijo zamudnikov



Predvidevanja, kaj se bo dogajalo...

Naslednje stanje: ostane nam samo IPv6

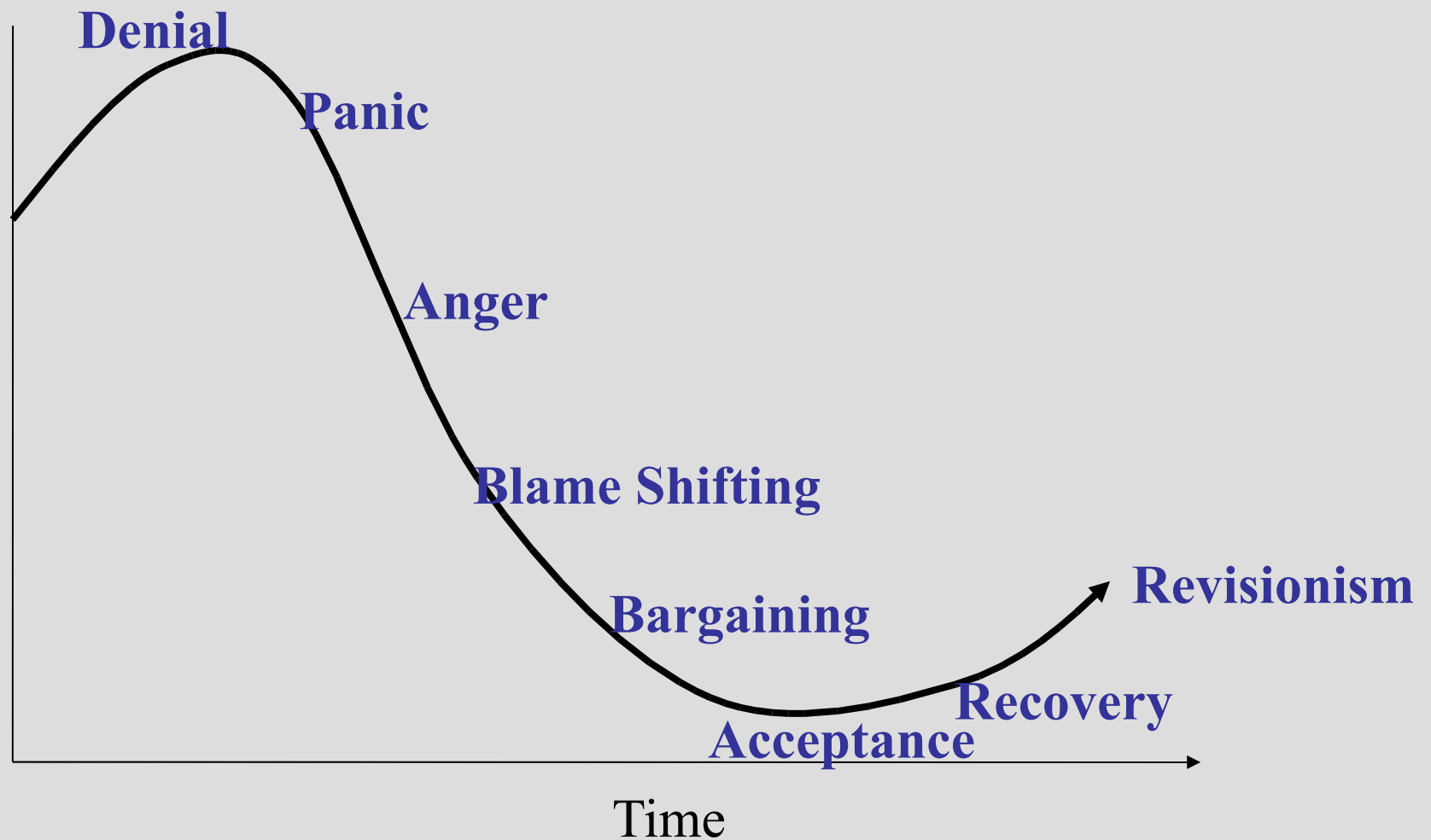
Po napovedih naj bo se to zgodilo šele čez 70 let.
Do takrat bomo vlekli za sabo IPv4 balast.



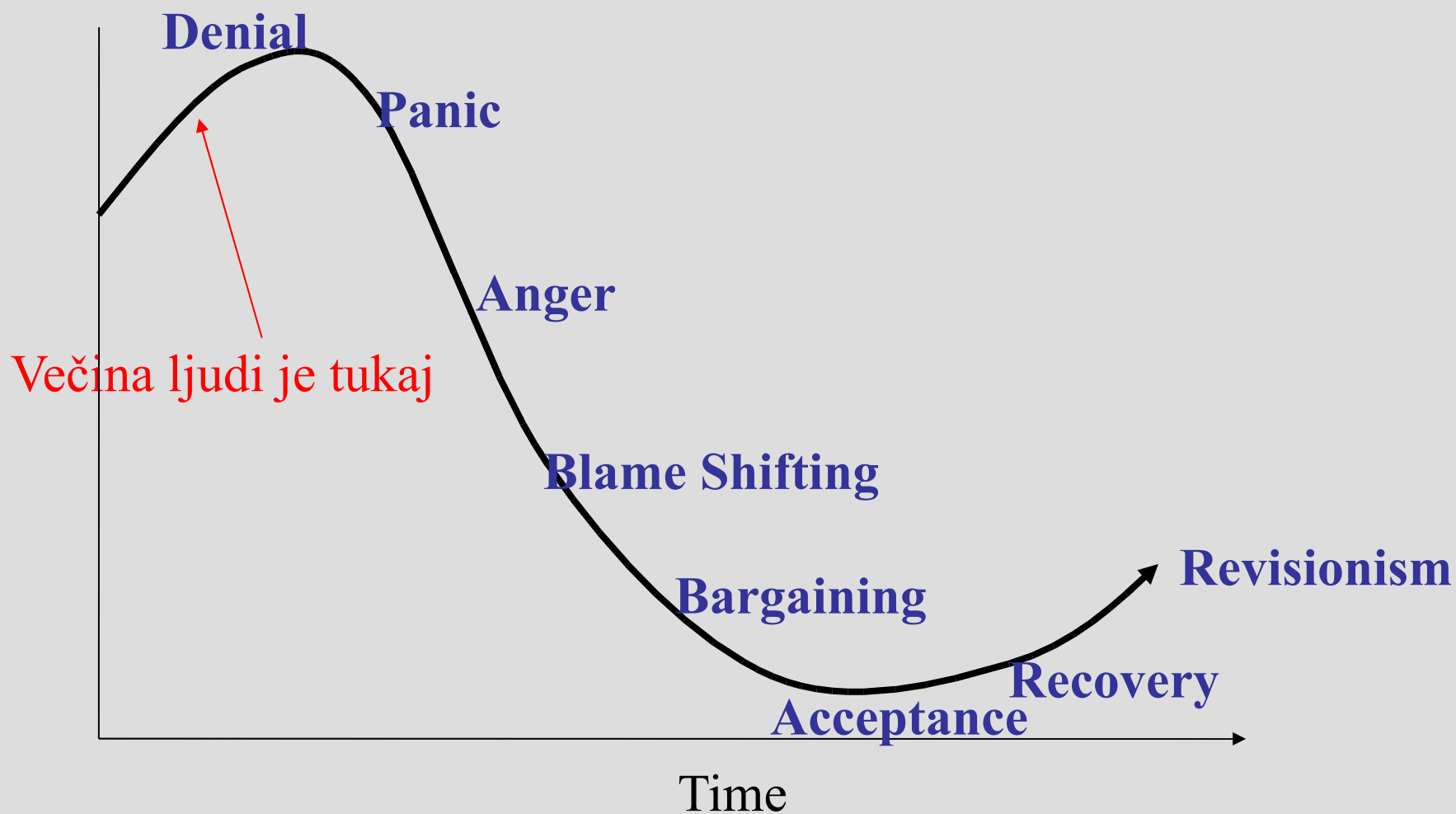
— IPv4

— IPv6

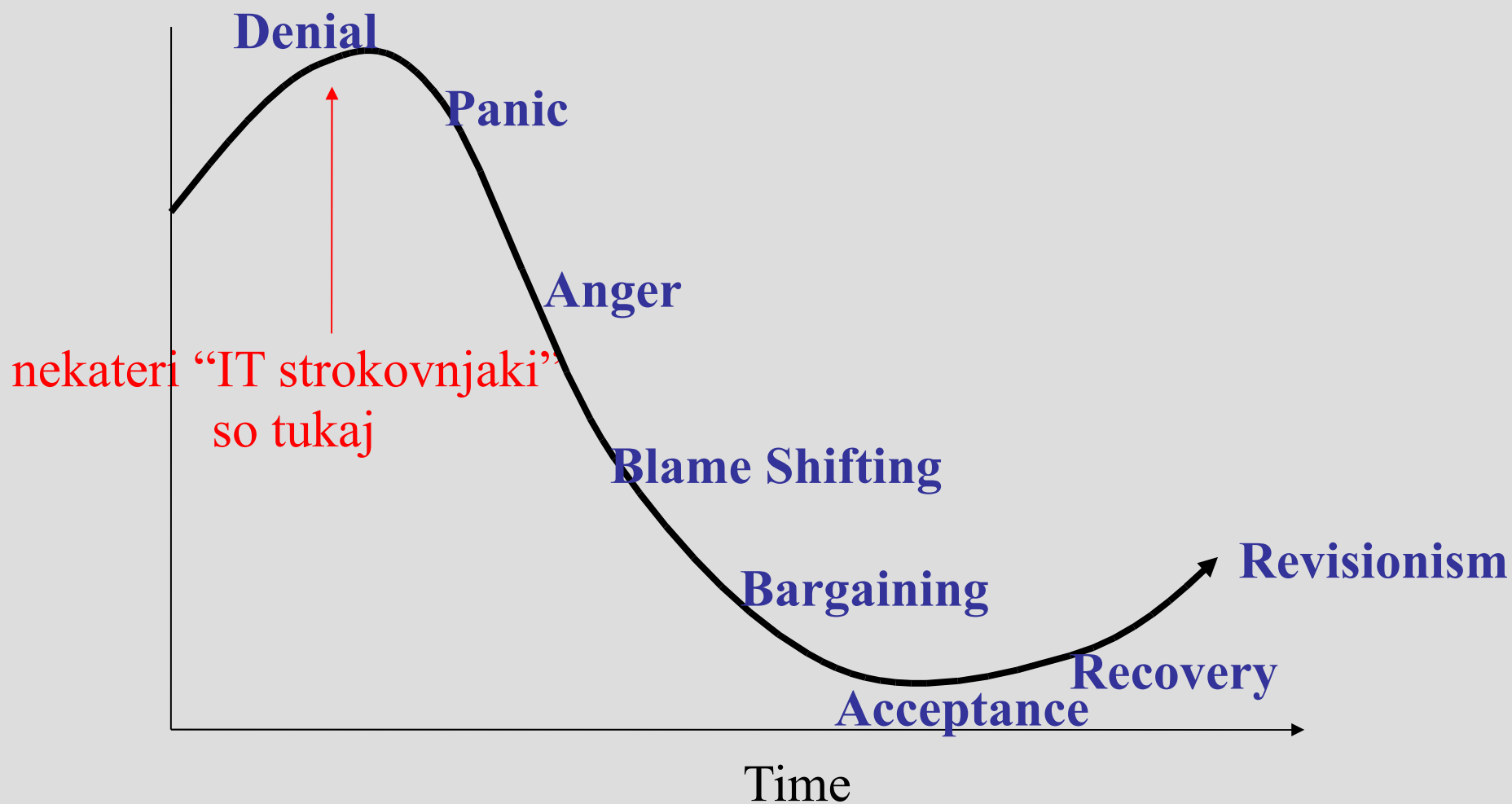
Predvidevanja, kaj se bo dogajalo...



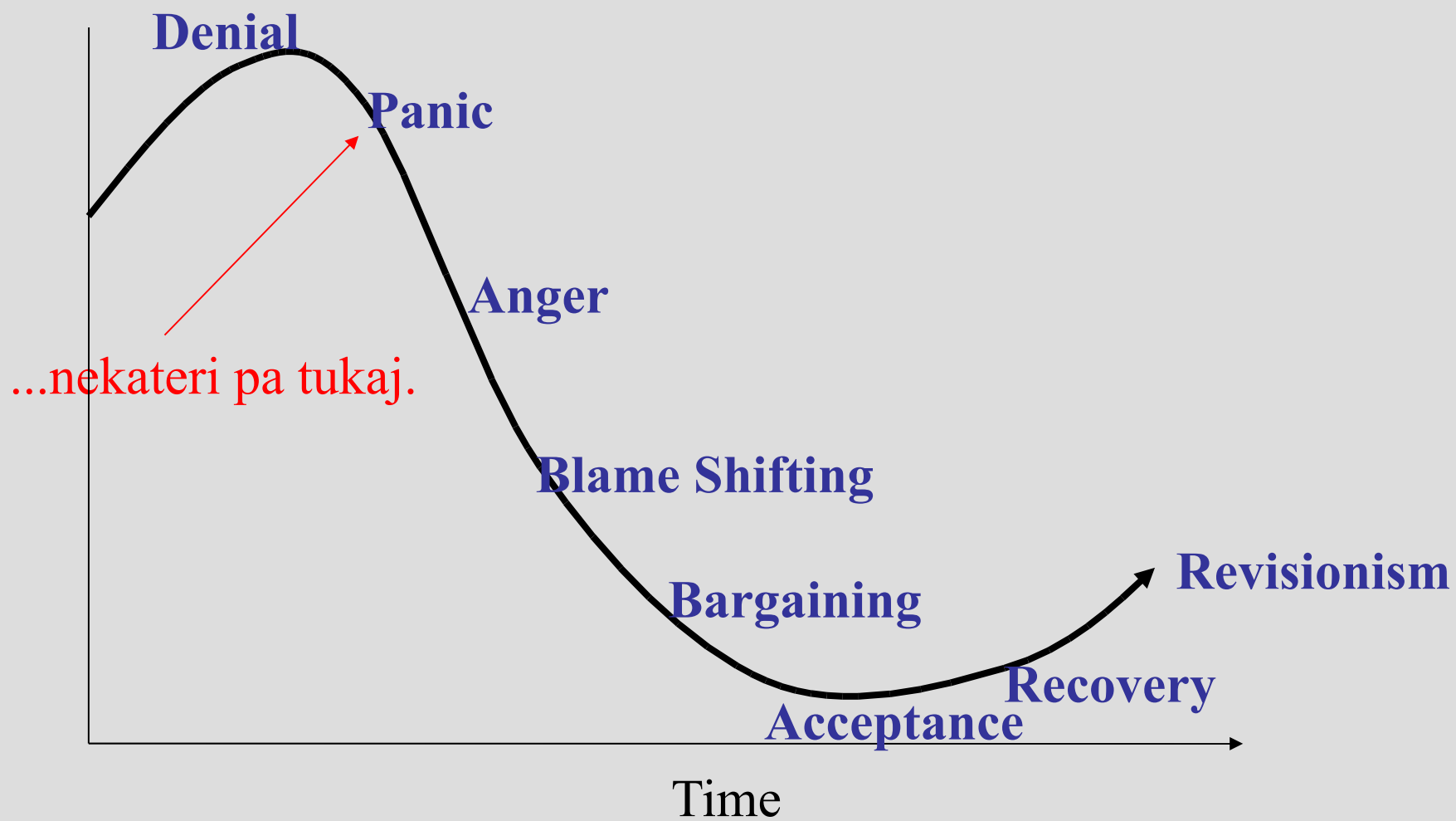
Predvidevanja, kaj se bo dogajalo...



Predvidevanja, kaj se bo dogajalo...



Predvidevanja, kaj se bo dogajalo...



Zakaj nimamo delujočega plana?

- Ker se premalo ljudi zaveda problema.
- Ker IPv6 -> IPv4 translacijski mehanizmi ne delajo, kot bi morali
- Ker hosting in content providerji ignorirajo problem v stilu *“nekdo drug bo za to poskrbel, počakajmo na to, da nam bo rešitev servirana na zlatem pladnju”*
- Ker razmišljajo hosting in content providerji v smislu: *“saj imamo še zadosti IP naslovov za naše potrebe za kar nekaj let, kaj bi se s tem ubadali...”*
- Ker tudi če gredo hosting in content providerji na dual stack in na nepravilen način dodajo AAAA zapis v DNS za njihove serverje, lahko zelo hitro odrežejo svoje vsebine od sveta
- Ker hosting in content providerji praviloma niso pripravljeni investirati v šolanje kadrov

Težave z migracijskimi in translacijskimi mehanizmi, ki naj bi povezovali oba svetova

Nekateri mehanizmi:

- SIIT – Stateless IP/ICMP Translator
- A+P hack
- NAT-PT / NAPT-PT – Deprecated by IETF
- pTRTd – Portable Transport Relay Translator daemon
- TOTd – Trick or Treat daemon (DNS-ALG)
- BIS – Bump in the stack
- SOCKS-based gateway (RFC3089)
- TCP-UDP Relay (RFC3142)
- različne tehnike tuneliranja (6over4, 6to4, ISATAP, Teredo, etc...

Težave z migracijskimi in translacijskimi mehanizmi, ki naj bi povezovali oba svetova

- SIIT – Stateless IP/ICMP Translator

Mehanizem, ki mapira na eni strani IPv4 naslove v `::FFFF:IPv4_addr`, na drugi strani pa IPv6 naslove v `::FFFF:0:IPv4_addr` in med njimi dela translacijo paketov. Neuporabnost tega mehanizma je v temu, da morajo imeti vsi IPv6 hosti dodeljene tudi IPv4 naslove, da translacija deluje.

Proof of concept, neuporabno v realnem življenju.

Težave z migracijskimi in translacijskimi mehanizmi, ki naj bi povezovali oba svetova

- A+P hack

Mehanizem, katerega je pred tremi meseci idejno zasnoval Randy Bush. Ideja je, da “ukrademo” bite iz številke porta in jih pri translaciji dodamo k naslovu:)

NAT porinemo do uporabnikove naprave, kjer je A+P hack v stacku, ki pretvarja in mapira interne v4 IP naslove + porte v v6 prefix+A+P v hexu.

Makes sense?

Ideja je brilijantna, saj omogoča ISP-jem v6-only povezavo do uporabnika, uporabniku pa ni treba spreminjati svojega internega networka.

Past: Še vedno bo treba dostop v IPv4 svet spraviti skozi translacijske mehanizme na strani ISP-ja.

Težave z migracijskimi in translacijskimi mehanizmi, ki naj bi povezovali oba svetova

- NAT-PT / NAPT-PT – Deprecated by IETF

NAT-PT / NAPT-PT je doživel največ razvoja, posledično pa je bil tudi najbolj kritiziran mehanizem, saj spet uvaja NAT

Ne moremo NAT-ati 128bitnega naslovnega prostora v 32bitni prostor!

Spisek težav in razlogov, zakaj je šla zadeva na digitalno smetišče zgodovine je tukaj: <http://www.tools.ietf.org/html/rfc4966>

Težave z migracijskimi in translacijskimi mehanizmi, ki naj bi povezovali oba svetova

- pTRTd - Portable Transport Relay Translator daemon

Mehanizem, katerega se je začelo razvijati leta 2001, do nedavnega pa je bil razvoj ustavljen, a ker je IETF definiral NAT-PT kot deprecated, gre sedaj razvoj spet naprej.

Ves IPv4 naslovni prostor mapira v en IPv6 prefix, katerega se potem uporablja na IPv6 strani za komunikacijo s TRT serverjem, na IPv4 strani pa TRT router normalno komunicira z IPv4 svetom in transparentno predaja promet med obema sejama, IPv4 in IPv6.

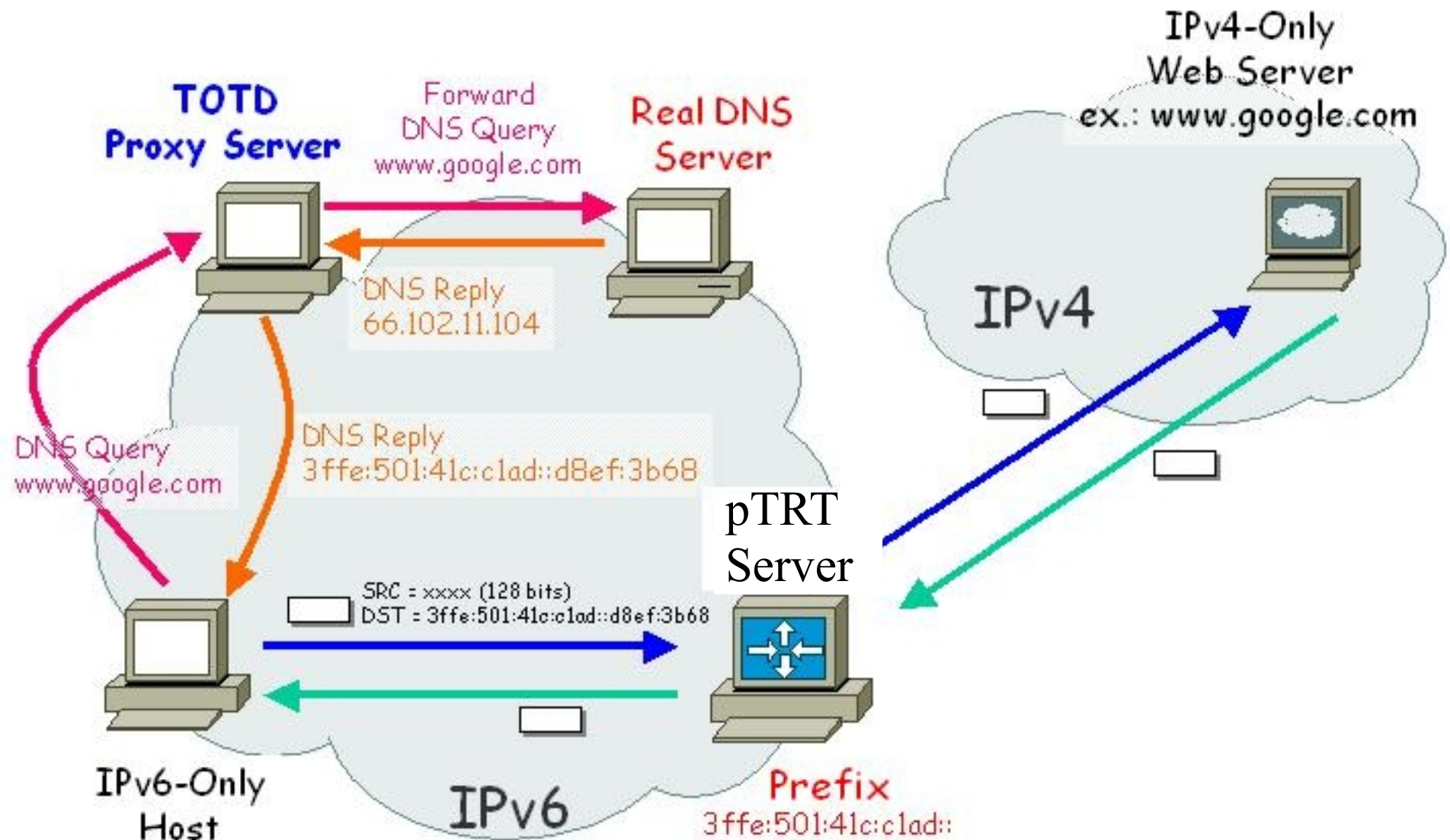
Deluje na TCP in UDP-ju, a zaenkrat samo za dvosmerne protokole.

Težave z migracijskimi in translacijskimi mehanizmi, ki naj bi povezovali oba svetova

- TOTd - Trick or Treat daemon

TOTd je DNS proxy, ki spreminja DNS odgovore. Če zazna v dns odgovoru AAAA zapis, potem preda query result naprej nespremenjen, če pa ni AAAA zapisa, ga doda in kot vrednost zapiše IPv6 prefix, katerega lahko določimo in na koncu skonvertirano vrednost IPv4 v hex obliki. Primer sledi na naslednji sliki...

TOTD for DNS-ALG

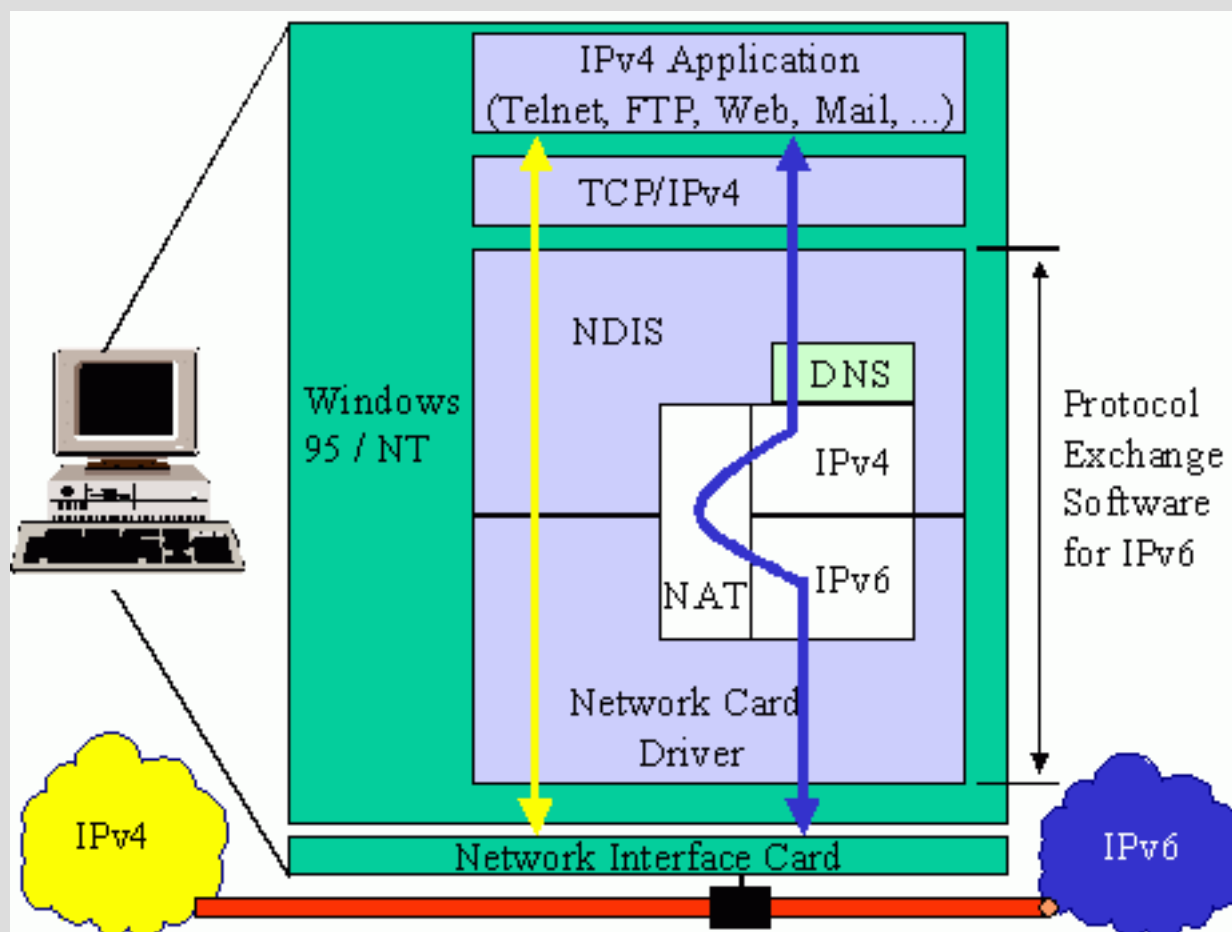


Težave z migracijskimi in translacijskimi mehanizmi, ki naj bi povezovali oba svetova

- BIS – Bump in the stack

SIIT mehanizem, katerega so vtaknili direktno v network stack

Deluje za unicast promet, pa še to morajo biti headerji brez opcij



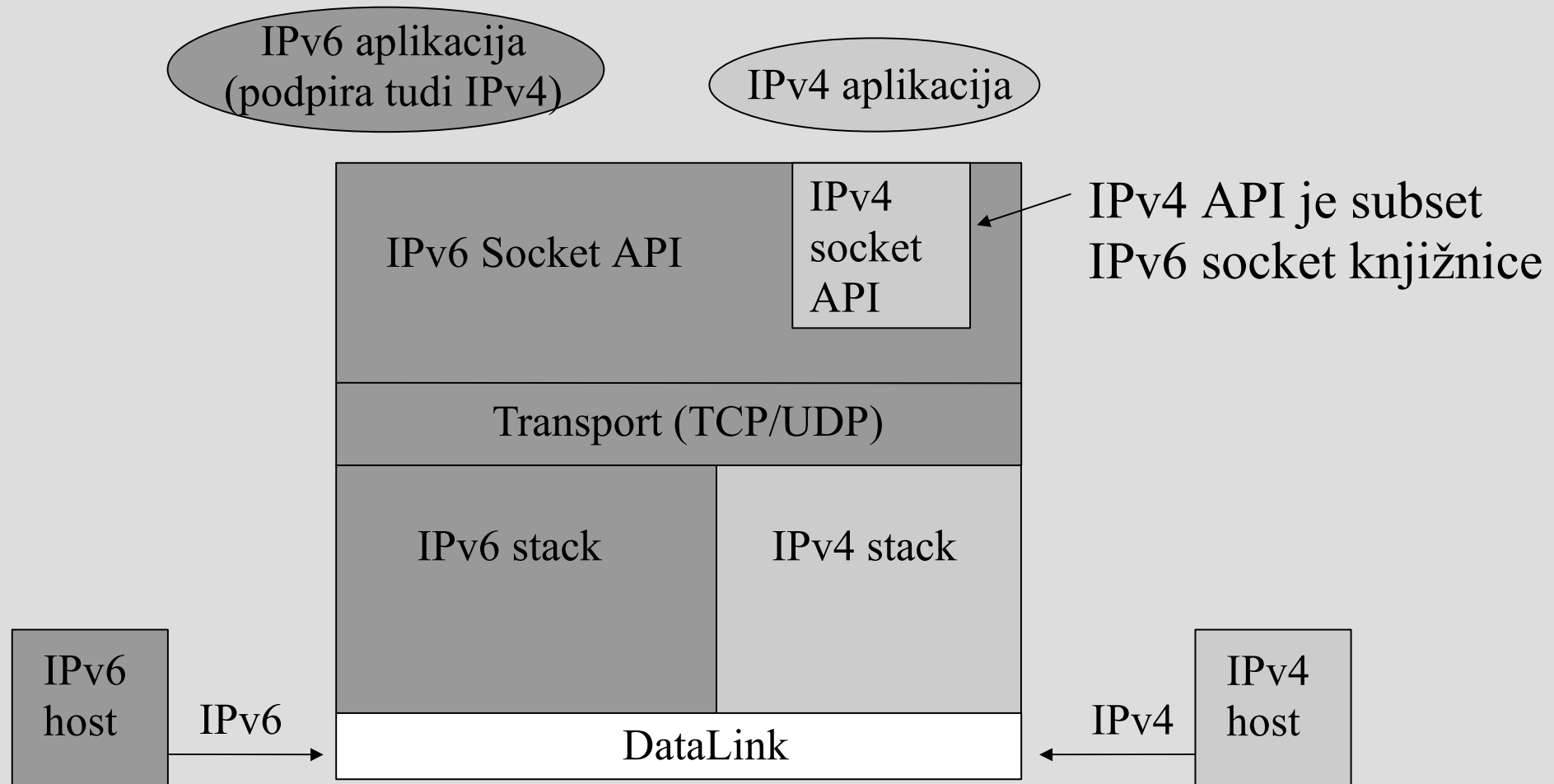
Težave z migracijskimi in translacijskimi mehanizmi, ki naj bi povezovali oba svetova

- PMTU discovery je opcijski v IPv4 svetu
- fragmentacija je težavna za obvladovanje
- security asociacije niso ravno transparentne
- opcije v headerjih IPv6 paketov se večinoma ne da prevesti v IPv4
opcije
- UDP checksum je opcijski v IPv4 svetu
- večina ICMP sporočil je različna
- povezave se lahko inicirajo samo iz IPv6 node-a

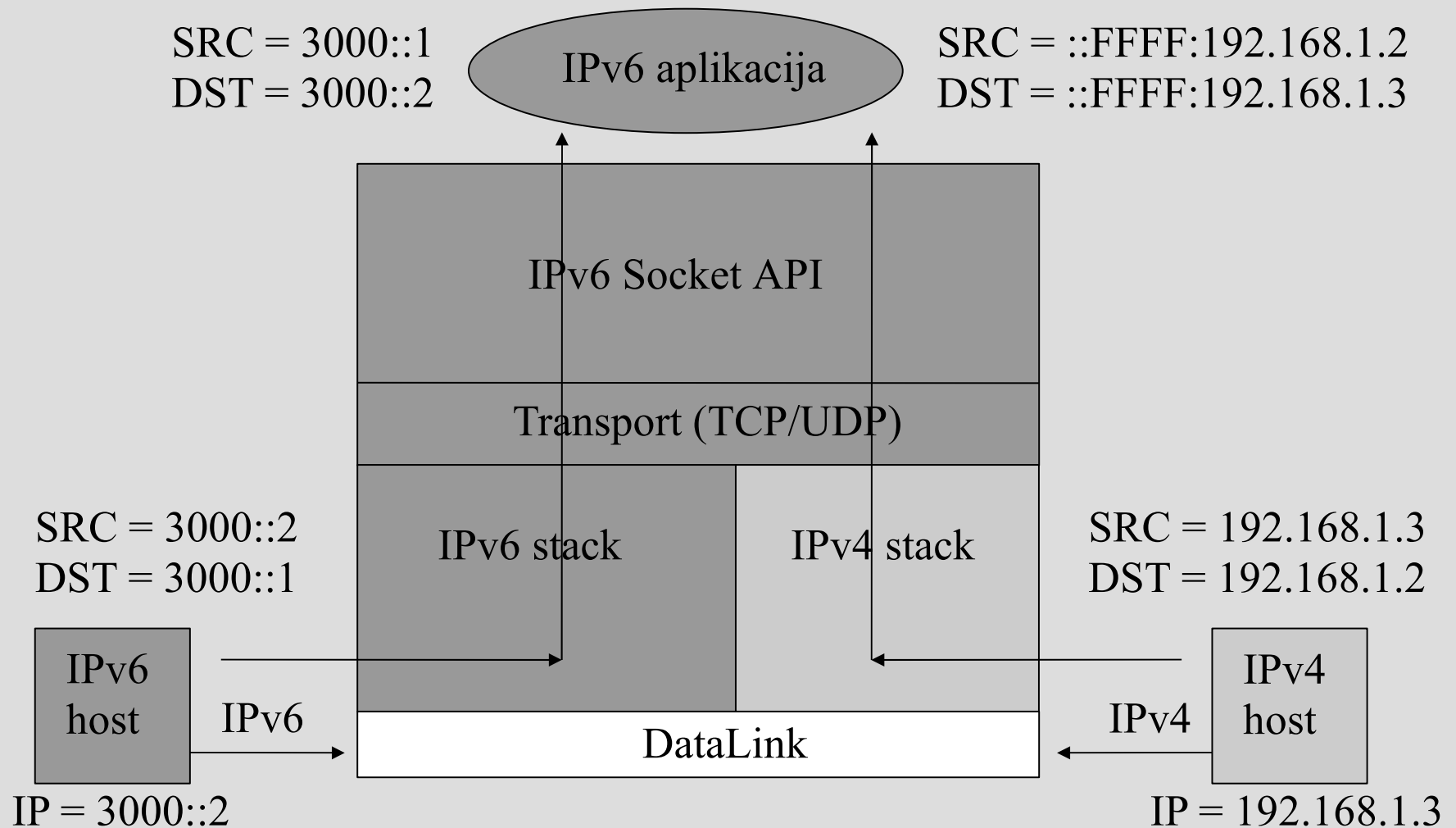
IPv6 protocol stack, IPv6 socket API in programiranje

- RFC3493 – Basic socket Extensions for IPv6 – Design aims
- RFC3642 - Common Elements of Generic String Encoding Rules (GSER) Encodings
 - spremembe so bile zmanjšane na minimum
 - aplikacije lahko uporabljajo ta API za komunikacijo z IPv4 in IPv6 hosti
 - nova socket struktura
 - nove funkcije za konverzijo naslovov
 - nove socket opcije
 - nov socket API je eksplicitno dual-stack
 - IPv6 aplikacije so tudi IPv4 aplikacije

IPv6 protocol stack, IPv6 socket API in programiranje



IPv6 protocol stack, IPv6 socket API in programiranje



go6.si in IPv6

Iniciativa go6.si je bila ustanovljena za koordinacijo prehoda internetnih omrežij na protokol IPv6 na področju Slovenije in širše. Ustanovitelj go6.si je Domenca d.o.o., ki se aktivno ukvarja z raziskavami, razvojem in ozaveščanjem zainteresiranih javnosti na tem področju. V zadnjem času je iniciativa ob izrednem zagonu pobudnikov pričela pridobivati vedno večje podporo, med drugim je idejo in delovanje go6.si podprla tudi Agencija za pošto in elektronske komunikacije (APEK), kar prizadevanja iniciative go6.si uvršča na agendo širše javnosti. Naša prizadevanja je z veseljem podprl tudi RIPE NCC, trenutno smo v dogovarjanjih o vsebini in obsegu formalne podpore.

<http://go6.si/>



APEK

Agencija za pošto in elektronske
komunikacije Republike Slovenije



Q & A

Na vsa vprašanja se morda najde odgovor...

...če ne gre drugače, pa na Googlu :)

