

Počítačové siete

IPv6

IPv4

- adresácia
 - dĺžka adres
 - 32 bitov – cca 4 miliardy adres
 - 0-32 bitov určuje sieť, 32-0 bitov zariadenie
 - broadcasting
 - multicasting
- zapíňanie adresného priestoru
 - NAT
- 2011 – globálne zásoby vyčerpané

IPv4

- sieťová vrstva – IP, ICMP
- transportná vrstva – TCP, UDP
- medzi linkovou a sieťovou vrstvou – ARP
- konfigurácia
 - statická
 - DHCP
- fragmentácia paketov na ceste

IPv6

- adresácia
 - dĺžka adres
 - 128 bitov
 - zväčša 64 bitov určuje sieť, 64 bitov interface
 - unicast
 - multicast
 - anycast
 - **nemá broadcast**

IPv6

- sieťová vrstva – IP (v. 6), ICMP (v. 6)
- transportná vrstva – TCP, UDP
- ARP nahradené Neighbour Discovery
- konfigurácia
 - statická
 - automatická
 - DHCPv6
- fragmentácia paketov len u zdroja

IPv6

- textová reprezentácia adresy
 - 16-ková sústava, 8 blokov po 4 číslice, odd. :
 - počiatočné 0 sa môžu vynechať
 - 1 súvislý úsek blokov 0000 sa môže vynechať
 - `::1 = 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001`
 - `1234::abcd =`
`1234:0000:0000:0000:0000:0000:0000:abcd`
- textová reprezentácia prefixu
 - IPv6 adresa / dĺžka prefixu (masky)
 - `1234::/64`

IPv6

- rozdelenie adresného priestoru
 - `::/128` – nešpecifikovaná adresa (analógia 0.0.0.0)
 - `::1/128` – loopback (analógia 127.0.0.1)
 - `FF00::/8` – multicast
 - `FE80::/10` – link-local unicast
 - iné – global unicast
 - anycast-ové adresy sú podmnožinou unicast-ových

Interface identifier

- každá „normálna“ IPv6 adresa má 64 bit IID
- ak je linková vrstva Ethernet
 - IID je odvodený z linkovej adresy
 - ccccccugCCDDD -> ccccccvgCC **FFFE** DDD
 - v = NOT u (u=0 pri normálnej linkovej adrese)
- ak nie je k dispozícii globálne jedinečný identifikátor
 - v = 0

Link-local IPv6 adresy

- Link-local unicast
 - každý interface má aspoň 1 link-local adresu
 - použiteľné na komunikáciu medzi „susedmi“
 - nesmú sa routovať
 - FE80:0000:0000:0000:IID
- Link-local multicast
 - All hosts multicast („broadcast“): FF02::1
 - Solicited-node address
 - FF02::1:FFxx:xxxx, kde xxxxxx je spodných 24 bit unicast-ovej adresy

Globálne IPv6 adresy

- 3 časti
 - globálny prefix (pre bežné siete 48 bitov)
 - subnet (16 bitov)
 - 64 bit IID
- v súčasnosti používané prefixy
 - 2000::/3
 - ::FFFF:0000:0000/96 – na reprezentáciu IPv4
 - ::FFFF:1.2.3.4

Lokálne použiteľné IPv6 adresy

- prefix FD00::/8
- 40 bitov náhodne určených
- 16 bitov pre subnet
- 64 bitov IID
- nesmú sa objaviť v Internete
- analógia súkromných adries z IPv4
 - výhodou je malá pravdepodobnosť kolízie adries z viacerých sietí

Neighbor Discovery Protocol

- slúži na
 - mapovanie IPv6 adresy na linkovú adresu
 - hľadanie routera
 - zisťovanie existencie uzla s danou adresou
 - zisťovanie sieťových parametrov
 - detekciu duplicitných adries
 - detekciu nedostupnosti suseda
 - redirect

Neighbor Discovery Protocol

- používa ICMP
 - Router Solicitation
 - Router Advertisement
 - pravidelne aj na vyžiadanie
 - informácie o prefixoch, routeri, MTU, ...
 - Neighbor Solicitation
 - Neighbor Advertisement
 - informácia o linkovej adrese
 - Redirect

IPv6 -> linková adresa

- Neighbor Solicitation
 - multicast na Solicited-node address pro požadovanou unicast adresu
- Neighbor Advertisement
 - obsahuje hledanou linkovou adresu
- Pre multicast
 - 3333xxxxxxx, kde xxxxxxxx je posledních 32 bitů multicastové adresy

IPv6 Autokonfigurácia

- vygenerovanie link-local adresy a overenie jej jedinečnosti
- vyslanie Router Solicitation na FF02::2
- router pošle Router Advertisement na FF02:1
 - odtiaľ získame informáciu o prefixe
 - skombinujeme prefix s IID
 - získame default router
 - môžeme tiež získať konfiguráciu pre DNS

DNS a IPv6

- AAAA záznamy pre mapovanie na IPv6 adresy
- ip6.arpa pre reverzné vyhľadávanie
 - IPv6 adresa sa odzadu rozdelí po 4 bitoch (1 číslici)
 - 1234:5678:90ab:cdef:1234:5678:90ab:cdef
 - f.d.e.c.b.a.0.9.8.7.6.5.4.3.2.1.f.e.d.c.b.a.0.9.8.7.6.5.4.3.2.1.ip6.arpa
 - umožňuje jemnejšiu granularitu delegácie ako v IPv4

Prepojenie IPv6 sietí cez IPv4

- 6to4
- pre každú verejnú IPv4 adresu existuje IPv6 sieť
 - 2002:aabb:ccdd::/48 pre aa.bb.cc.dd
- pakety medzi 6to4 sieťami sú zabalené do IPv4 paketov priamo medzi nimi
- pakety do inej IPv6 siete sa smerujú zabalené do IPv4 cez relay 192.88.99.1

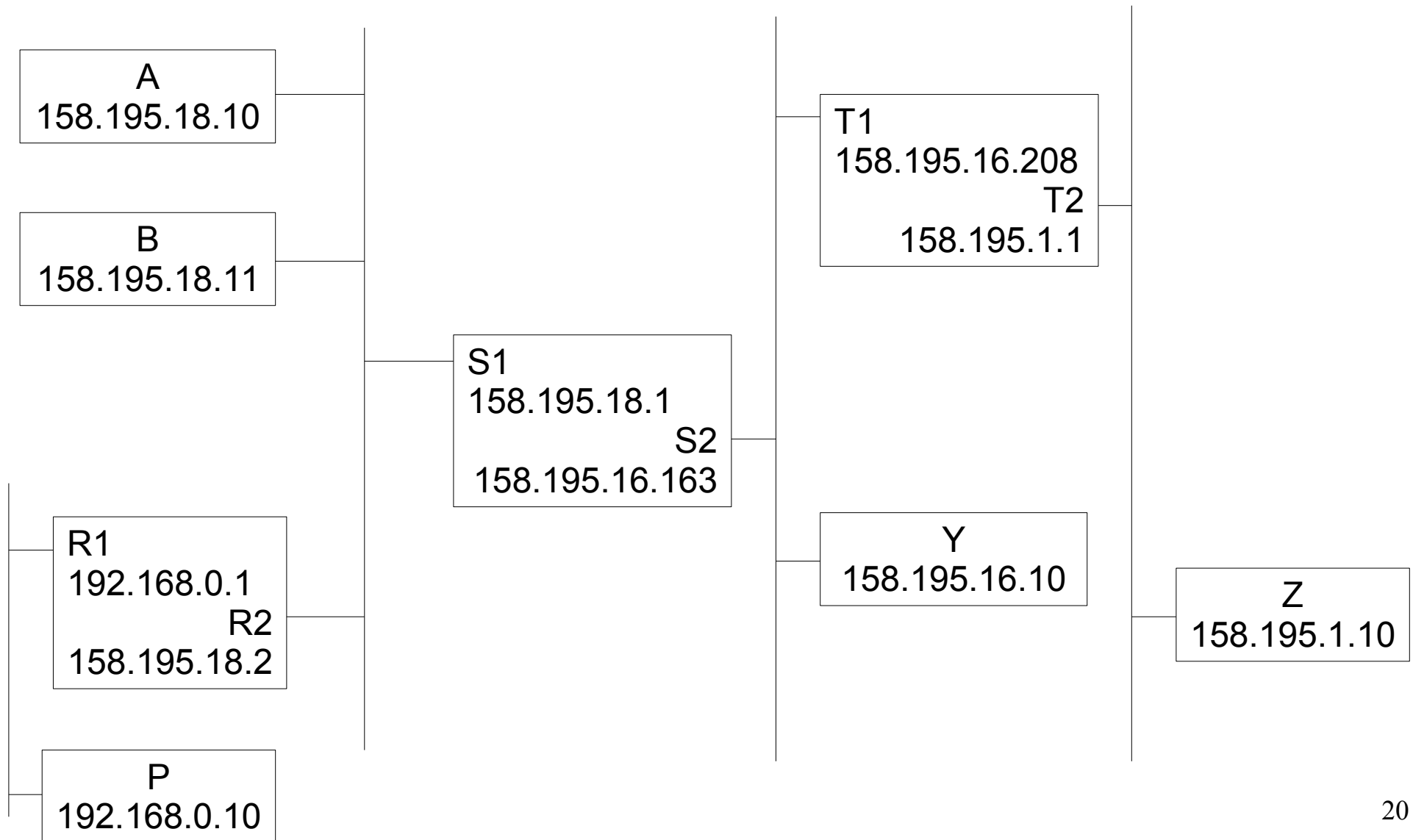
Prechod z IPv4 na IPv6

- podpora zo strany OS
 - dnešné bežné OS sú pripravené
- problémy v aplikačných protokoloch
 - používanie IP adries na aplikačnej úrovni
- podpora zo strany aplikácií
 - user interface
 - použitie dvoch separátnych socket-ov
 - použitie len IPv6 socket-u na obojakú komunikáciu
 - IPv4 adresy mapované do ::FFFF:ipv4

Prechod z IPv4 na IPv6

- priama komunikácia medzi IPv4 a IPv6 nie je možná
- proxy servery na aplikačnej úrovni
 - overené riešenie napr. pre web, mail
- IPv6/IPv4 translátory
 - IPv6 klient -> IPv4 server
 - DNS64 – kovertuje A záznamy na AAAA
 - NAT64 – priradí IPv4 adresu IPv6 adrese klienta a prepisuje IPv6 hlavičku na IPv4 a naopak

Príklad (IPv4)



A->B

- A nájde záznam v routovacej tabuľke pre 158.195.18.11
 - 158.195.18.0 255.255.255.0 - eth0
 - 127.0.0.0 255.0.0.0 - lo
 - 0.0.0.0 0.0.0.0 158.195.18.1 eth0
- A pošle [A->FF:FF:FF:FF:FF:FF ARP 158.195.18.11?]
- B pošle [B->A ARP 158.195.18.11=B]
- A pošle [A->B IP 158.195.18.10->158.195.18.11 ...]

A->Z

- A nájde záznam v routovacej tabuľke pre 158.195.1.10
 - 158.195.18.0 255.255.255.0 - eth0
 - 127.0.0.0 255.0.0.0 - lo
 - 0.0.0.0 0.0.0.0 158.195.18.1 eth0
- pošle [A->FF:FF:FF:FF:FF:FF ARP 158.195.18.1?]
- S pošle [S1->A ARP 158.195.18.1=S1]
- A pošle [A->S1 IP 158.195.18.10->158.195.1.10 ...]

A->Z

- S nájde záznam v routovacej tabuľke pre 158.195.1.10
 - 158.195.18.0 255.255.255.0 - eth0
 - 158.195.16.0 255.255.255.0 - eth1
 - 127.0.0.0 255.0.0.0 - lo
 - 0.0.0.0 0.0.0.0 158.195.16.208 eth1
- S pošle [S2->FF:FF:FF:FF:FF:FF ARP 158.195.16.208?]
- T pošle [T1->S2 ARP 158.195.16.208=T1]
- S pošle [S2->T1 IP 158.195.18.10->158.195.1.10 ...]

A->Z

- T nájde záznam v routovacej tabuľke pre 158.195.1.10
 - 158.195.16.0 255.255.255.0 - eth0
 - 158.195.1.0 255.255.255.0 - eth1
 - 158.195.18.0 255.255.255.0 158.195.16.163 eth0
 - 127.0.0.0 255.0.0.0 - lo
- T pošle [T2->FF:FF:FF:FF:FF:FF ARP 158.195.1.10?]
- Z pošle [Z->T2 ARP 158.195.1.10=Z]
- T pošle [T2->Z IP 158.195.18.10->158.195.1.10 ...]

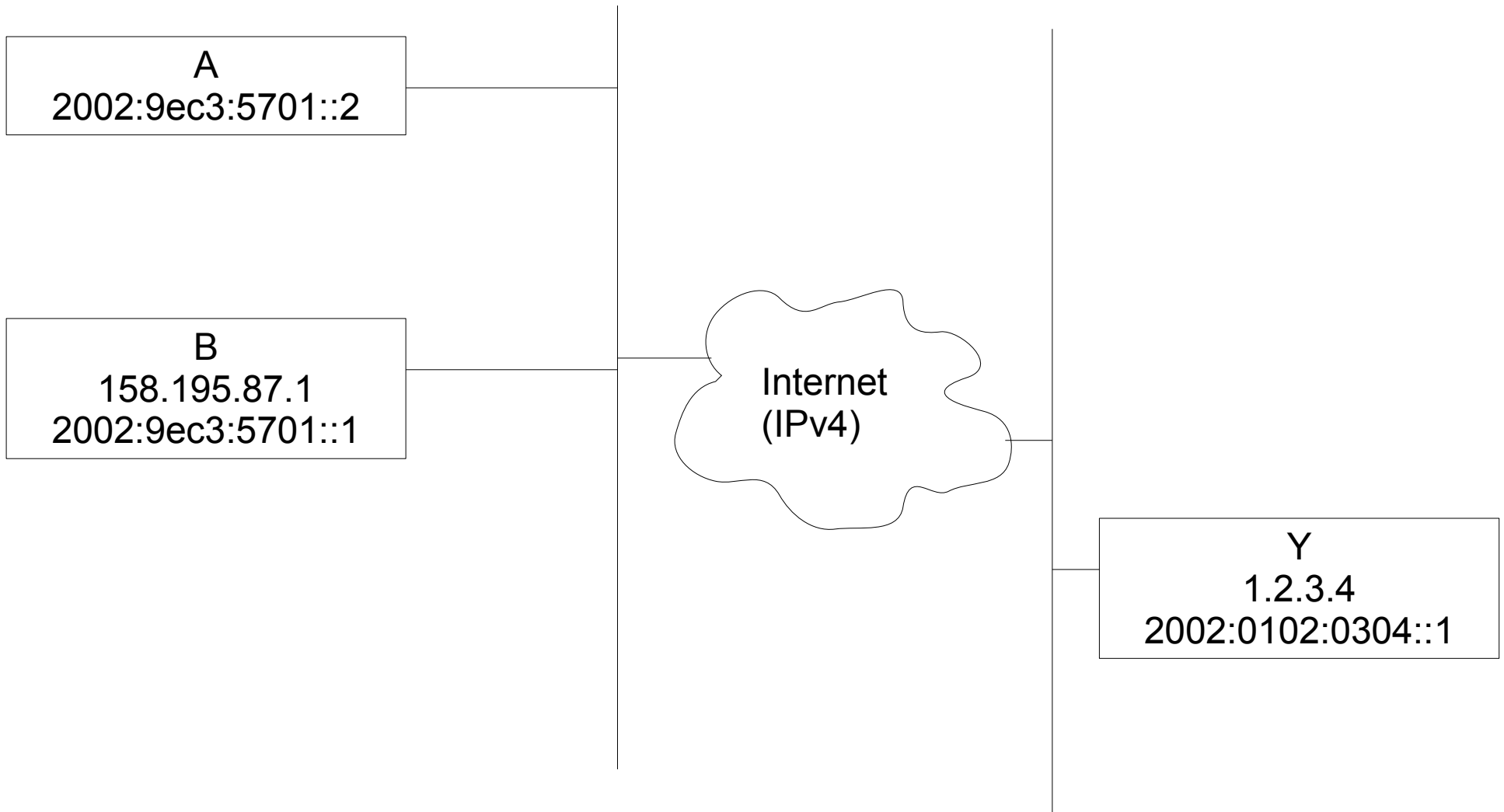
P->A (bez ARP)

- P nájde záznam v routovacej tabuľke pre 158.195.18.10 (cez 192.168.0.1)
- P pošle [P->R1 IP 192.168.0.10->158.195.18.10 UDP 1111->2222 ...]
- R nenájde [192.168.0.10/UDP/1111,158.195.18.10/UDP/2222] v NAT tabuľke – nová komunikácia
- R nájde záznam v routovacej tabuľke pre 158.195.18.10 (priamo)
- R použije SNAT pravidlo, vytvorí záznam v NAT tabuľke [192.168.0.10/UDP/1111/158.195.18.2/3333,158.195.18.10/UDP/2222]
- R pošle [R2->A IP 158.195.18.2->158.195.18.10 UDP 3333->2222]

A->P (bez ARP)

- A nájde záznam v routovacej tabuľke pre 158.195.18.2 (priamo)
- A pošle [A->R2 IP 158.195.18.10->158.195.18.2 UDP 2222->3333 ...]
- R nájde [158.195.18.10 UDP/2222,158.195.18.2/UDP/3333] v NAT tabuľke – je to inverzný paket k [192.168.0.10/UDP/1111/158.195.18.2/3333,158.195.18.10/UDP/2222]
- R prepíše cieľovú adresu na 192.168.0.10/1111
- R nájde záznam v routovacej tabuľke pre 192.168.0.10 (priamo)
- R pošle [R1->P IP 158.195.18.10->192.168.0.10 UDP 2222->1111]

Príklad (IPv6, 6to4)



Routovacie tabuľky

- A

- 2002:9ec3:5701::/64 - eth0
- fe80::/64 - eth0
- ::/0 (default) 2002:9ec3:5701::1 eth0

- B

- 2002:9ec3:5701::/64 - eth0
- fe80::/64 - eth0
- 2002::/16 - 6to4
- 2000::/3 ::192.88.99.1 6to4

A(...:0000:0002)->B(...:0000:0001)

- A nájde záznam v routovacej tabuľke
- A pošle
[A->33:33:FF:00:00:01 IP6
2002:9ec3:5701::2->ff02::1:ff00:0001 ICMP
NSol 2002:9ec3:5701::1 ?, srcL2addr = A]
- B pošle
[B->A IP6
2002:9ec3:5701::1->2002:9ec3:5701::2 ICMP
NAdv 2002:9ec3:5701::1 = B]
- A pošle
[A->B IP6 2002:9ec3:5701::2->2002:9ec3:5701::1 ...]

A->Y

- A nájde záznam v routovacej tabuľke (cez B)
- A pošle
[A->B IP6 2002:9ec3:5701::2->2002:0102:0304::1 ...]
- B nájde záznam v routovacej tabuľke (cez 6to4)
- B pošle
[B->R IP 158.195.87.1->1.2.3.4 IP6
2002:9ec3:5701::2->2002:0102:0304::1 ...]