Számítógépes Hálózatok

8. Előadás: Hálózati réteg 2

Based on slides from **Zoltán Ács ELTE** and D. Choffnes Northeastern U., Philippa Gill from StonyBrook University , Revised Spring 2016 by S. Laki

Hálózati réteg

- Szolgáltatás
  - Csomagtovábbítás
  - Útvonalválasztás
  - Csomag fragmentálás kezelése
  - Csomag ütemezés
  - Puffer kezelés
- Interfész
  - Csomag küldése egy adott végpontnak
- Protokoll
  - Globálisan egyedi címeket definiálása
  - Routing táblák karbantartása
- Példák: Internet Protocol (IPv4), IPv6

IP cím – CIDR

- IP címek gyorsan fogytak. 1996-ban kötötték be a 100.000-edik hálózatot.
  - Az osztályok használata sok címet elpazarolt. (B osztályú címek népszerűsége)
- ***Megoldás***: osztályok nélküli környezetek közötti forgalomirányítás (CIDR).
  - Például 2000 cím igénylése esetén 2048 méretű blokk kiadása.
- Forgalomirányítás megbonyolódik:
  - Minden bejegyzés egy 32-bites maszkkal egészül ki.
  - Egy bejegyzés innentől egy hármassal jellemezhető: (*ip-cím*, *alhálózati maszk*, *kimeneti vonal*)
  - Új csomag esetén a cél címből kimaszkolják az alhálózati címet, és találat esetén a leghosszabb illeszkedés felé továbbítják.
- Túl sok bejegyzés keletkezik.
  - Csoportos bejegyzések használata.

CIDR címzés példa

Mi történik, ha a router egy 135.46.57.14 IP cím felé tartó csomagot kap?

/22-ES CÍM ESETÉN

10001011 00101110 00111001 00001110
AND 11111111 11111111 11111100 00000000
10001011 00101110 00111000 00000000

/23-ES CÍM ESETÉN

10001011 00101110 00111001 00001110
AND 11111111 11111111 11111110 00000000
10001011 00101110 00111000 00000000

Kimaszkolás eredménye

- Vagyis *135.46.56.0/22*-as vagy *135.46.56.0/23*-as bejegyzést kell találni, azaz jelen esetben a *0.interface* felé történik a továbbítás.

Cím/maszk	Következő ugrás
135.46.56.0/22	0.interface
135.46.60.0/23	1.interface
192.53.40.0/23	1.router
Alapértelmezett	2.router

CIDR bejegyzés aggregálás példa

- Lehet-e csoportosítani a következő bejegyzéseket, ha feltesszük, hogy a *következő ugrás* mindegyiknél az *1.router*: *57*.6.96.0/21, *57*.6.104.0/21, *57*.6.112.0/21, *57*.6.120.0/21?

00111001 00000110 01100 000 00000000
00111001 00000110 01101 000 00000000
00111001 00000110 01110 000 00000000
00111001 00000110 01111 000 00000000

- Azaz az (*57*.6.96.0/19, 1.router) bejegyzés megfelelően csoportba fogja a 4 bejegyzést.

Forgalomirányítási tábla példa

Network Destination	Netmask	Gateway	Interface	Metric
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.0.1	192.168.0.100	10
127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	1
192.168.0.0	255.255.255.0	192.168.0.100	192.168.0.100	10
192.168.0.100	255.255.255.255	127.0.0.1	127.0.0.1	10
192.168.0.255	255.255.255.255	192.168.0.100	192.168.0.100	10

NAT

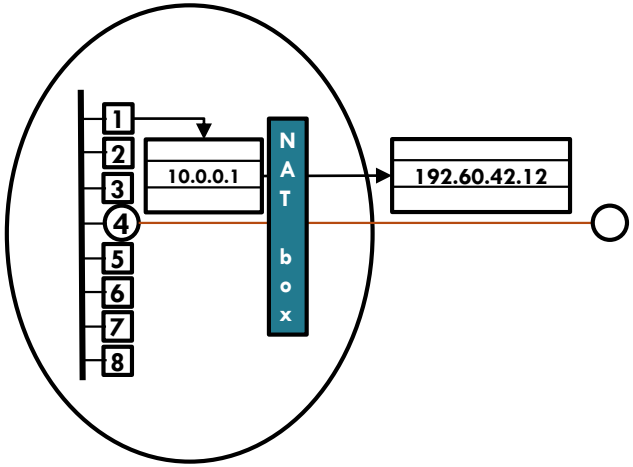
- Gyors javítás az IP címek elfogyásának problémájára. (hálózati címfordítás)

ALAPELVEK

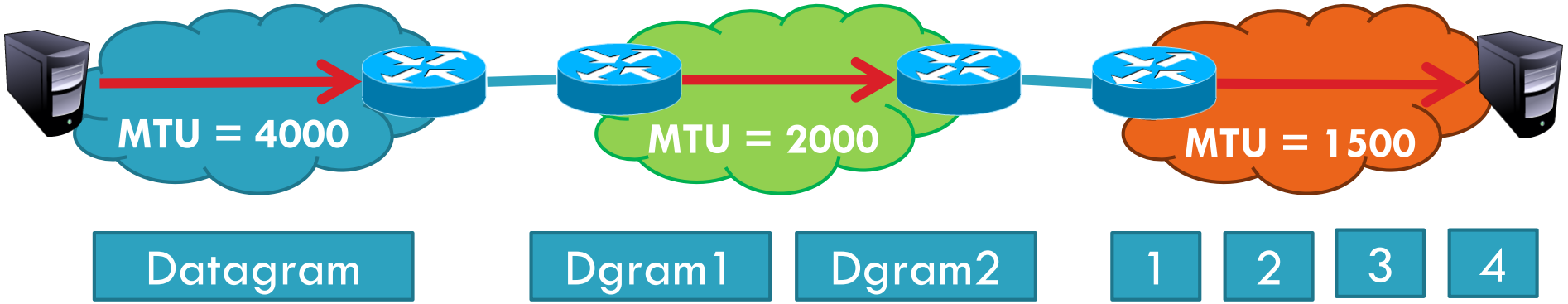
- Az internet forgalomhoz minden cégnek egy vagy legalábbis kevés IP-címet adnak. A vállalaton belül minden számítógéphez egyedi IP-címet használnak a belső forgalomirányításra.
- A vállalaton kívüli csomagokban a címfordítást végzünk.
- 3 IP-címtartományt használunk:
  - 10.0.0.0/8, azaz 16 777 216 lehetséges hoszt;
  - 172.16.0.0/12, azaz 1 084 576 lehetséges hoszt;
  - 192.168.0.0/16, azaz 65 536 lehetséges hoszt;
- *NAT box* végzi a címfordítást

NAT

- Hogyan fogadja a választ?
  - A *port* mezők használata, ami mind a TCP, mind az UDP fejlécben van
  - Kimenő csomagnál egy mutatót tárolunk le, amit beírunk a *forrás port* mezőbe. *65536* bejegyzésből álló fordítási táblázatot kell a *NAT box*-nak kezelni.
  - A fordítási táblázatban benne van az eredeti IP és forrás port.
- **Ellenérvek**: sérti az IP architekturális modelljét, összeköttetés alapú hálózatot képez, rétegmodell alapelveit sérti, kötöttség a TCP és UDP fejléchez, szöveg törzsében is lehet az IP, szűkös port tartomány



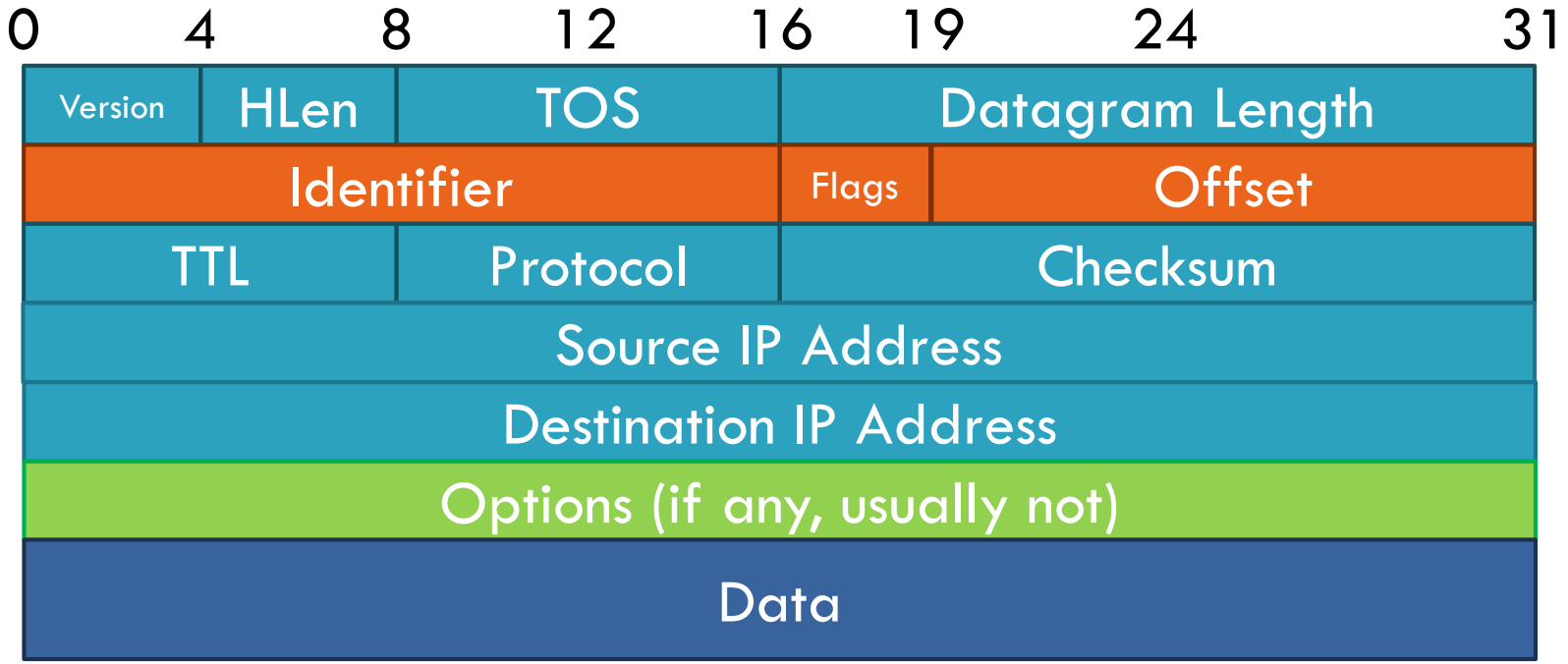
IP Fragmentation – IP Fragmentáció (darabolás)



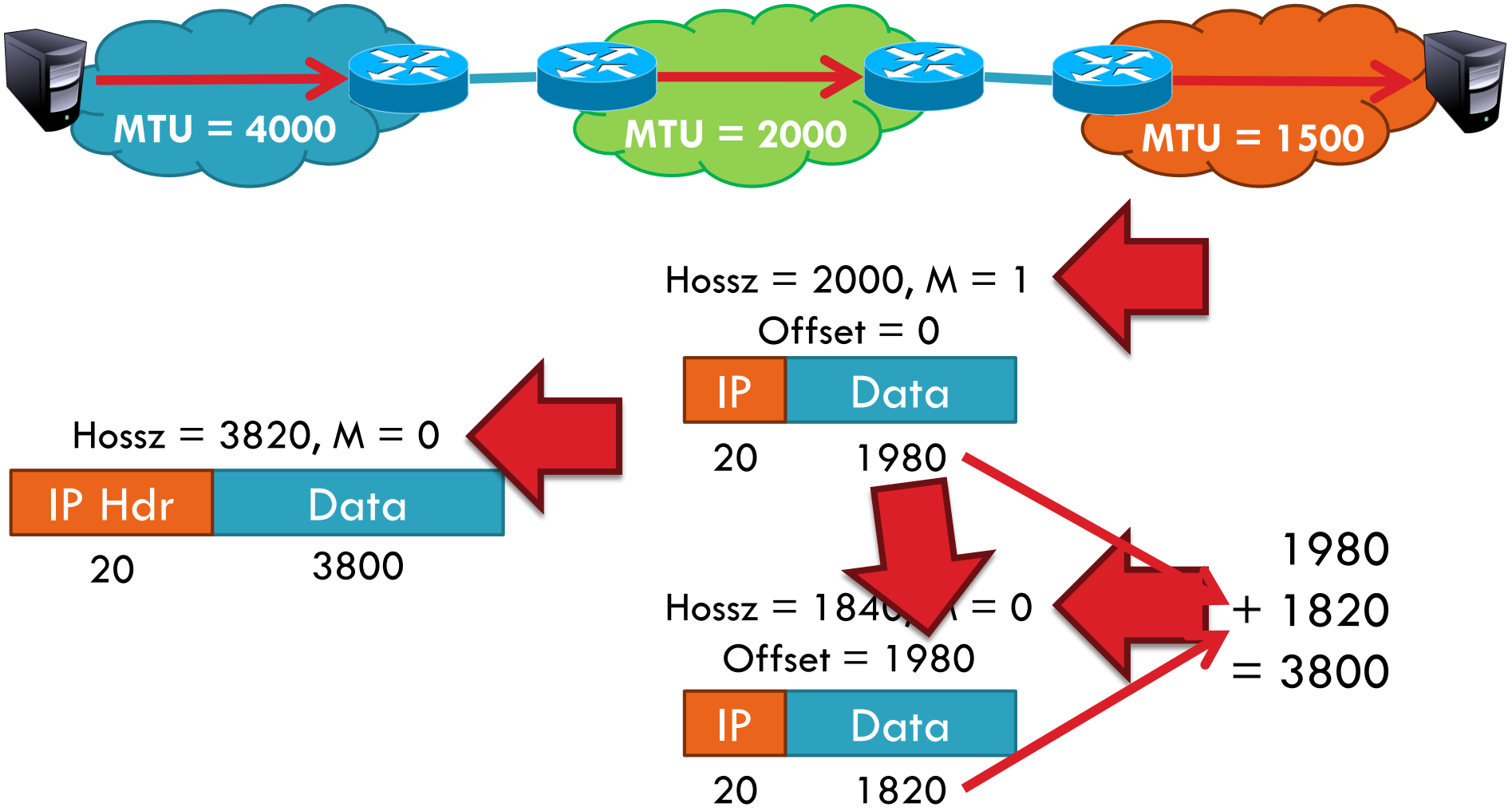
- Probléma: minden hálózatnak megvan a maga MTU-ja
  - MTU: Maximum Transmission Unit – lényegében a maximális használható csomag méret egy hálózatban
  - DARPA/Internet alapelv: hálózatok heterogének lehetnek
  - A minimális MTU nem ismert egy adott útvonalhoz
- IP esetén: fragmentáció
  - Vágjuk szét az IP csomagot, amikor az MTU csökken
  - Állítsuk helyre a darabokból a csomagot a fogadó állomásnál

IP fejléc: 2. szó

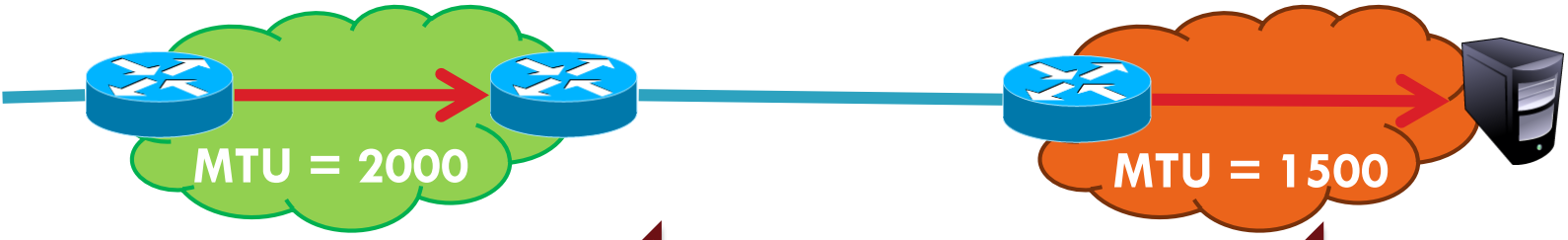
- Identifier (azonosító):
  - egyedi azonosító minden IP datagramhoz (csomaghoz)
- Flags (jelölő bitek):
  - M flag, értéke 0, ha ez az utolsó darab/fragment, különben 1
- Offset (eltolás):
  - A darab/fragment első bájtjának pozíciója



Példa


MTU = 4000
MTU = 2000
MTU = 1500
Hossz = 2000, M = 1
Offset = 0
IP
Data
20
1980
Hossz = 3820, M = 0
IP Hdr
Data
20
3800
Hossz = 1840, M = 0
Offset = 1980
IP
Data
20
1820
1980
+ 1820
= 3800

Példa



Hossz = 2000, M = 1
Offset = 0

IP	Data
20	1980

Hossz = 1500, M = 1
Offset = 0

IP	Data
20	1480

Hossz = 1500, M = 1
Offset = 1980

IP	Data
20	1480

Hossz = 1840, M = 0
Offset = 1980

IP	Data
20	1820

Hossz = 520, M = 1
Offset = 1480

IP	Data
20	500

1480
+ 500
= 1980

Hossz = 360, M = 0
Offset = 3460

IP	Data
20	340

IP csomag helyreállítása

Hossz = 1500, M = 1, Offset = 0

20 1480

Hossz = 520, M = 1, Offset = 1480

20 500

Hossz = 1500, M = 1, Offset = 1980

20 1480

Hossz = 360, M = 0, Offset = 3460

20 340

- A végponton történik
- M = 0, akkor ebből a darabból tudjuk a teljes adatmennyiséget
  - Hossz – IPHDR_hossz + Offset
  - 360 – 20 + 3460 = 3800
- Kihívások:
  - Nem sorrendben beérkező darabok
  - Duplikátumok
  - Hiányzó darabok
- Memória kezelés szempontjából egy rémálom…

Fragmentáció

- Az Internet esetén
  - Elosztott és heterogén
    - Minden hálózat maga választ MTU-t
  - Kapcsolat nélküli datagram/csomag alapú protokoll
    - Minden darab tartalmazza a továbbításhoz szükséges összes információt
    - A darabok függetlenül kerülnek leszállításra, akár különböző útvonalon keresztül
  - Legjobb szándék elve szerint (best effort)
    - A router-ek és a fogadó is eldobhat darabokat
    - Nem követelmény a küldő értesítése a „hibáról”
  - A legtöbb feladat a végpontra hárul
    - Csomag helyreállítása a darabokból

Fregmantáció a valóságban

- A fragmentáció költséges
  - Memória és CPU költés a csomag visszaállításához
  - Ha lehetséges, el kell kerülni
- MTU felderítő protokoll
  - Csomagküldés a “don’t fragment” flag bittel
  - Folyamatosan csökkentjük a csomag méretét, amíg egy meg nem érkezik
  - Lehetséges “can’t fragment” hiba egy routertől, ami közvetlenül tartalmazza az adott hálózatban használt MTU-t
- Darabok kezelését végző router
  - Gyors, specializált hardver megoldás
  - Dedikált erőforrás a darabok kezeléséhez

IPv6

Fogyó IPv4 címek

- Probléma: az IPv4 címtartomány túl kicsi
  - 2^{32} = 4,294,967,296 lehetséges cím
  - Ez kevesebb mint egy emberenként
- A világ egy részén már nincs kiosztható IP blokk
  - IANA az utolsó /8 blokkot 2011-ben osztotta ki

Régió	Regional Internet Registry (RIR)	Utolsó IP blokk kiosztása
Asia/Pacific	APNIC	April 19, 2011
Europe/Middle East	RIPE	September 14, 2012
North America	ARIN	13 Jan 2015 (Projected)
South America	LACNIC	13 Jan 2015 (Projected)
Africa	AFRINIC	17 Jan 2022(Projected)

IPv6

- IPv6, 1998(!)-ban mutatták be
  - 128 bites címek
  - 4.8 * 10^{28} cím/ember
- Cím formátum
  - 16 bites értékek 8 csoportba sorolva (‘:’-tal elválasztva)
  - Minden csoport elején szereplő nulla sorozatok elhagyhatók
  - Csupa nulla csoportok elhagyhatók , ekkor ‘::’

2001:0db8:0000:0000:0000:ff00:0042:8329

2001:db8:0:0:0:ff00:42:8329

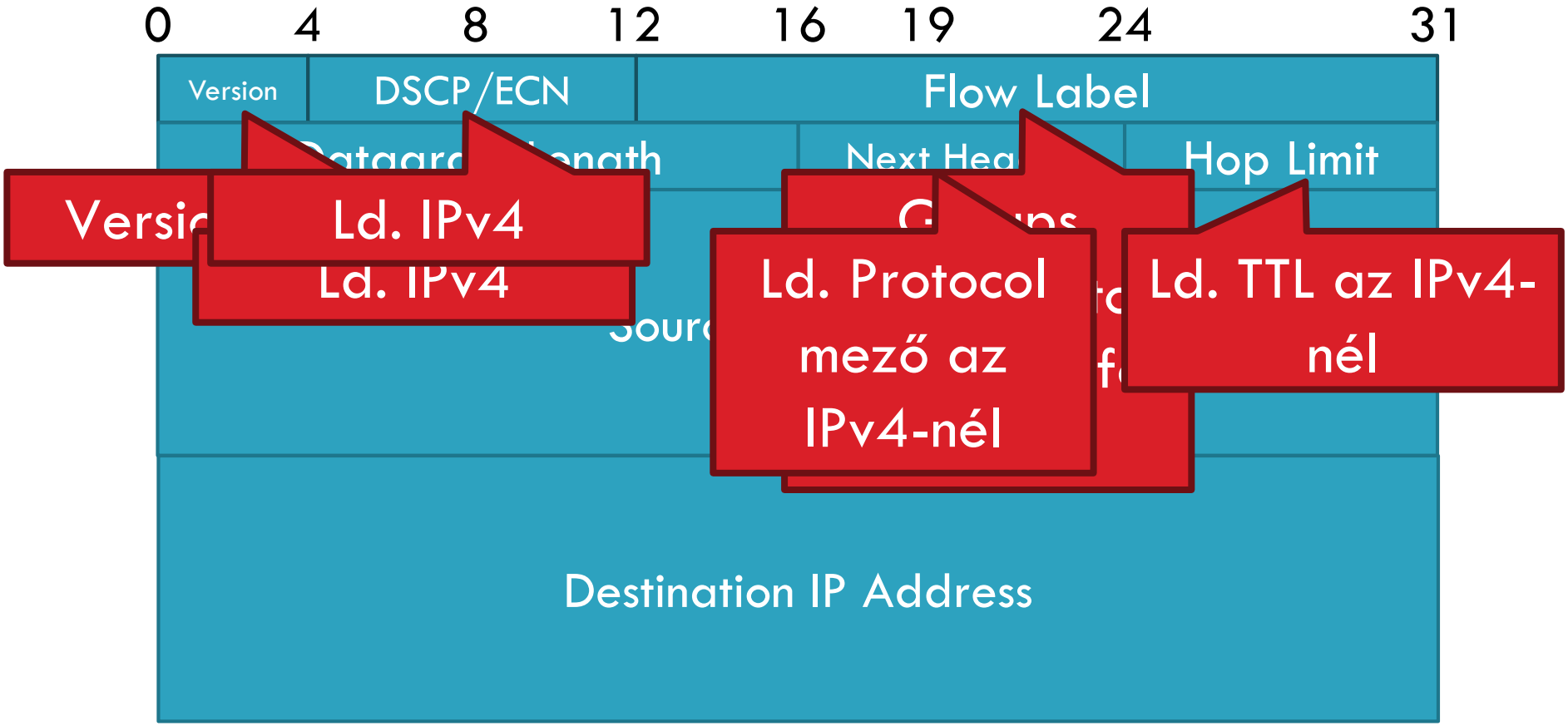
2001:db8::ff00:42:8329

IPv6

- Ki tudja a localhost IPv4 címét?
  - 127.0.0.1
- Mi ez az IPv6 esetén?
  - ::1

IPv6 Fejléc

- Az IPv4-nél látott kétszerese (320 bit vs. 160 bit)



Különbségek az IPv4-hez képest

- Számos mező hiányzik az IPv6 fejlécből
  - Fejléc hossza – beépült a Next Header mezőbe
  - Checksum – nem igazán használták már korábban se…
  - Identifier, Flags, Offset
    - IPv6 routerek nem támogatják a fragmentációt
    - Az állomások MTU felderítést alkalmaznak
- Az Internet felhasználás súlypontjainak megváltozása
  - Napjaink hálózatai sokkal homogénebbek, mint azt kezdetben gondolták
  - Azonban a routing költsége és bonyolultsága domináns

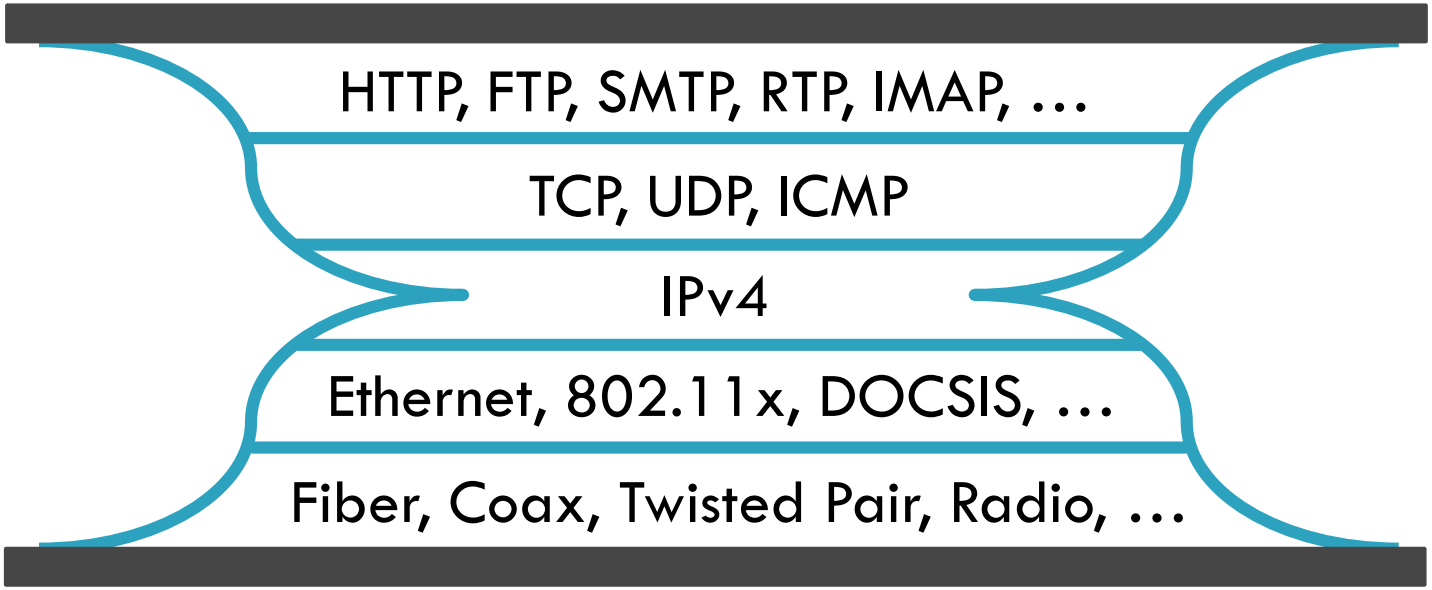
Teljesítmény növekmény

- Nincsenek ellenőrizendő kontrollösszegek (checksum)
- Nem szükséges a fragmentáció kezelése a routerekben
- Egyszerű routing tábla szerkezet
  - A cím tér nagy
  - Nincs szükség CIDR-re (de aggregáció szükséges)
  - A szabványos alhálózat méret 2^{64} cím
- Egyszerű auto-konfiguráció
  - Neighbor Discovery Protocol

További IPv6 lehetőségek

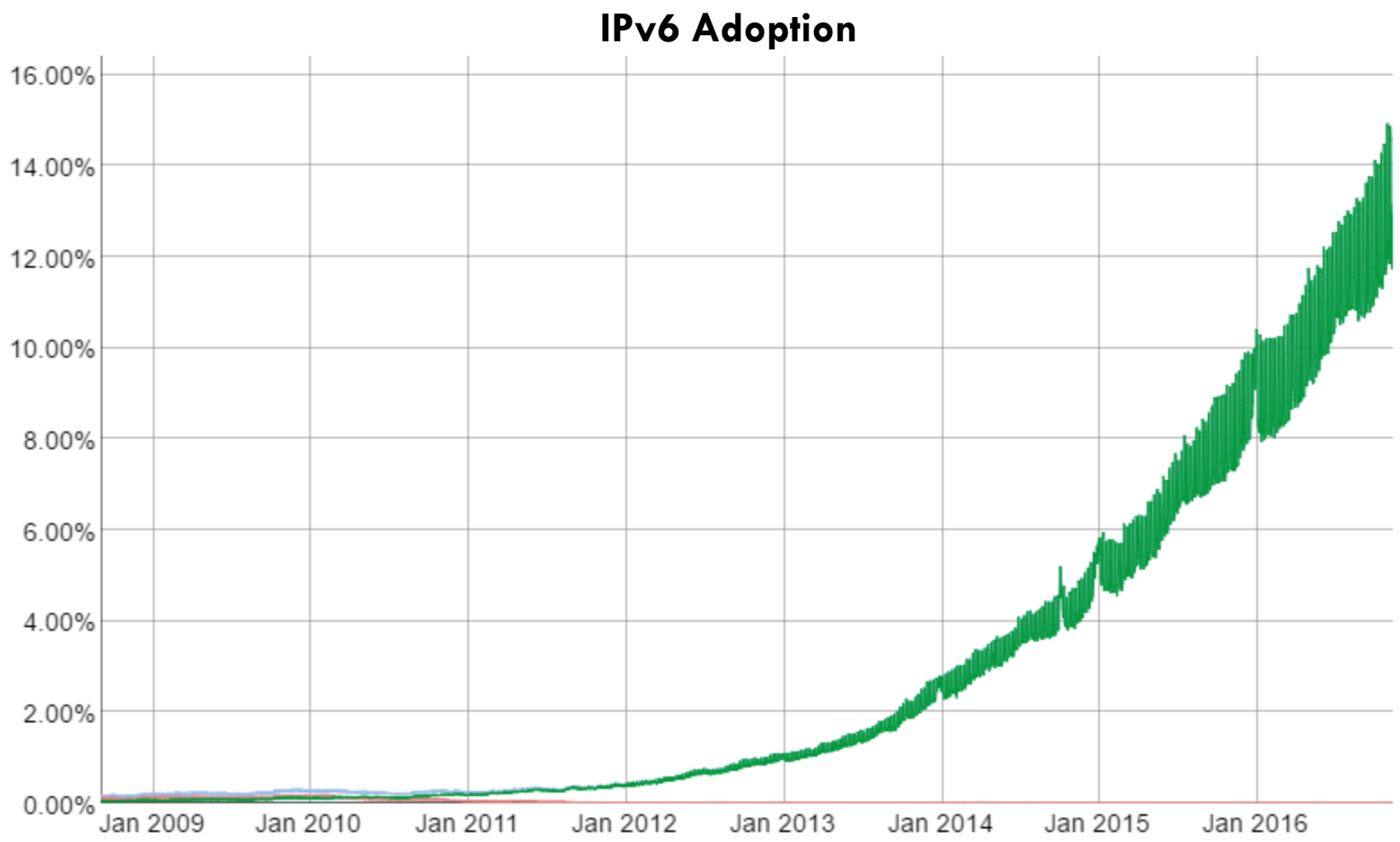
- Forrás Routing
  - Az állomás meghatározhatja azt az útvonalat, amelyen a csomagjait továbbítani szeretné
- Mobil IP
  - Az állomások magukkal vihetik az IP címüket más hálózatokba
  - Forrás routing használata a csomagok irányításához
- Privacy kiterjesztések
  - Véletlenszerűen generált állomás azonosítók
  - Megnehezíti egy IP egy adott állomáshoz való kapcsolását
- Jumbograms
  - 4Gb-es datagramok küldése

Bevezetési nehézségek



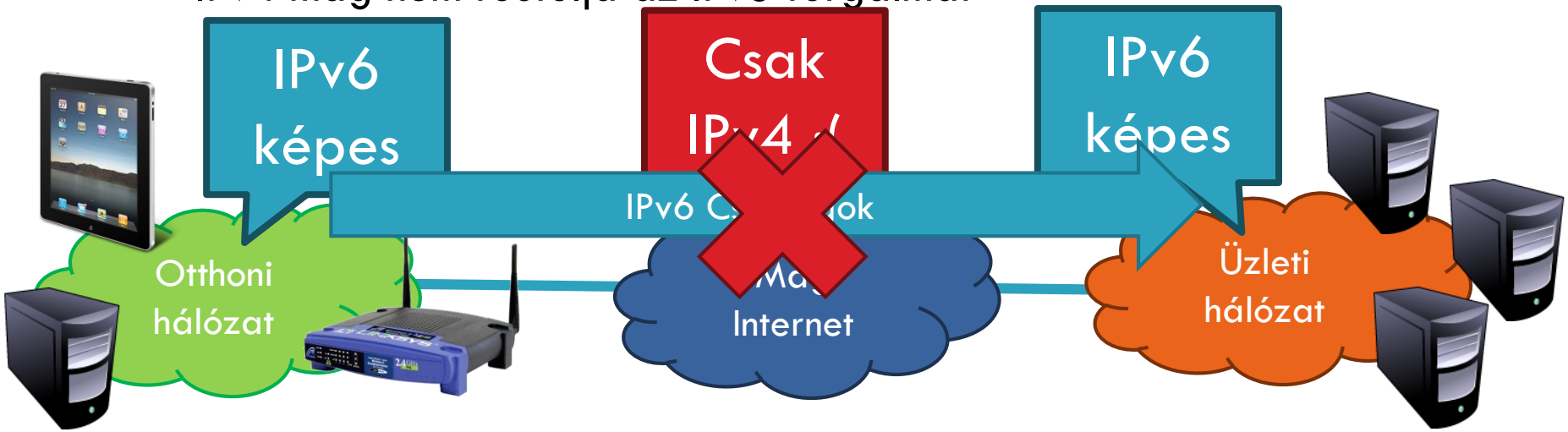
- IPv6 bevezetése a teljes Internet frissítését jelentené
  - Minden router, minden hoszt
  - ICMPv6, DHCPv6, DNSv6
- 2013: 0.94%-a a Google forgalmának volt IPv6 feletti
- 2015: ez 2.5%

https://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html



Átmenet IPv6-ra

- Hogyan történhet az átmenet IPv4-ről IPv6-ra?
  - Napjainkban a legtöbb végpont a hálózat széleken támogatja az IPv6-ot
    - Windows/OSX/iOS/Android mind tartalmaz IPv6 támogatást
    - Az itteni vezetéknélküli access point-ok is valószínűleg IPv6 képesek
  - Az Internet magja a probléma
    - IPv4 mag nem routolja az IPv6 forgalmat



Átmeneti megoldások

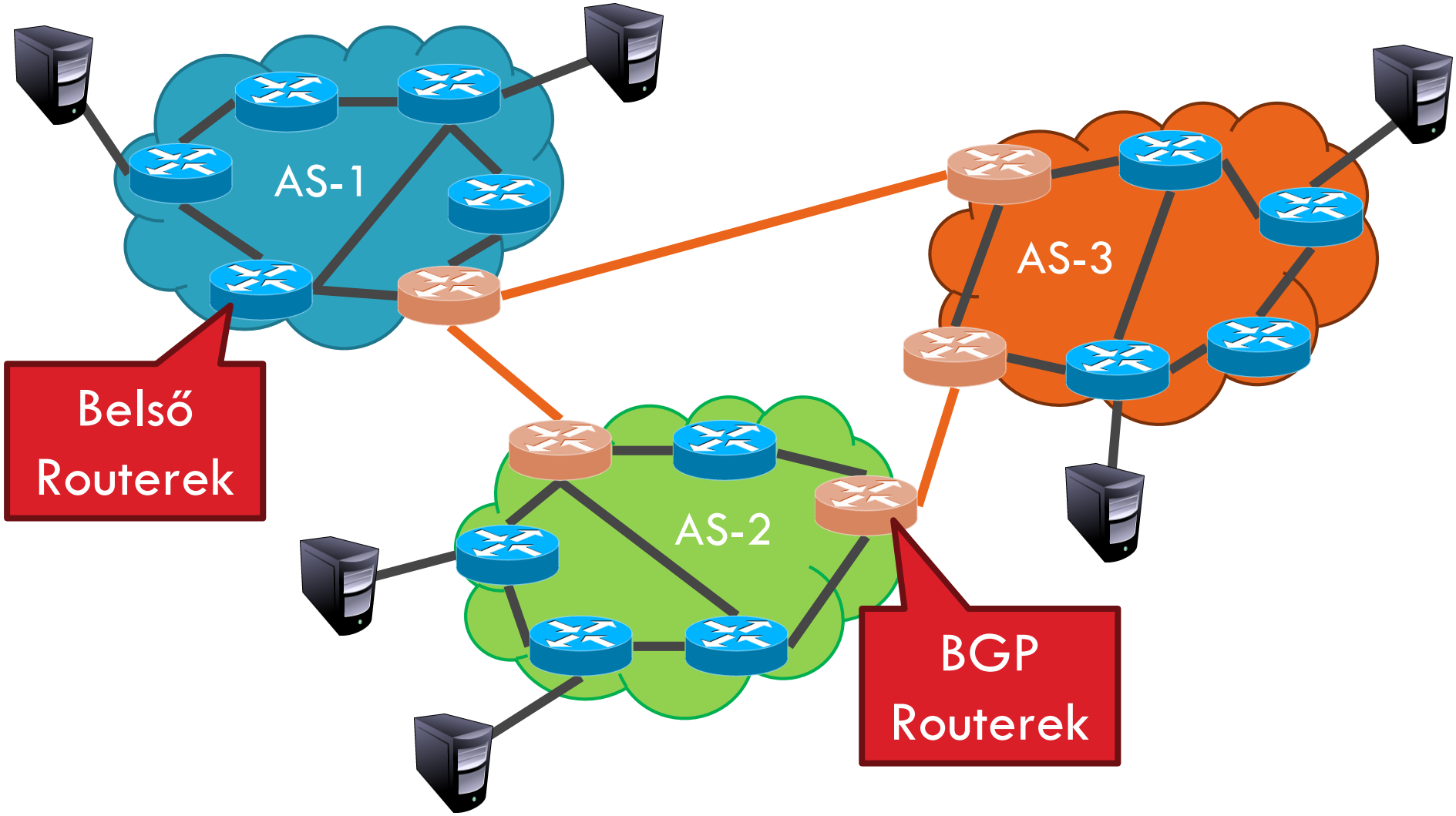
- Azaz hogyan routoljunk IPv6 forgalmaz IPv4 hálózat felett?
- Megoldás
  - Használjunk tunneleket az IPv6 csomagok becsomagolására és IPv4 hálózaton való továbbítására
  - Számos különböző implementáció
    - 6to4
    - IPv6 Rapid Deployment (6rd)
    - Teredo
    - …

Routing 2. felvonás

Újra: Internet forgalom irányítás

- Az Internet egy két szintű hierarchiába van szervezve
- Első szint – autonóm rendszerek (AS-ek)
  - AS – egy adminisztratív tartomány alatti hálózat
  - Pl.: ELTE, Comcast, AT&T, Verizon, Sprint, ...
- AS-en belül ún. intra-domain routing protokollokat használunk
  - Distance Vector, pl.: Routing Information Protocol (RIP)
  - Link State, pl.: Open Shortest Path First (OSPF)
- AS-ek között ún. inter-domain routing protokollokat
  - Border Gateway Routing (BGP)
  - Napjainkban: BGP-4

AS példa



Miért van szükség AS-ekre?

- A routing algoritmusok **nem elég hatékonyak** ahhoz, hogy a teljes Internet topológián működjenek
- Különböző szervezetek **más-más politika** mentén akarnak forgalom irányítást (policy)
- Lehetőség, hogy a szervezetek **elrejtsék a belső hálózatuk szerkezetét**
- Lehetőség, hogy a szervezetek **eldöntsék,** hogy mely más szervezeteken keresztül forgalmazzanak

- Egyszerűbb az útvonalak számítása
- Nagyobb rugalmasság
- Nagyobb autonómia/függetlenség

AS számok

- Minden AS-t egy AS szám (ASN) azonosít
  - 16 bites érték (a legújabb protokollok már 32 bites azonosítókat is támogatnak)
  - 64512 – 65535 más célra foglalt
- Jelenleg kb. 40000 AS szám létezik
  - AT&T: 5074, 6341, 7018, …
  - Sprint: 1239, 1240, 6211, 6242, …
  - ELTE: 2012
  - Google 15169, 36561 (formerly YT), + others
  - Facebook 32934
  - Észak-amerkiai AS-ek → ftp://ftp.arin.net/info/asn.txt

Inter-Domain Routing

- A globális összeköttetéshez szükséges!!!
  - Azaz minden AS-nek **ugyanazt** a protokollt kell használnia
  - Szemben az intra-domain routing-gal
- Milyen követelmények vannak?
  - Skálázódás
  - Rugalmas útvonal választás
    - Költség
    - Forgalom irányítás egy hiba kikerülésére
- Milyen protokollt válasszunk?
  - link state vagy distance vector?
  - Válasz: A BGP egy path vector (útvonal vektor) protokoll

Border Gateway Protocol

ÁLTALÁNOS

AS-ek közötti *(exterior gateway protocol)*.

Eltérő célok vannak forgalomirányítási szempontból, mint az AS-eken belüli protokollnál.

Politikai szempontok szerepet játszathatnak a forgalomirányítási döntésben.

NÉHÁNY PÉLDA FORGALOMIRÁNYÍTÁSI KORLÁTOZÁSRA

- Ne legyen átmenő forgalom bizonyos AS-eken keresztül.
- Csak akkor haladjunk át Albánián, ha nincs más út a célhoz.
- Az IBM-nél kezdődő illetve végződő forgalom ne menjen át a Microsoft-on.

- A politikai jellegű szabályokat kézzel konfigurálják a BGP-routeren.
- A BGP router szempontjából a világ AS-ekből és a közöttük átmenő vonalakból áll.

DEFINÍCIÓ

- Két AS összekötött, ha van köztük a BGP-router-eiket összekötő él.

Border Gateway Protocol

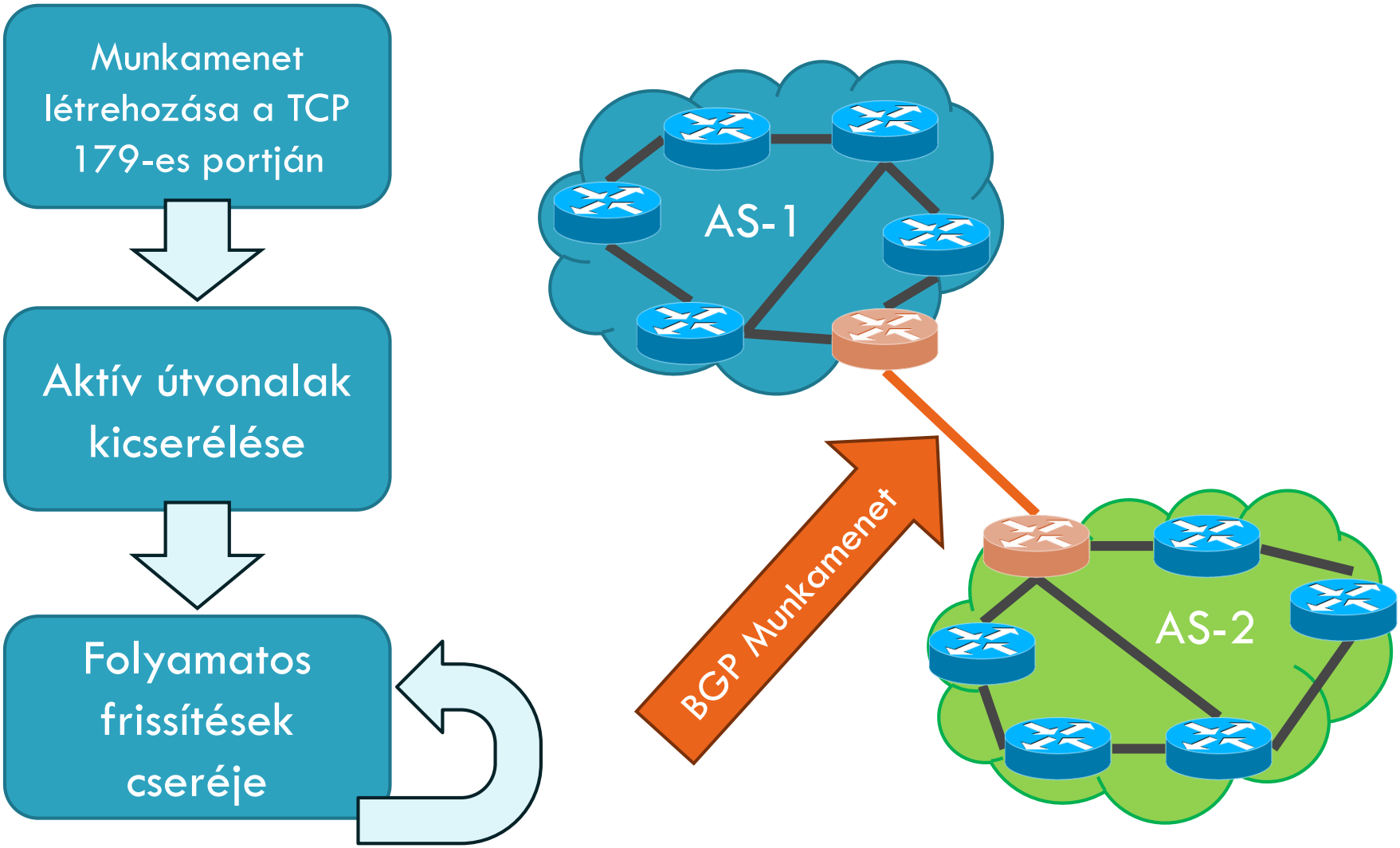
HÁLÓZATOK CSOPORTOSÍTÁSA AZ ÁTMENŐ FORGALOM SZEMPONTJÁBÓL

1. **Csonka hálózatok**, amelyeknek csak egyetlen összeköttetésük van a BGP gráffal.
2. **Többszörösen bekötött hálózatok**, amelyeket használhatna az átmenő forgalom, de ezek ezt megtagadják.
3. **Tranzit hálózatok**, amelyek némi megkötéssel, illetve általában fizetség ellenében, készek kezelni harmadik fél csomagjait.

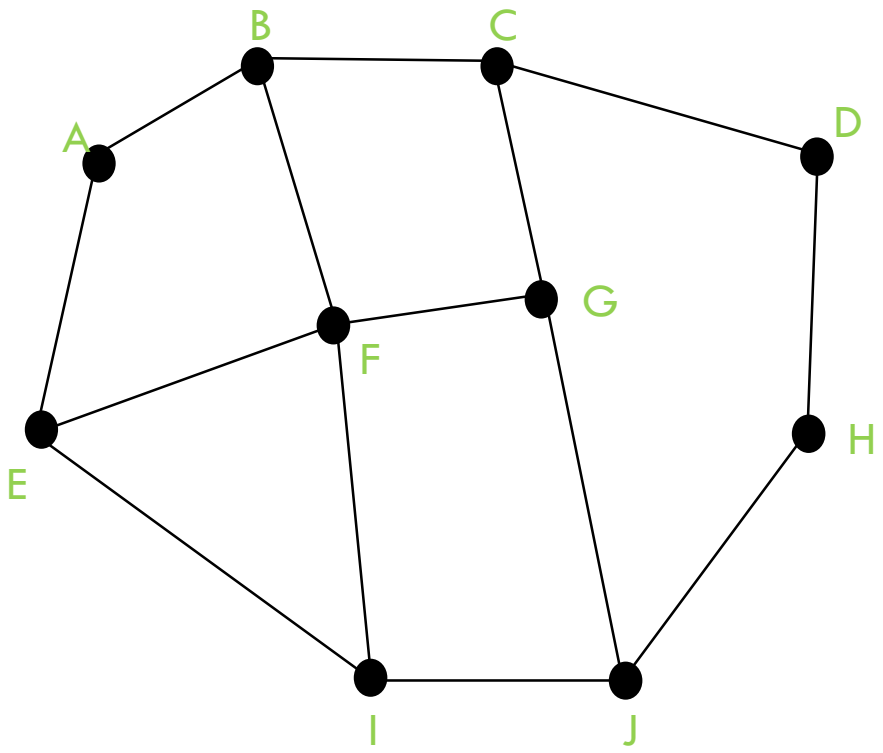
JELLEMZŐK

- A BGP router-ek páronként TCP-összeköttetést létrehozva kommunikálnak egymással.
- A BGP alapvetően távolságvektor protokoll, viszont a router nyomon követi a használt útvonalat, és az útvonalat mondja meg a szomszédjainak.

BGP egyszerűsített működése



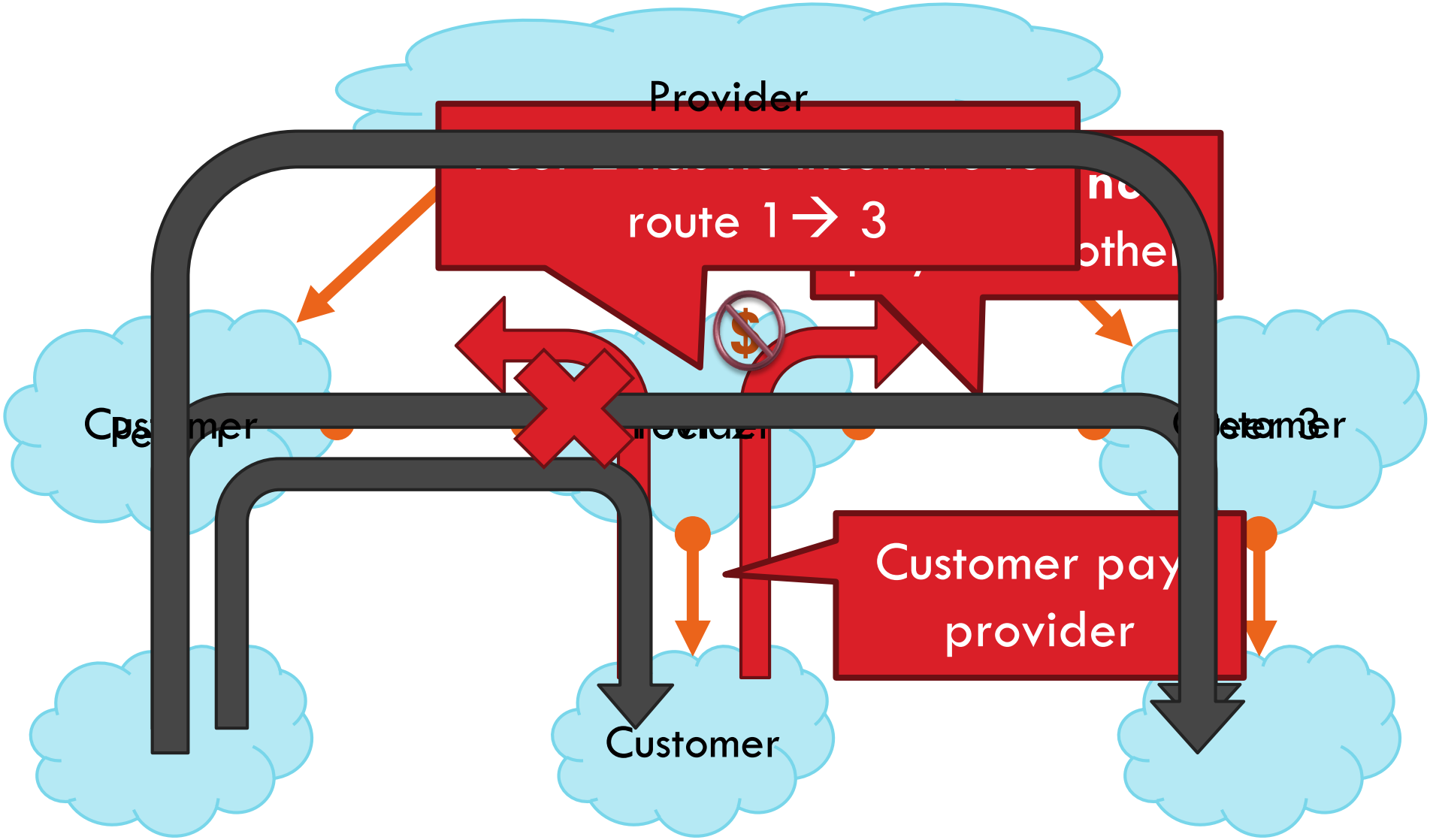
Border Gateway Protocol



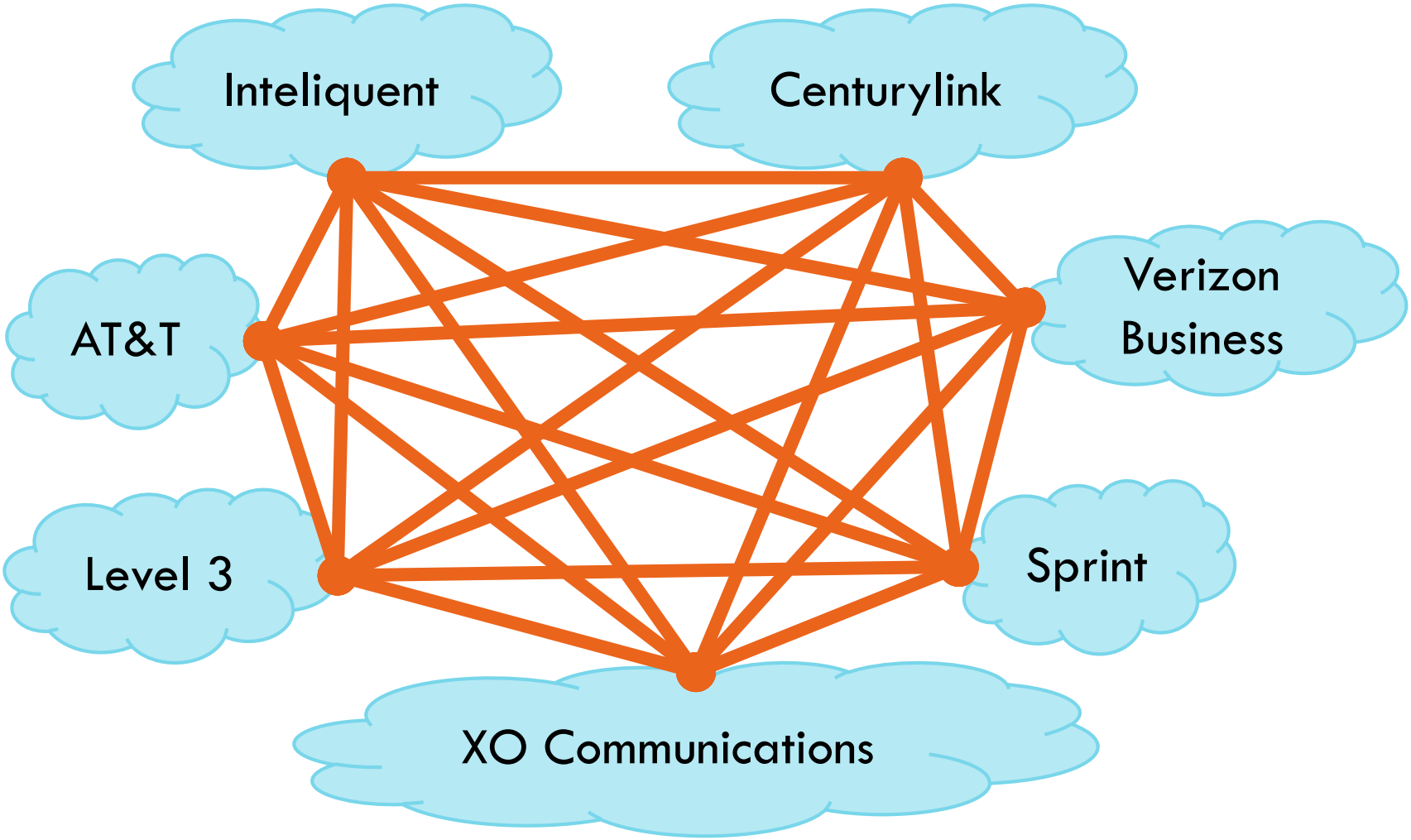
A *F* által a szomszédjaitól kapott *D*-re vonatkozó információ az alábbi:

B-től: „Én a *BCD*-t használom”
G-től: „Én a *GCD*-t használom”
I-től: „Én a *IFGCD*-t használom”
E-től: „Én a *EFGCD*-t használom”

BGP kapcsolatok



Tier-1 ISP Peering



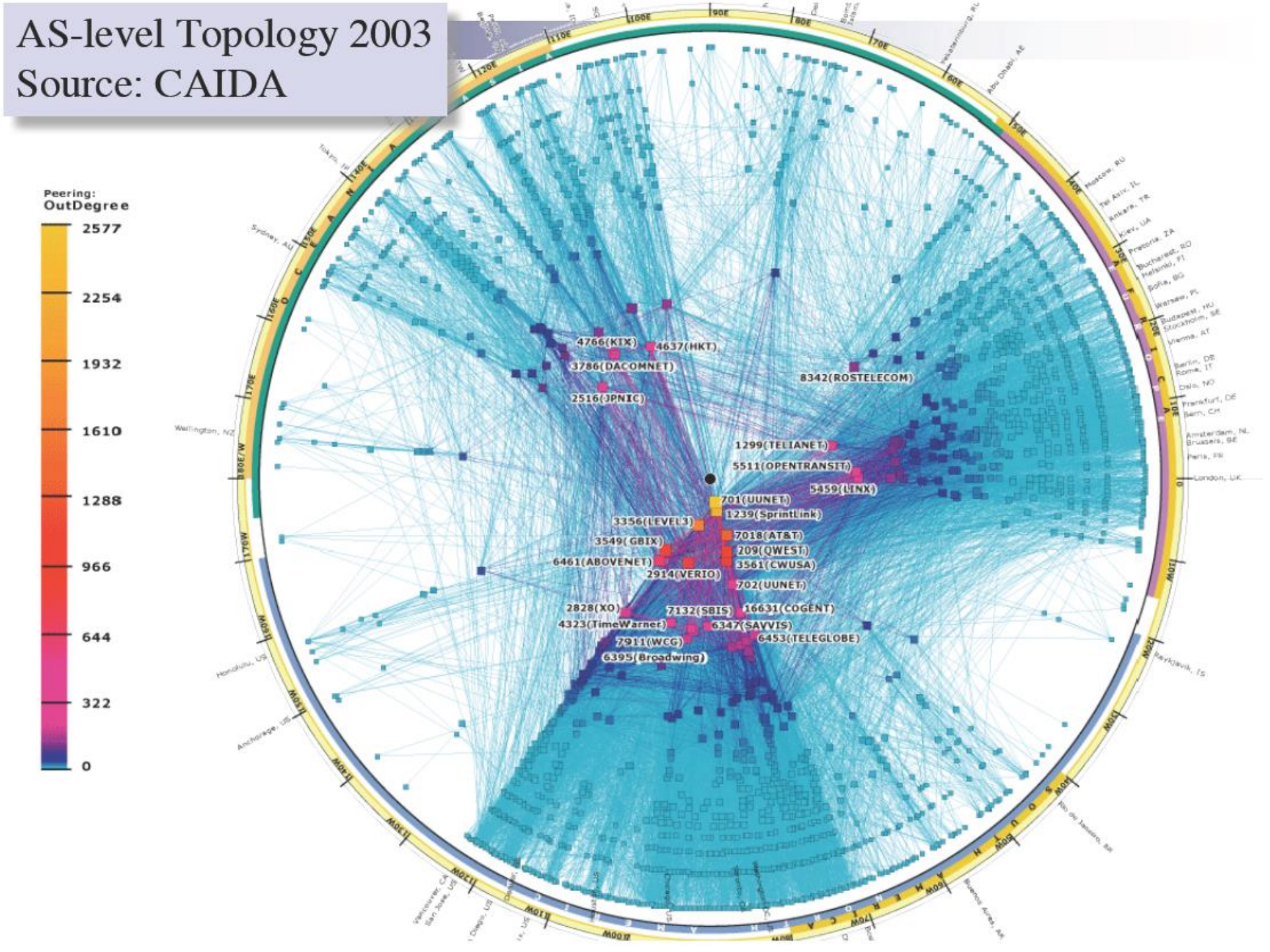
Tier-1 ISP Peering

Azaz egy tier 1 hálózat üzemelteltése nem is olyan egyszerű…

Csak annyi dolgod van, hogy minden tier 1 hálózat üzemeltetőt rávegyél, hogy legyen a peer-ed!

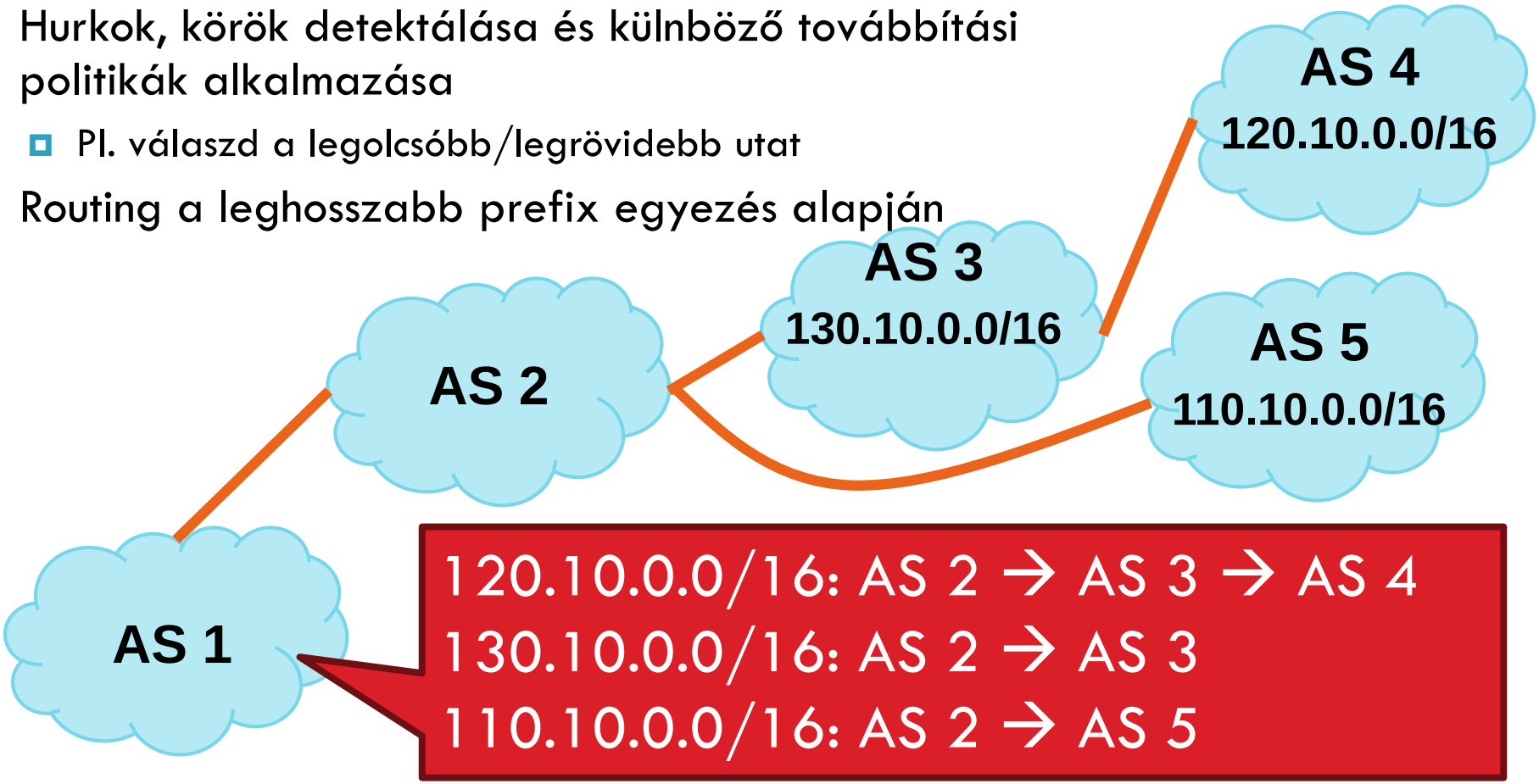
(nem túl könnyű ☺)

AS-level Topology 2003
Source: CAIDA



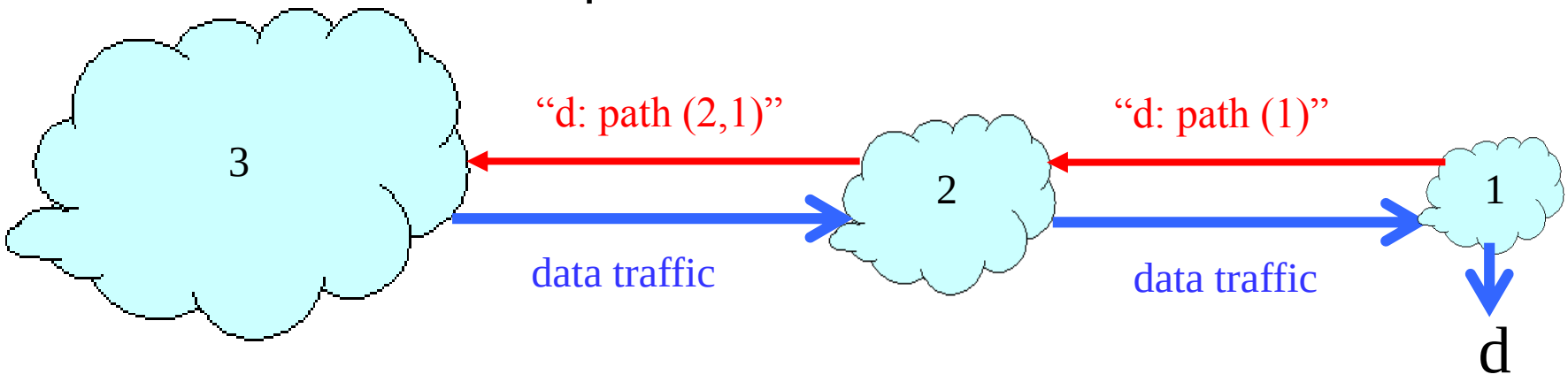
Útvonalvektor protokoll
Path Vector Protocol

- AS-útvonal: AS-ek sorozata melyeken áthalad az útvonal
  - Hasonló a távolságvektorhoz, de további információt is tartalmaz
- Hurkok, körök detektálása és különböző továbbítási politikák alkalmazása
  - Pl. válaszd a legolcsóbb/legrövidebb utat
- Routing a leghosszabb prefix egyezés alapján



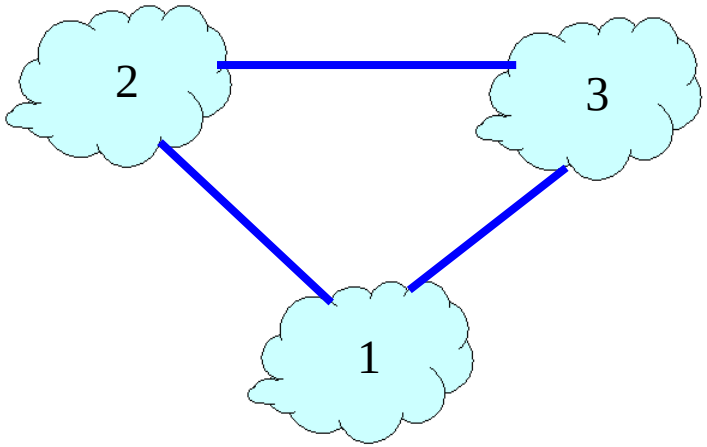
Útvonalvektor protokoll
Path Vector Protocol

- A távolságvektor protokoll kiterjesztése
  - Rugalmas továbbítási politikák
  - Megoldja a végtelenig számolás problémáját
  - Útvonalvektor: Célállomás, következő ugrás (nh), AS útvonal
- Ötlet: a teljes útvonalat meghirdeti
  - Távolságvektor: távolság metrika küldése célállomásonként
  - Útvonalvektor: a teljes útvonal küldése célállomásonként

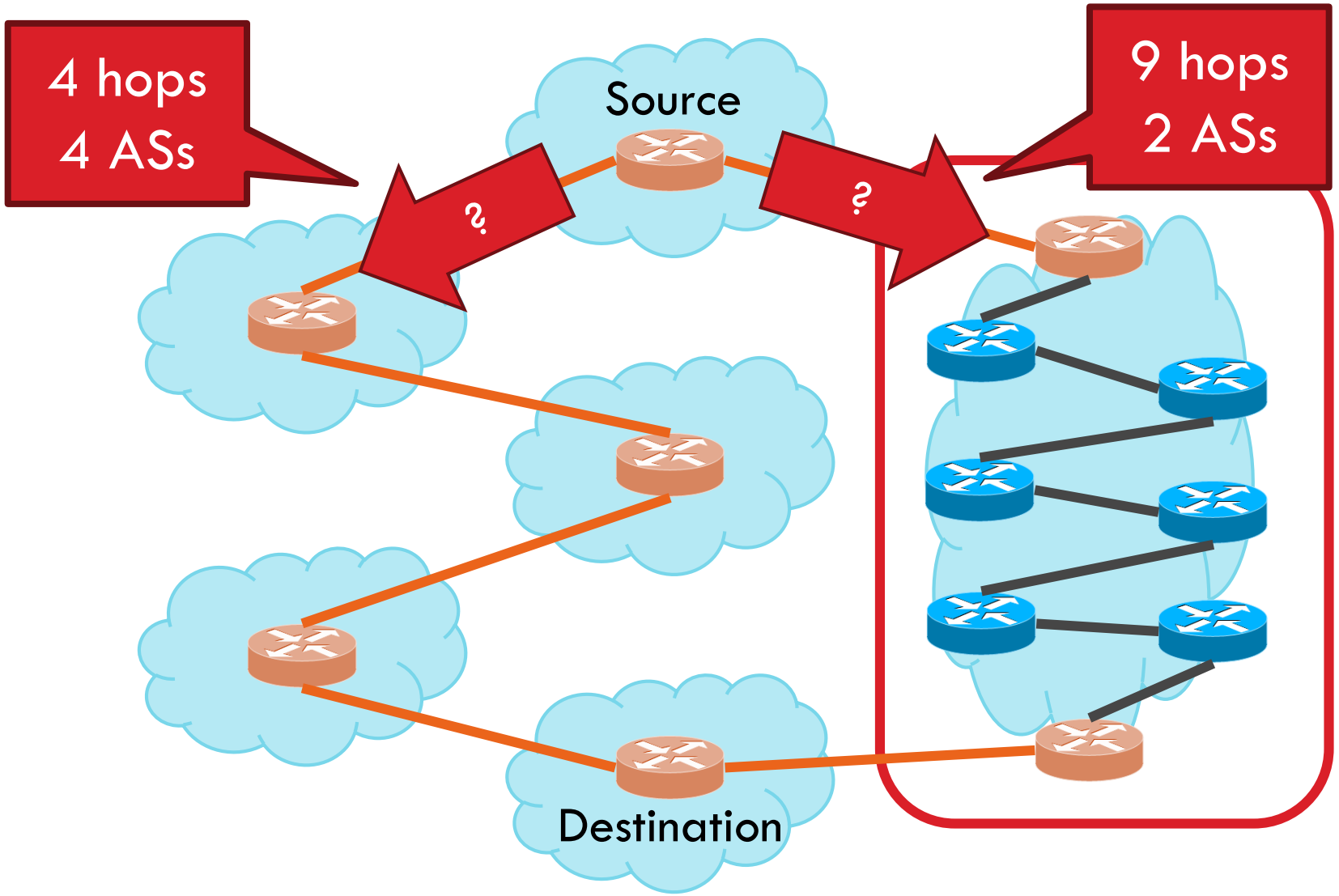


Rugalmas forgalomirányítás

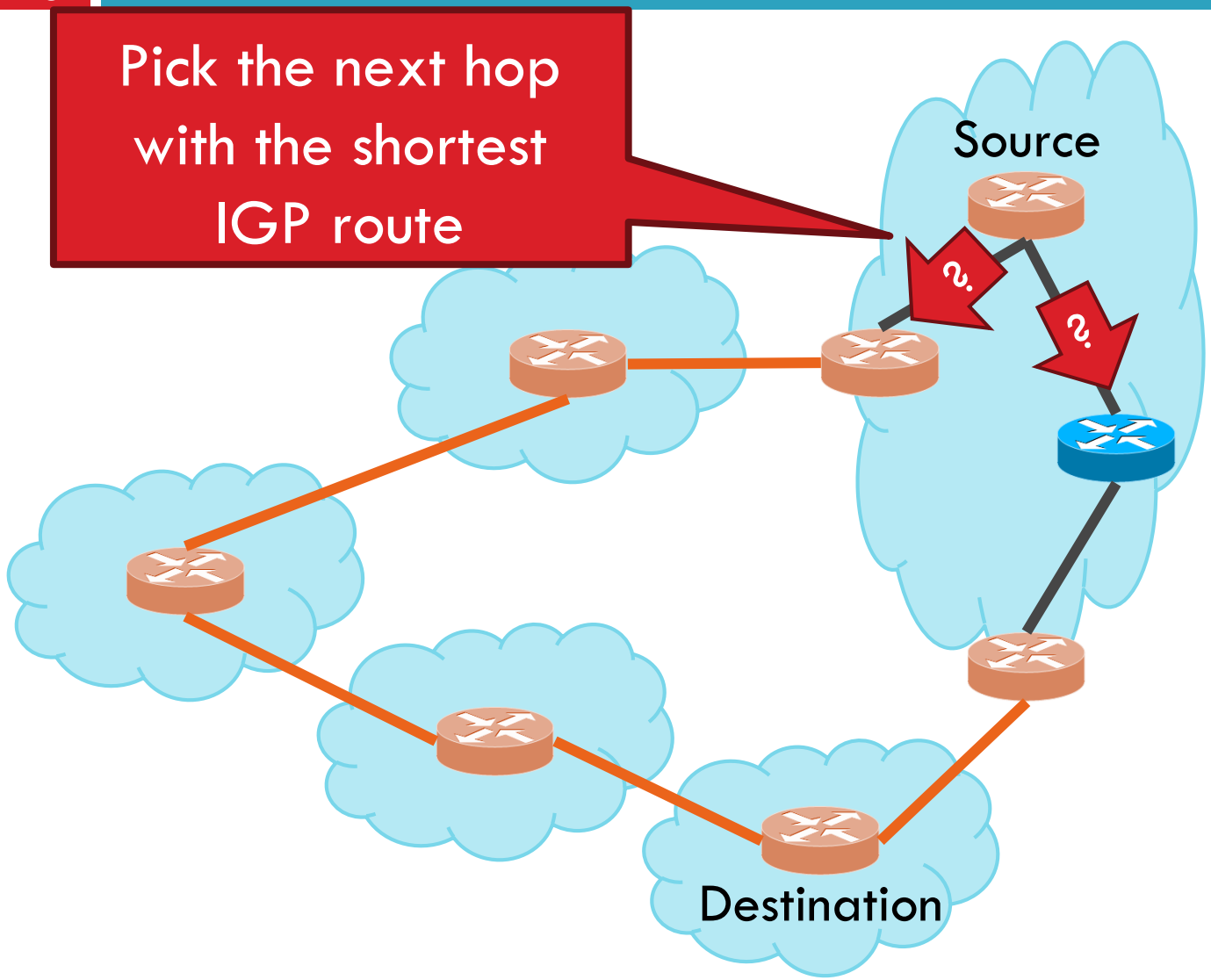
- Minden állomás hely/saját útválasztási politikát alkalmaz
  - Útvonal kiválasztás: Melyik útvonalat használjuk?
  - Útvonal export: Melyik útvonalat hirdessük meg?
- Példák
  - A 2. állomás által preferált útvonal: “2, 3, 1” (nem a “2, 1”)
  - Az 1. állomás nem hagyja, hogy a 3. állomás értesüljön az “1, 2” útvonalról



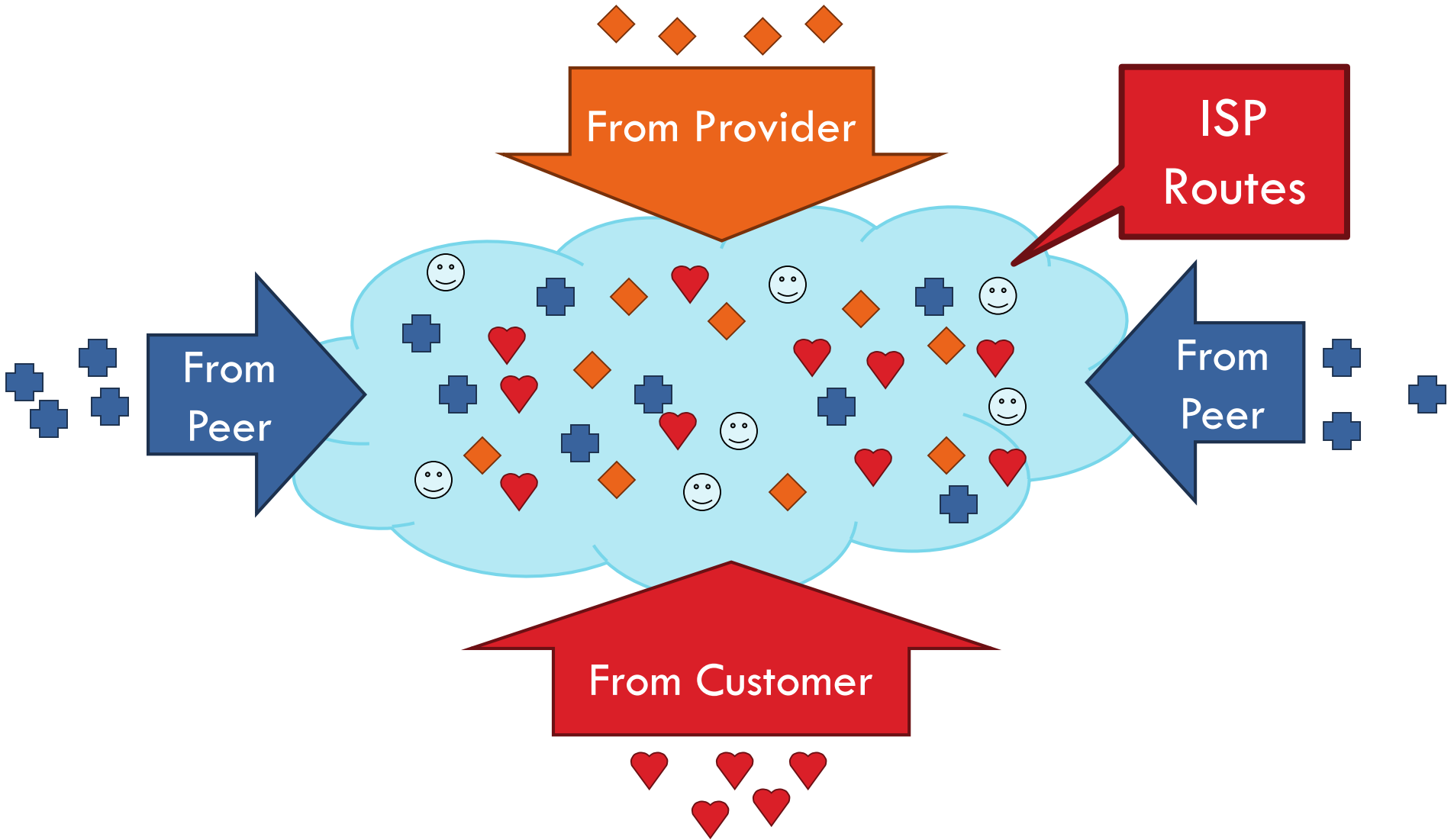
Shortest AS Path != Shortest Path



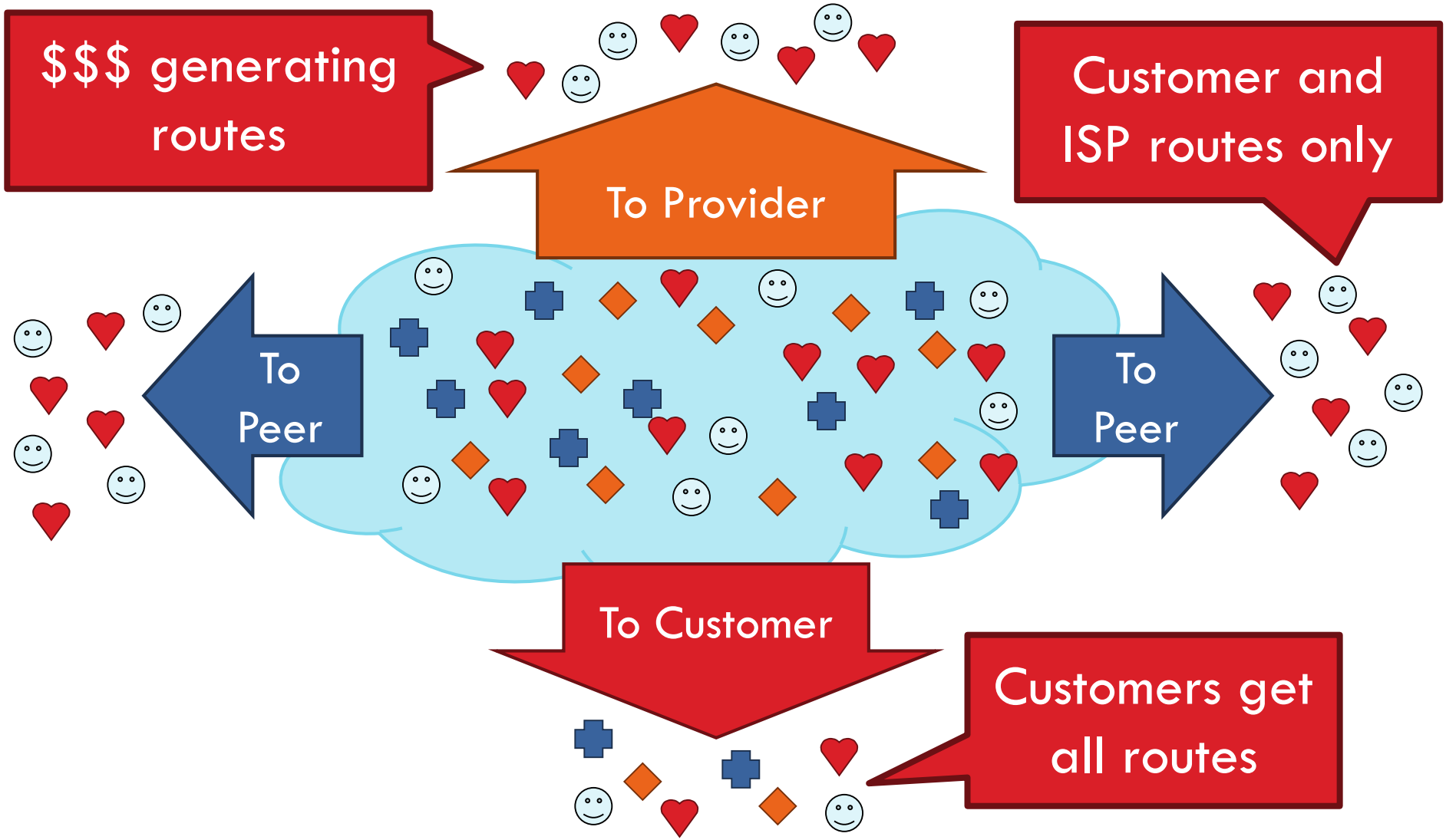
Hot Potato Routing



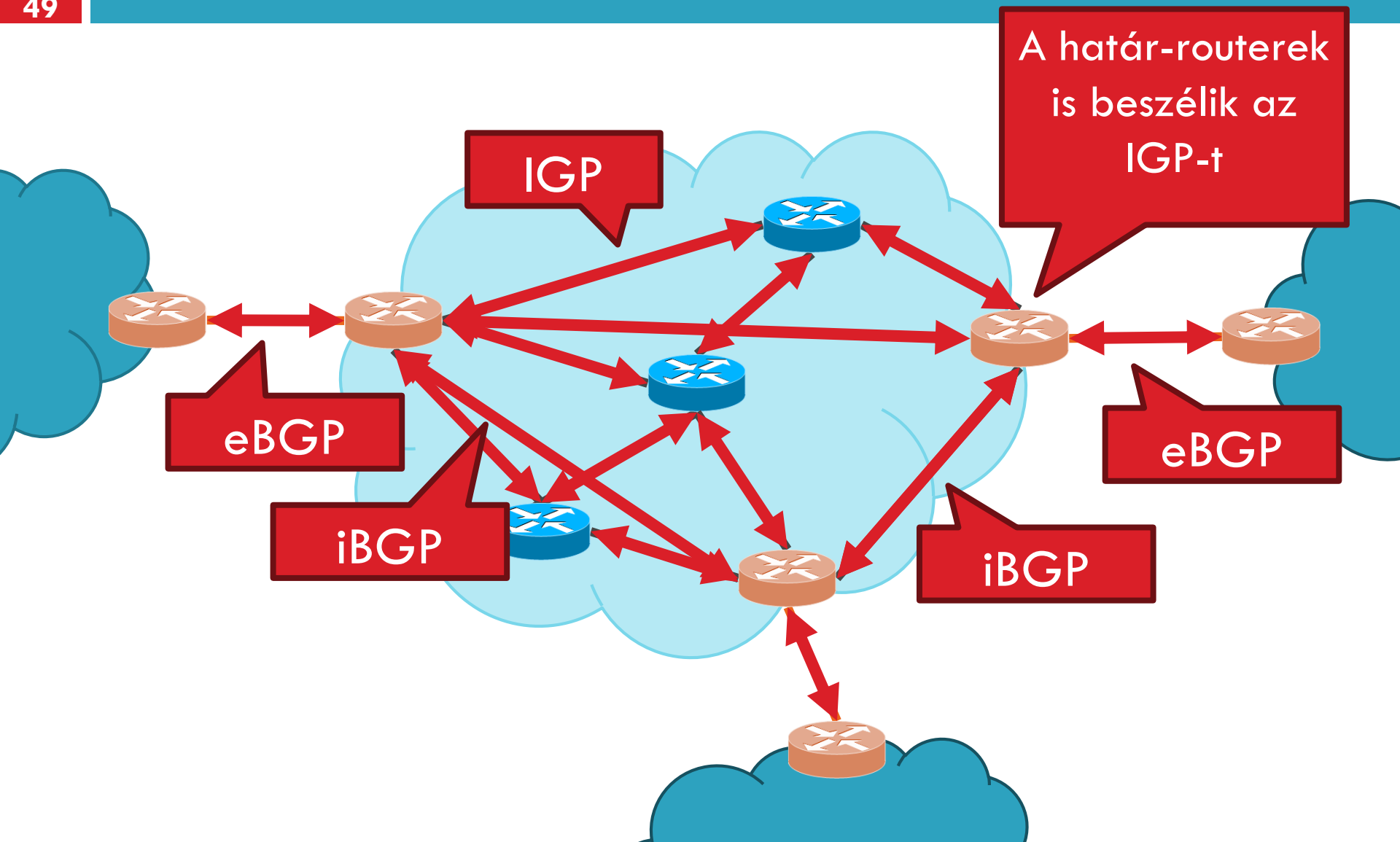
Importing Routes



Exporting Routes



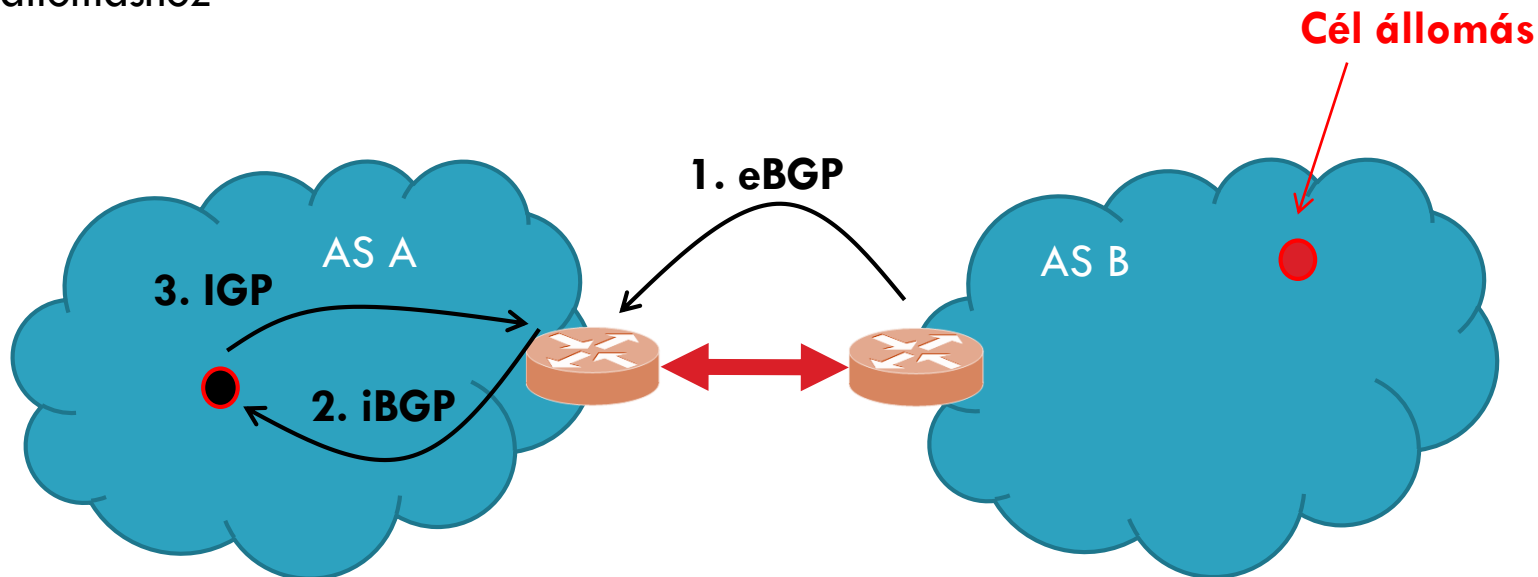
BGP



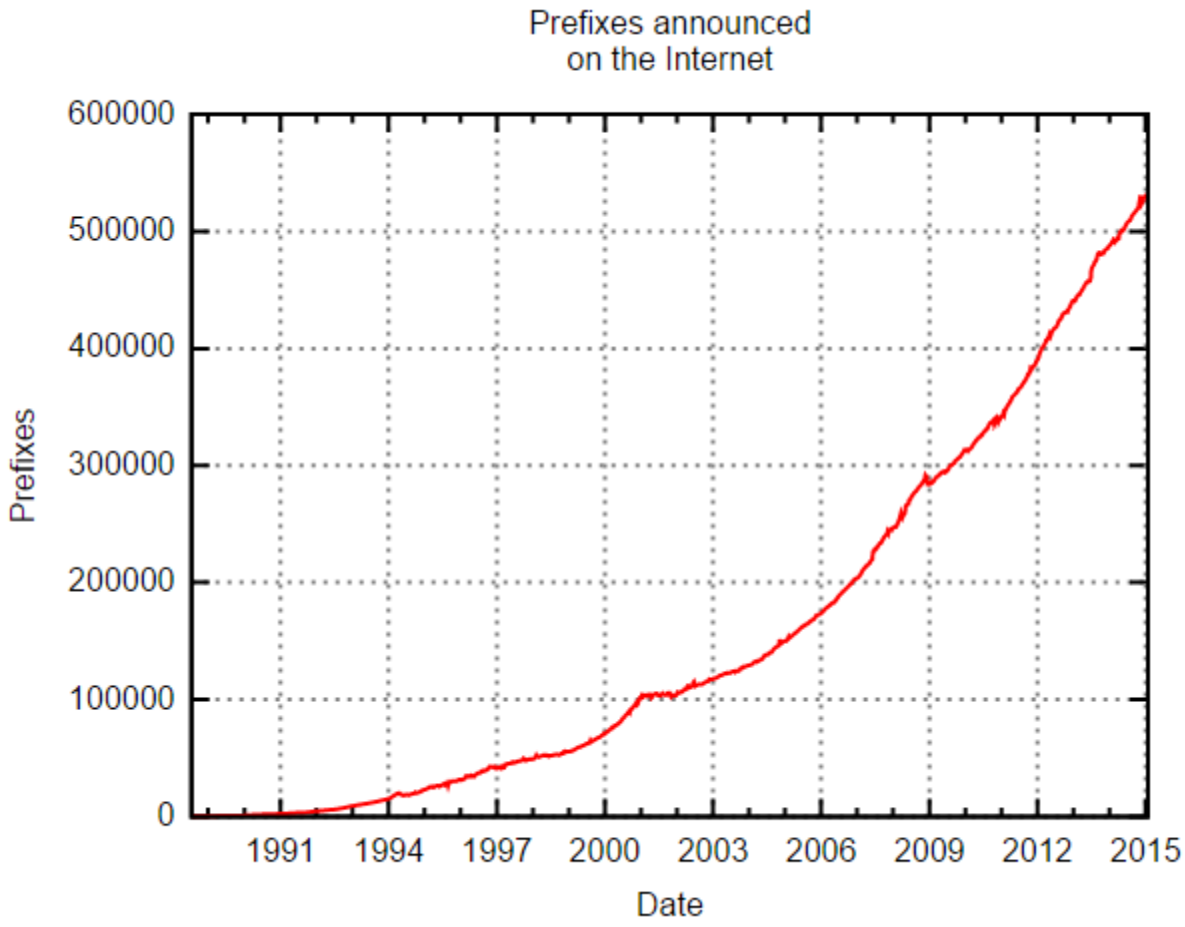
IGB – iBGP – eBGP

- eBGP: Routing információk cseréje autonóm rendszerek között
- IGP: útválasztás egy AS-en belül belső célállomáshoz
- iBGP: útválasztás egy AS-en belül egy külső célállomáshoz

- 1. eBGP – A megismeri az útvonal a célhoz, ehhez eBGP-t használunk
- 2. iBGP – A-ban levő router megtanulja a célhoz vezető utat az iBGP segítségével (a köv. ugrás a határ router)
- 3. IGP – IGP segítségével eljuttatja a csomagot az A határrouteréig



Forrás: wikipedia



További protokollok

Internet Control Message Protocol

FELADATA

- Váratlan események jelentése

HASZNÁLAT

- Többféle *ICMP*-üzenetet definiáltak:
  - Elérhetetlen cél;
  - Időtúllépés;
  - Paraméter probléma;
  - Forráslefojtás;
  - Visszhang kérés;
  - Visszhang válasz;
  - ...

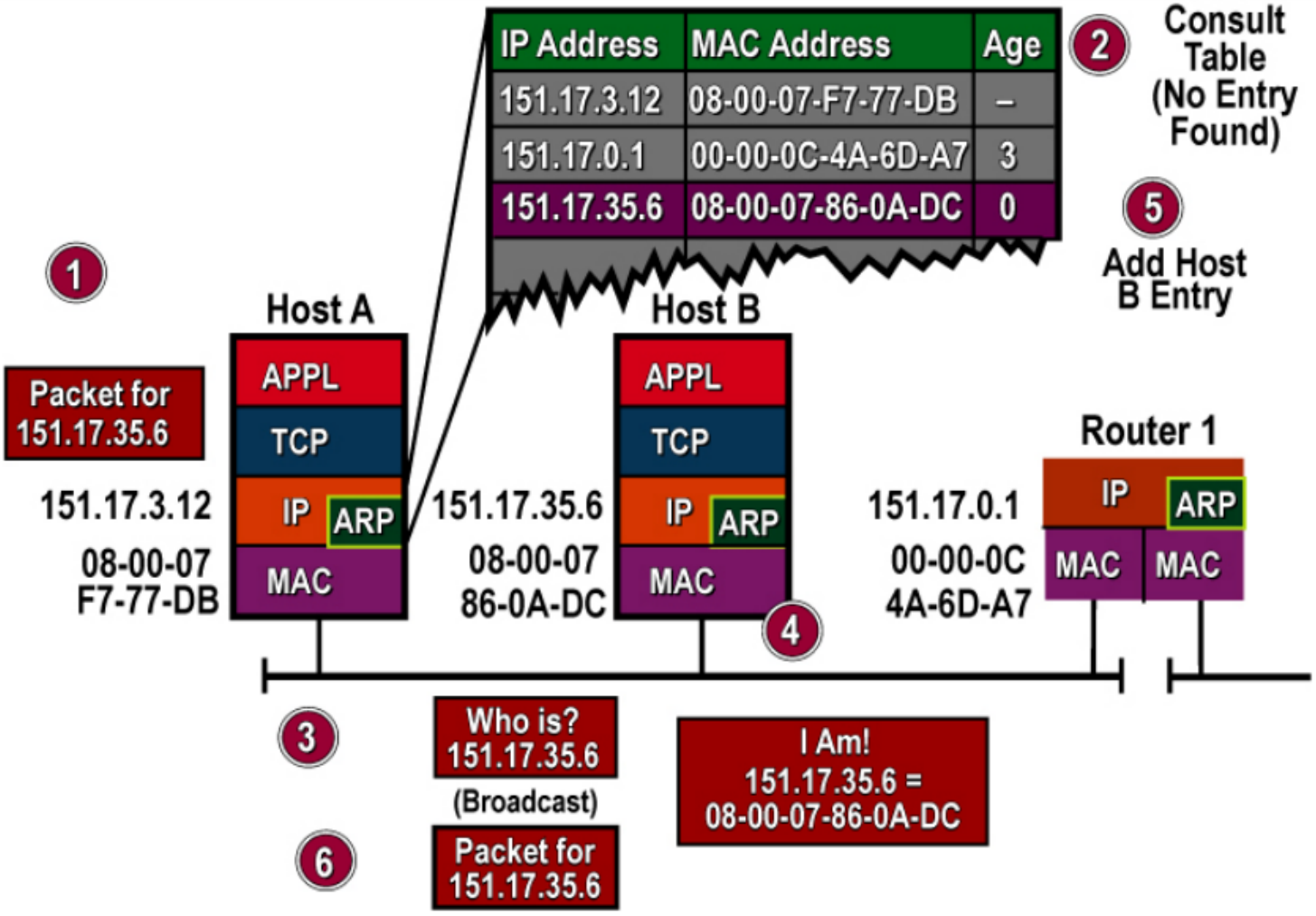
Internet Control Message Protocol

- *Elérhetetlen cél* esetén a csomag kézbesítése sikertelen volt.
  - **Esemény lehetséges oka:** Egy nem darabolható csomag továbbításának útvonalán egy „kis csomagos hálózat” van.
- *Időtúllépés* esetén az IP csomag élettartam mezője elérte a 0-át.
  - **Esemény lehetséges oka:** Torlódás miatt hurok alakult ki vagy a számláló értéke túl alacsony volt.
- *Paraméter probléma* esetén a fejrészben érvénytelen mezőt észleltünk.
  - **Esemény lehetséges oka:** Egy az útvonalon szereplő router vagy a hoszt IP szoftverének hibáját jelezheti.

Internet Control Message Protocol

- Forráslefojtás esetén lefojtó csomagot küldünk.
  - **Esemény hatása:** A fogadó állomásnak a forgalmazását lassítania kellett.
- Visszhang kérés esetén egy hálózati állomás jelenlétét lehet ellenőrizni.
  - **Esemény hatása:** A fogadónak vissza kell küldeni egy visszhang választ.
- Átirányítás esetén a csomag rosszul irányítottságát jelzik.
  - **Esemény kiváltó oka:** Router észleli, hogy a csomag nem az optimális útvonall.

Address Resolution Protocol



Address Resolution Protocol

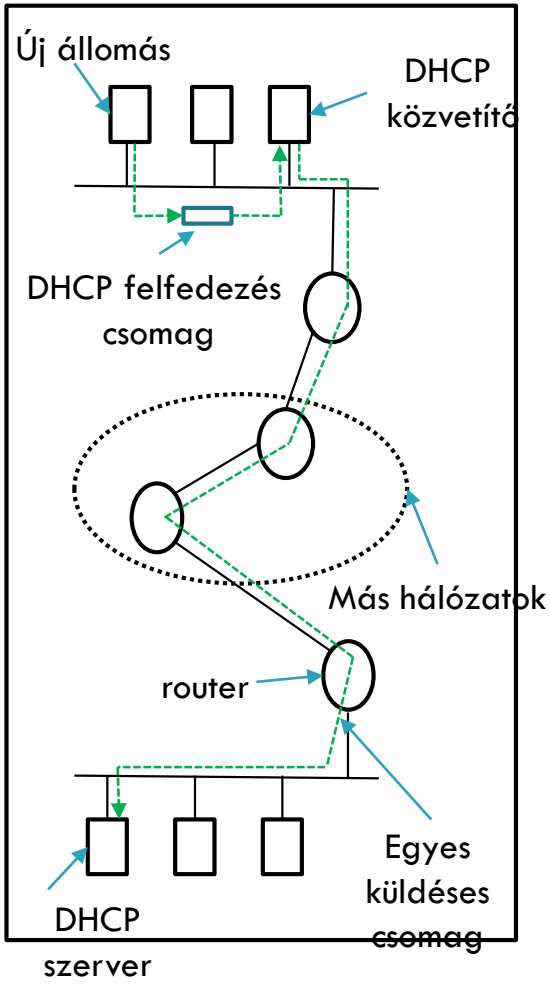
FELADATA

- Az IP cím megfeleltetése egy fizikai címnek.

HOZZÁRENDELÉS

- Adatszóró csomag kiküldése az *Ethernet*re „Ki-é a 192.60.34.12-es IP-cím?” kérdéssel az alhálózaton, és mindenegyes hoszt ellenőrzi, hogy övé-e a kérdéses IP-cím. Ha egyezik az IP a hoszt saját IP-jével, akkor a saját *Ethernet* címével válaszol. Erre szolgál az ARP.
- Opcionális javítási lehetőségek:
  - a fizikai cím IP hozzárendelések tárolása (*cache használata*);
  - Leképezések megváltoztathatósága (*időhatály bevezetése*);
- Mi történik távoli hálózaton lévő hoszt esetén?
  - A router is válaszoljon az ARP-re a hoszt alhálózatán. (*proxy ARP*)
  - Alapértelmezett Ethernet-cím használata az összes távoli forgalomhoz

Reverse Address Resolution Protocol



Reverse Address Resolution Protocol

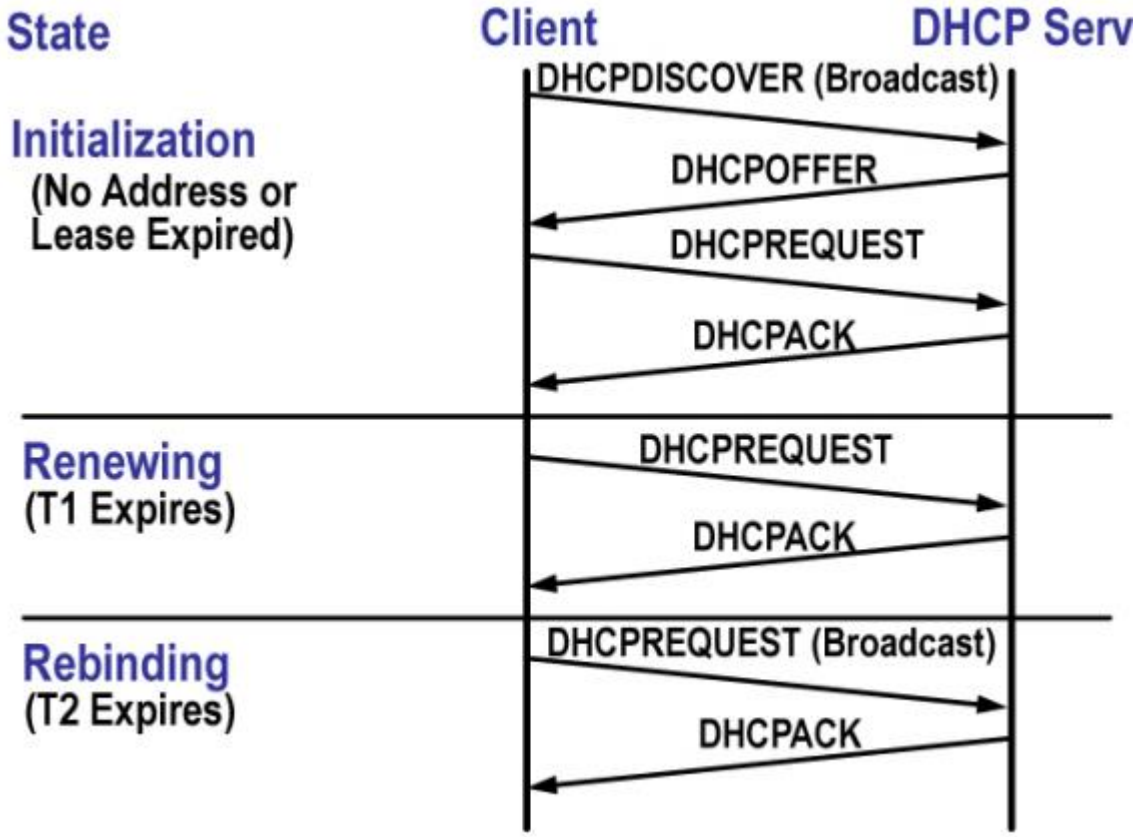
FELADATA

- A fizikai cím megfeleltetése egy IP címnek

HOZZÁRENDELÉS

- Az újonnan indított állomás adatszórással csomagot küld ki az *Ethernet*re „A 48-bites Ethernet-címem 14.04.05.18.01.25. Tudja valaki az IP címemet?” kérdéssel az alhálózaton. Az *RARP*-szerver pedig válaszol a megfelelő IP címmel, mikor meglátja a kérést
- Opcionális javítási lehetőségek:
  - *BOOTP* protokoll használata. UDP csomagok használata. Manuálisan kell a hozzárendelési táblázatot karbantartani. (statikus címkiosztás)
  - *DHCP* protokoll használata. Itt is külön kiszolgáló osztja ki a címeket a kérések alapján. A kiszolgáló és a kérő állomások nem kell hogy ugyanazon a *LAN*-on legyenek, ezért *LAN*-onként kell egy *DHCP relay agent*. (statikus és dinamikus címkiosztás)

DHCP: DYNAMIC HOST CONFIGURATION PROTOCOL



DHCP

- Lényegében ez már az **Alkalmazási réteg**
  - de logikailag ide tartozik

- Segítségével a hosztok automatikusan juthatnak hozzá a kommunikációjukhoz szükséges hálózati azonosítókhoz:
  - IP cím, hálózati maszk, alapértelmezett átjáró, stb.

- Eredetileg az RFC 1531 a BOOTP kiterjesztéseként definiálta. Újabb RFC-k: 1541, 2131 (aktuális)

DHCP lehetőségei

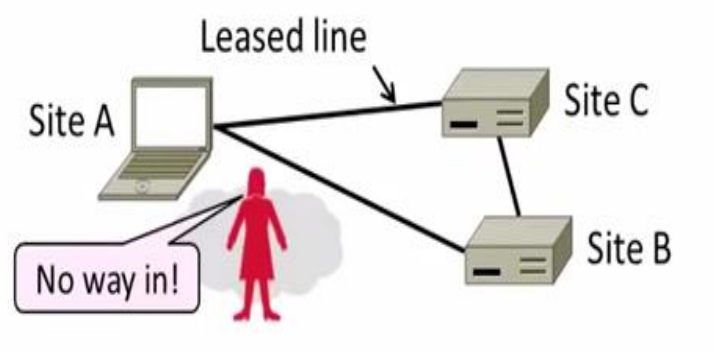
- IP címek osztása MAC cím alapján DHCP szerverrel
  - Szükség esetén (a DHCP szerveren előre beállított módon) egyes kliensek számára azok MAC céméhez fix IP cím rendelhető
- IP címek osztása dinamikusan
  - A DHCP szerveren beállított tartományból „érkezési sorrendben” kapják a kliensek az IP címeket
  - Elegendő annyi IP cím, ahány gép egyidejűleg működik
- Az IP címeken kívül további szükséges hálózati paraméterek is kioszthatók
  - Hálózati maszk
  - Alapértelmezett átjáró
  - Névkiszolgáló
  - Domain név
  - Hálózati rendszerbetöltéshez szerver és fájlnév

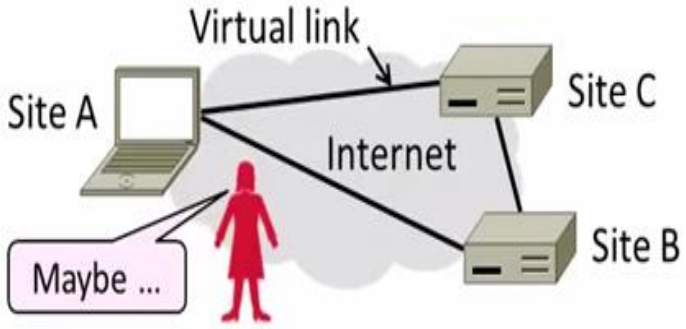
DHCP – Címek bérlése

- A DHCP szerver a klienseknek az IP-címeket bizonyos bérleti időtartamra (lease time) adja „bérbe”
  - Az időtartam hosszánál a szerver figyelembe veszi a kliens esetleges ilyen irányú kérését
  - Az időtartam hosszát a szerver beállításai korlátozzák
- A bérleti időtartam lejárta előtt a bérlet meghosszabbítható
- Az IP-cím explicit módon vissza is adható

Virtuális magánhálózatok alapok

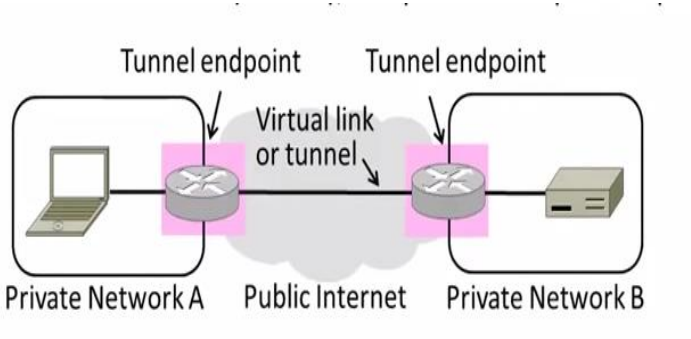
- **Fő jellemzői**
  - Mint közeli hálózat fut az interneten keresztül.
  - IPSEC-et használ az üzenetek titkosítására.
- Azaz informálisan megfogalmazva fizikailag távol lévő hosztok egy közös logikai egységet alkotnak.
  - Például távollévő telephelyek rendszerei.
- **Alapelv**
  - Bérelt vonalak helyett használjuk a publikusan hozzáférhető Internet-et.
  - Így az Internettől **logikailag** elkülöníthető hálózatot kapunk. Ezek a virtuális magánhálózatok avagy VPN-ek.
  - A célok közé kell felvenni a külső támadó kizárását.

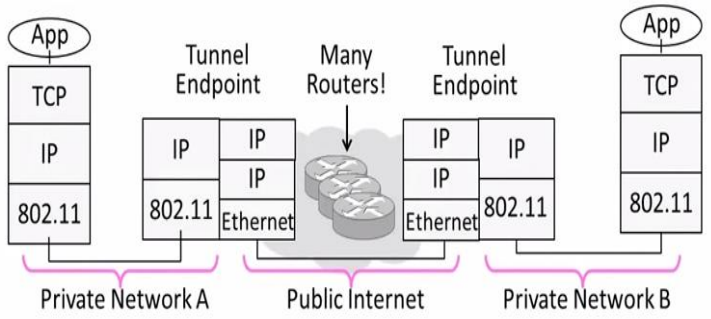




Virtuális magánhálózatok alapok

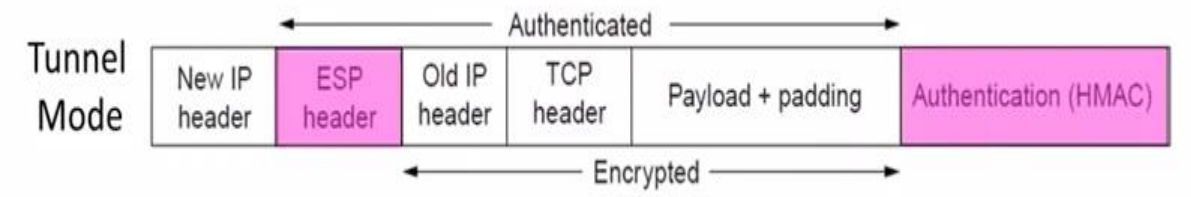
- A virtuális linkeket alagutak képzésével valósítjuk meg.
- **ALAGÚTAK**
  - Egy magánhálózaton belül a hosztok egymásnak normál módon küldhetnek üzenetet.
  - Virtuális linken a végpontok beágyazzák a csomagokat.
    - IP az IP-be mechanizmus.
- Az alagutak képzése önmagában kevés a védelemhez. Mik a hiányosságok?
  - Bizalmasság, authentikáció
  - Egy támadó olvashat, küldhet üzeneteket.
  - *Válasz:* Kriptográfia használata.





Virtuális magánhálózatok alapok

- **IPSEC**
  - Hosszú távú célja az IP réteg biztonságossá tétele. (bizalmasság, autentikáció)
  - <u>Műveletei:</u>
    - Hoszt párok kommunikációjához kulcsokat állít be.
    - A kommunikáció kapcsolatorientáltabbá tétele.
    - Fejlécek és láblécek hozzáadása az IP csomagok védelme érdekében.
  - Több módot is támogat, amelyek közül az egyik az **alagút mód**.



Köszönöm a figyelmet!