

**Tinklo lygis**

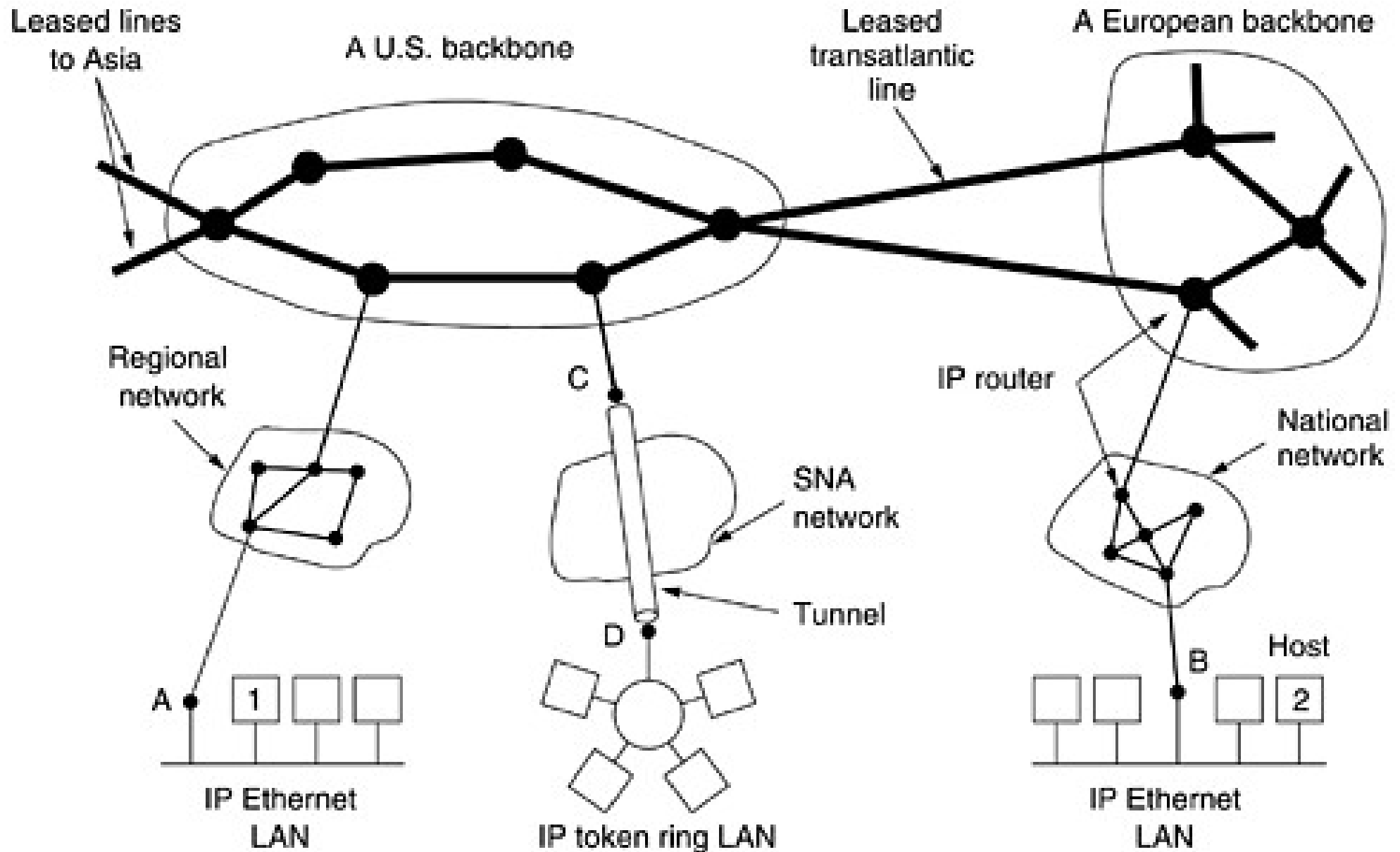
# Turiny

- Pagrindai
- IPv4 Protokolas
- Adresacija
  - Klasifikavimas
- IP valdymo protokoliai
- Maršrutizavimo protokoliai
- IPv6 Protokolas

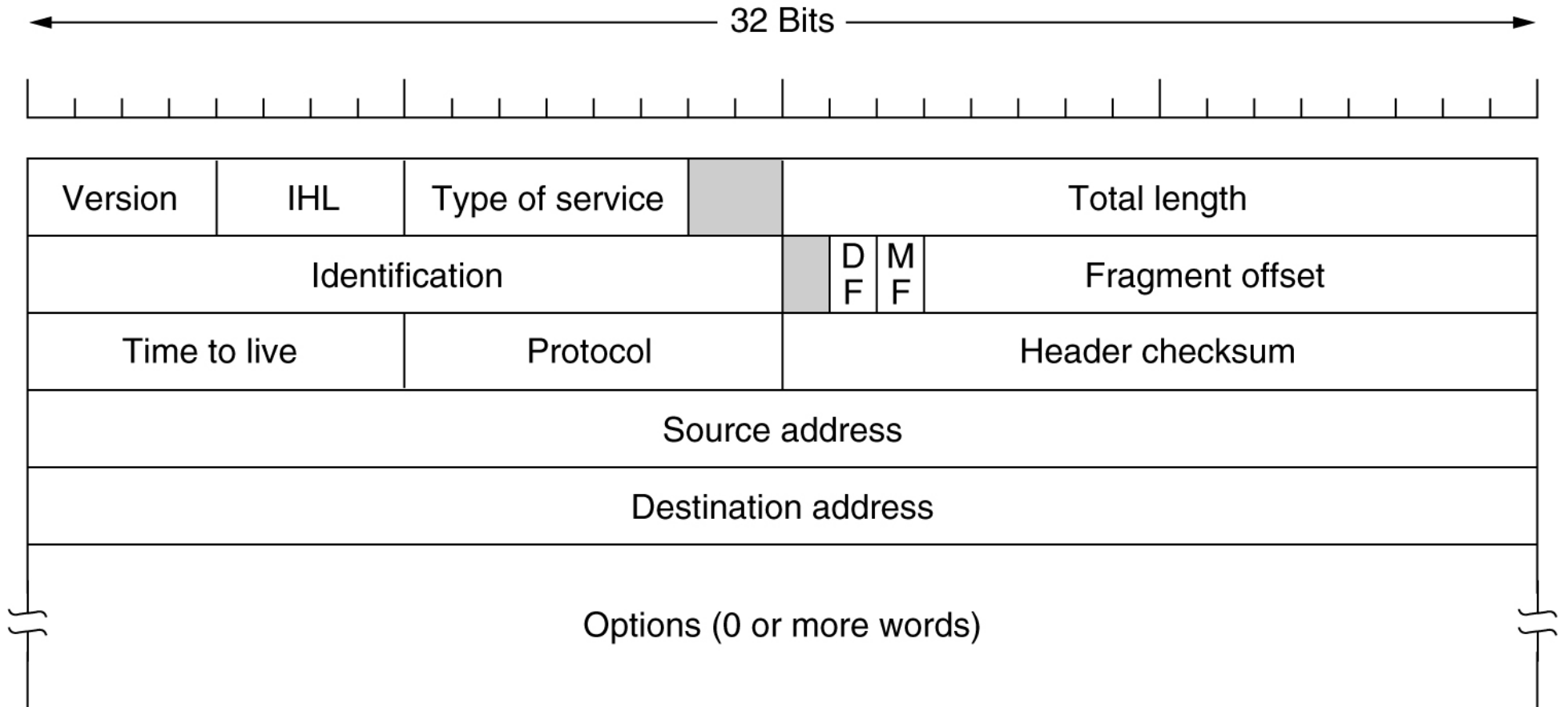
# Interneto projektavimo principai

1. Sprendimas turi veikti
2. Sprendimas turi būti paprastas
3. Vienam tikslui pasiekti – vienas kelias
4. Modulinė struktūra
5. Pasiruošimas heterogeninėms esybėms
6. Vengti statinių parametru
7. Pasirinkti gerą sprendimą bet ne geriausią
8. Griežtas siuntimas, tolerantiškas priėmimas
9. Apkrovos pasiskirstymas
10. Atsižvelgti į greitį ir kainą

# Internetas daugelio tinklų tinklas



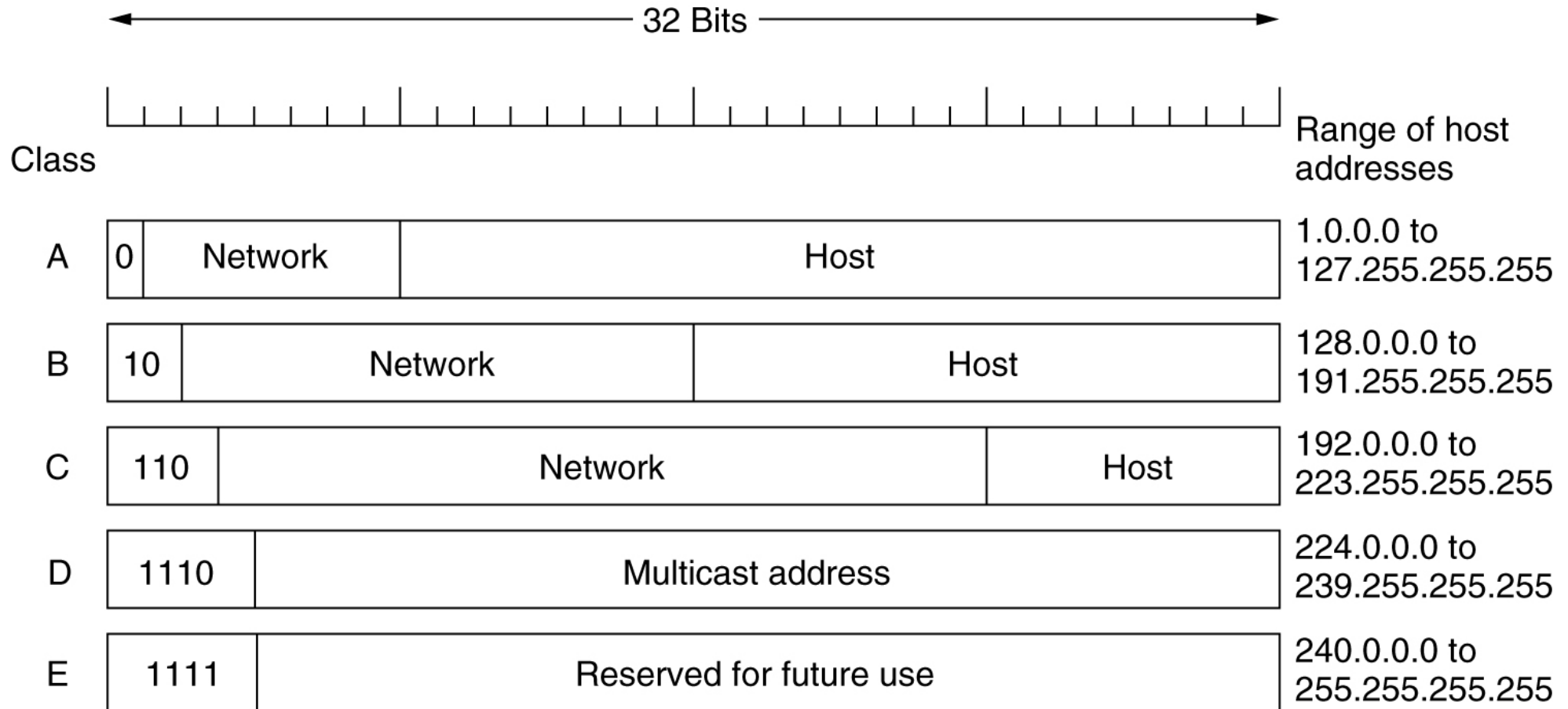
# IPv4 paketo formatas



# IPv4 plėtiniai

Plėtinys	Aprašymas
Saugumas	Nusako datagramos saugumo lygį
Griežto kelio maršrutizavimas	Nusako tikslų kelią, kuriuo keliaus paketai
Laisvo kelio maršrutizavimas	Nusako sąrašą maršrutizatorių kurių nereikėtų praleisti
Audituojamas maršrutizavimas	Kiekvienas maršrutizatorius prie paketo prideda savo IP adresą
Laiko žyma	Kiekvienas maršrutizatorius prie paketo prideda savo adresą ir laiko žymą

# IPv4 adreso formatas ir klasės



# Specialūs IPv4 adresai

0 0
---

This host

0 0      . . .      0 0	Host
-------------------------	------

A host on this network

1 1
---

Broadcast on the  
local network

Network	1 1 1 1      . . .      1 1 1 1
---------	---------------------------------

Broadcast on a  
distant network

127	(Anything)
-----	------------

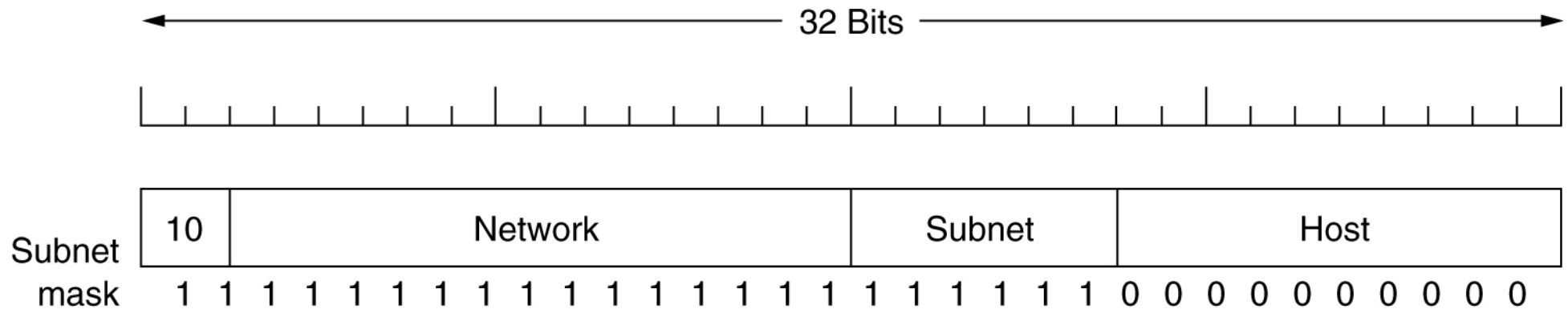
Loopback



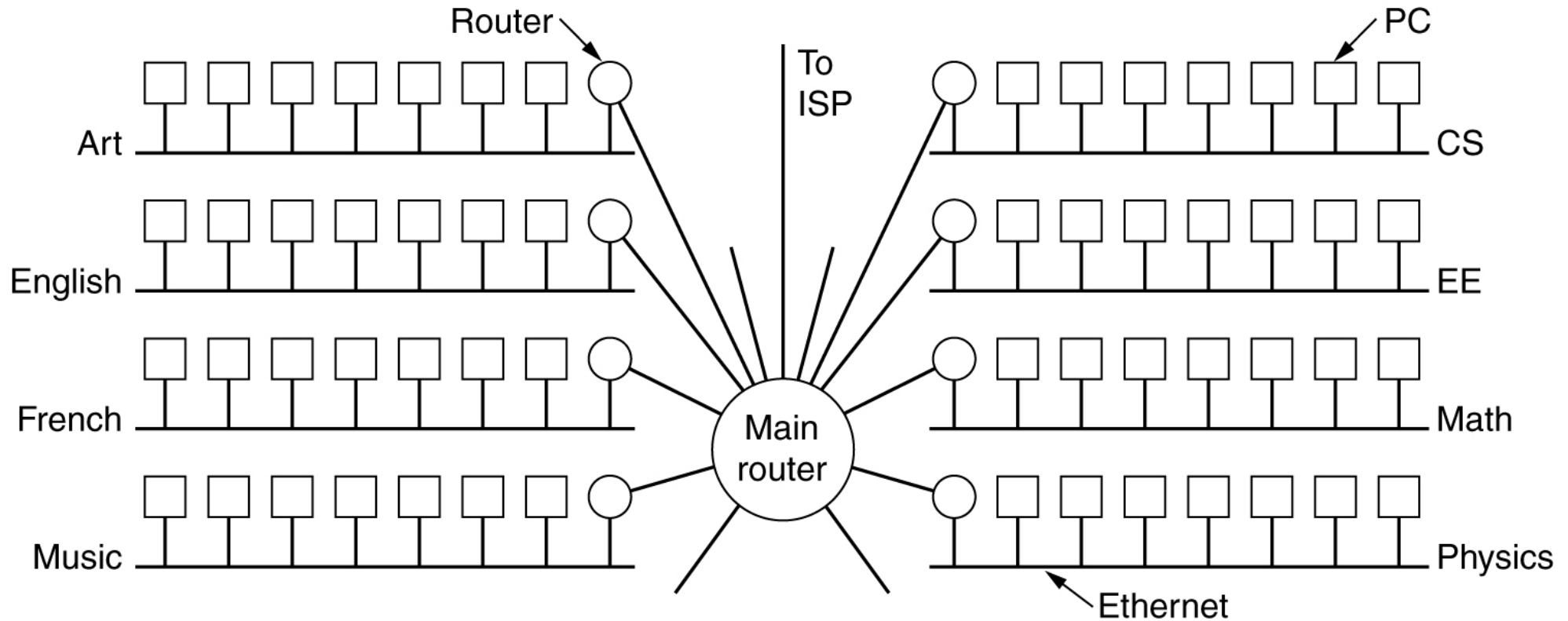
- 45 00 00 28 Versija – 4; IHL – 5; Ilgis 40  
5e 43 40 00 Id – 24131; DF – 1; MF – 0; Offset – 0  
80 06 09 24 TTL – 128; Protokolas – 6 (RFC1700);  
c0 a8 01 5f Šaltinio IP: 192.168.1.95;  
ad c2 23 9f Tikslas IP: 173.194.35.159

# IPv4 Potinkliai

- (net,0); (net,host);
- (net,subnet,0); (net,subnet,host);



# IPv4 Potinkliai ir tinklo kaukės



# **CIDR (Classless InterDomain Routing) – beklasė maršrutizacija domeno viduje**

194.0.0.0 - 195.255.255.255 - Europa

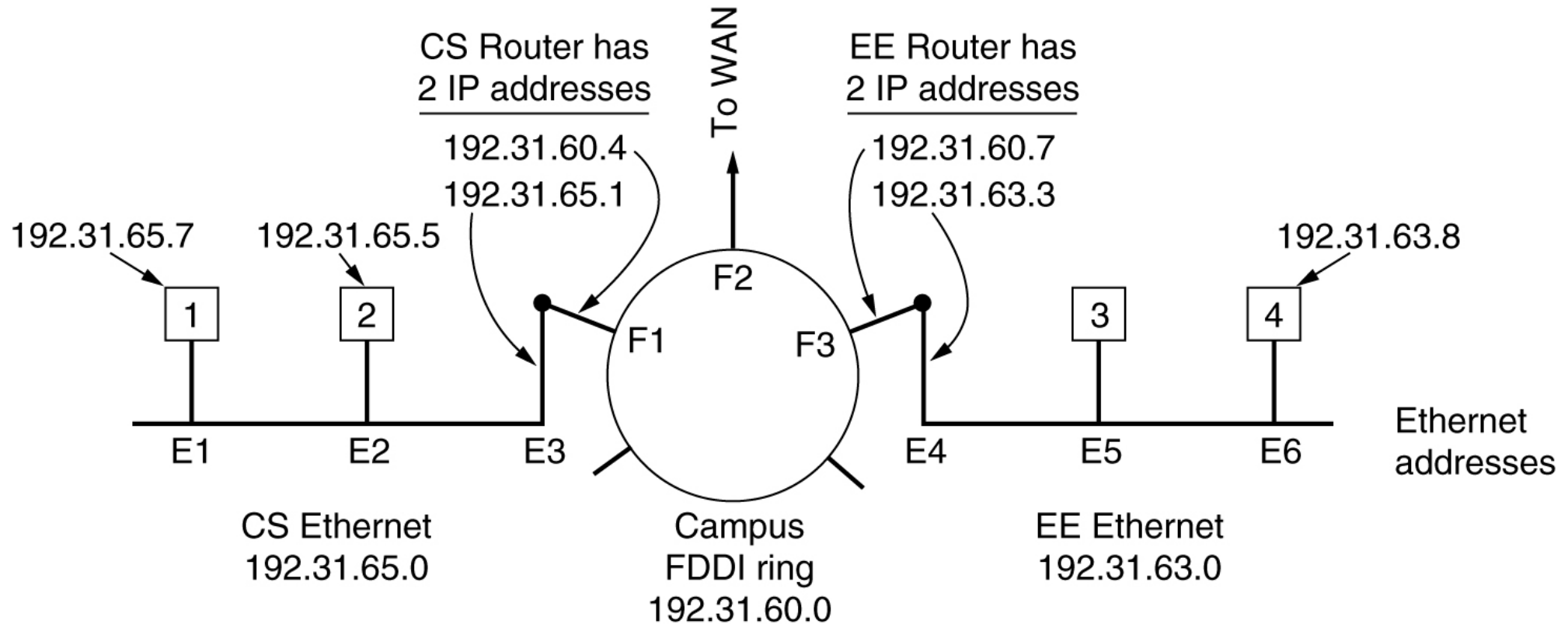
198.0.0.0 - 199.255.255.255 - Šiaurės Amerika

200.0.0.0 - 201.255.255.255 - Centrinė ir  
Pietų Amerika

202.0.0.0 - 203.255.255.255 - Azija

Kiekvienas regionas gavo 32 000 000 adresų

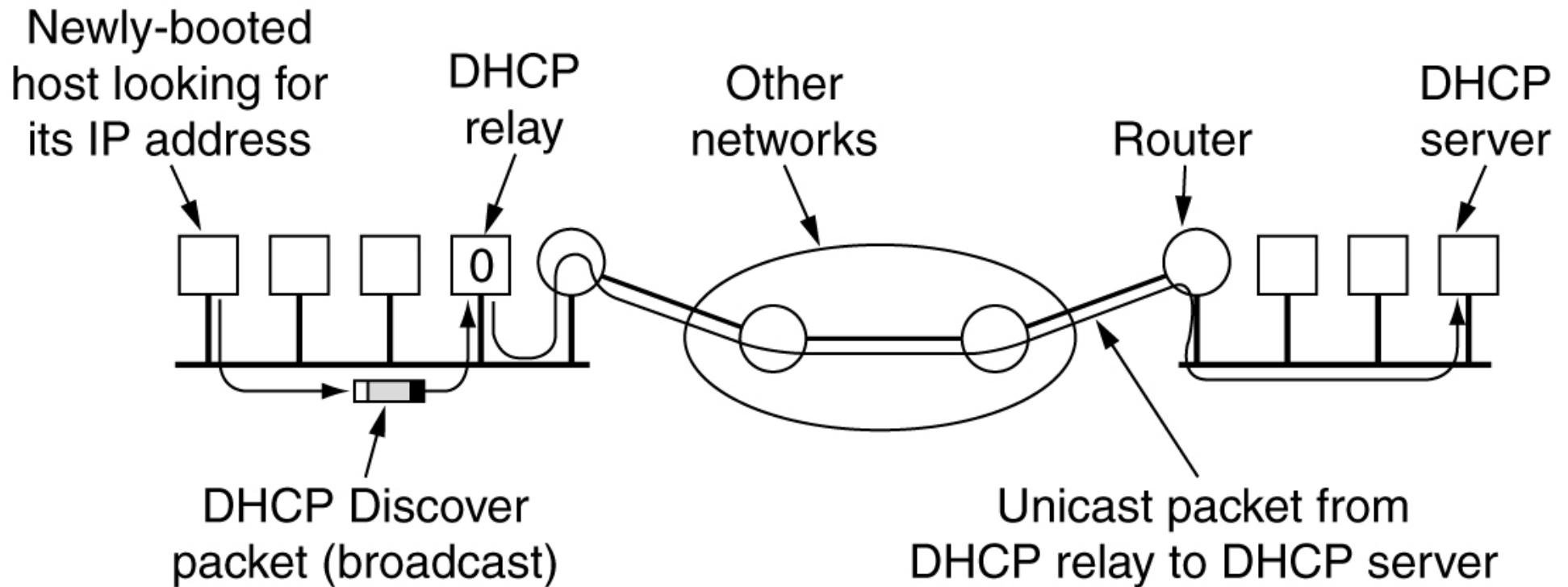
# ARP ir RARP protokolai



# DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol

- Automatinis adresų paskirstymas
- Visa konfigūracijai skirta informacija viename pranešime
- Trys adresų paskirstymo būdai:
  - Rankinis
  - Automatinis
  - Dinaminis

# DHCP Protokolas



# ICMP – Internet Control Message Protocol

Message type	Description
Destination unreachable	Packet could not be delivered
Time exceeded	Time to live field hit 0
Parameter problem	Invalid header field
Source quench	Choke packet
Redirect	Teach a router about geography
Echo request	Ask a machine if it is alive
Echo reply	Yes, I am alive
Timestamp request	Same as Echo request, but with timestamp
Timestamp reply	Same as Echo reply, but with timestamp



# **Maršrutizavimo protokolai**

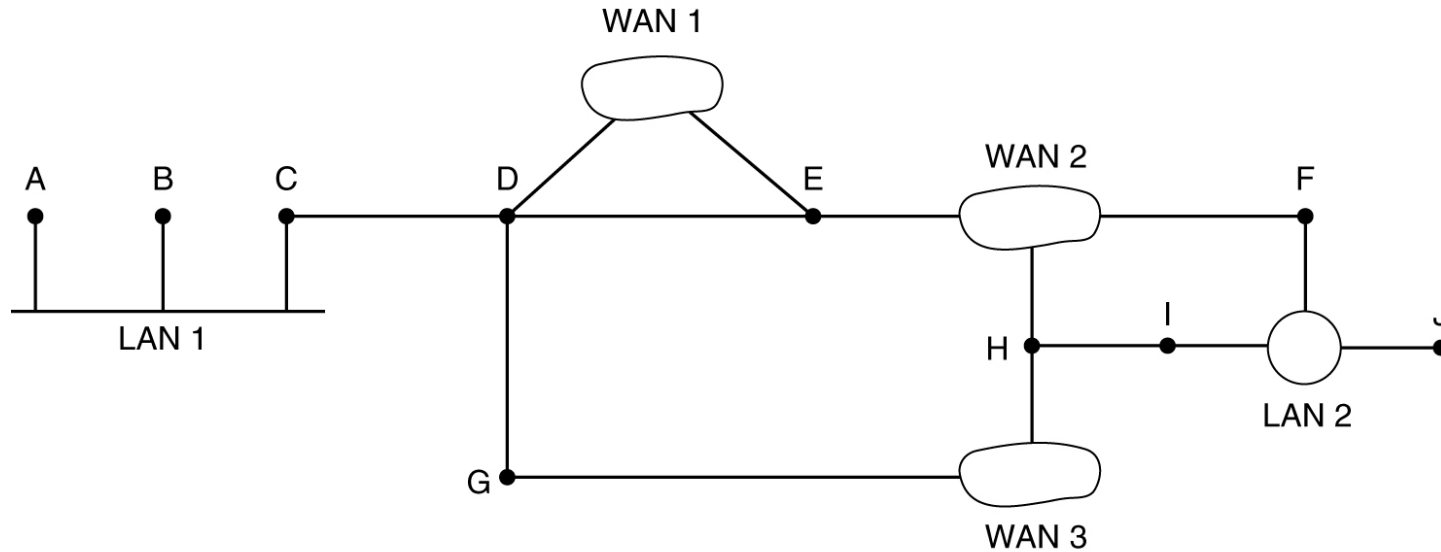
# OSPF – Interior Gateway Routing Protocol

- Open Shortest Path First
  - Algoritmas turi būti išleistas laisvai prieinamoje literatūroje
  - Turi mokėti dirbti su įvairiom metrikom: atstumu, pralaidumu, užlaikymu ir t.t.
  - Turi būti dinaminis
  - Turi palaikyti įvairius serviso lygius
  - Apkrovimo balansavimas ir srautų išskaidymas per skirtingus kanalus
  - Maršrutizatorius neturi žinoti viso tinklo parametrų
  - Turi būti sustiprintas maršrutizatorių saugumas
  - Tunelio panaudojimas

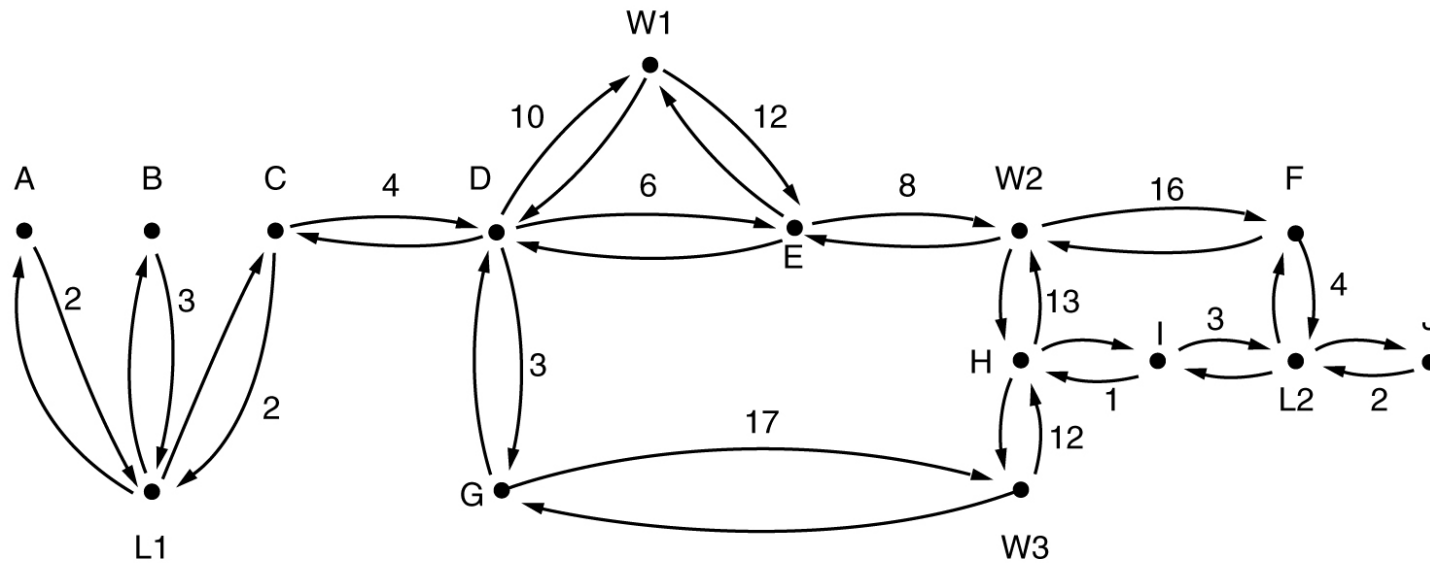
# OSPF – Interior Gateway Routing Protocol

- OSPF palaiko trijų skirtingų ir sujungimų tipus:
  - Taškas su tašku tarp dviejų maršrutizatorių
  - Tinklas su broadcast perdavimu (LAN tinklai)
  - Tinklas su daugybiniu perdavimu

# OSPF – Interior Gateway Routing Protocol



(a)

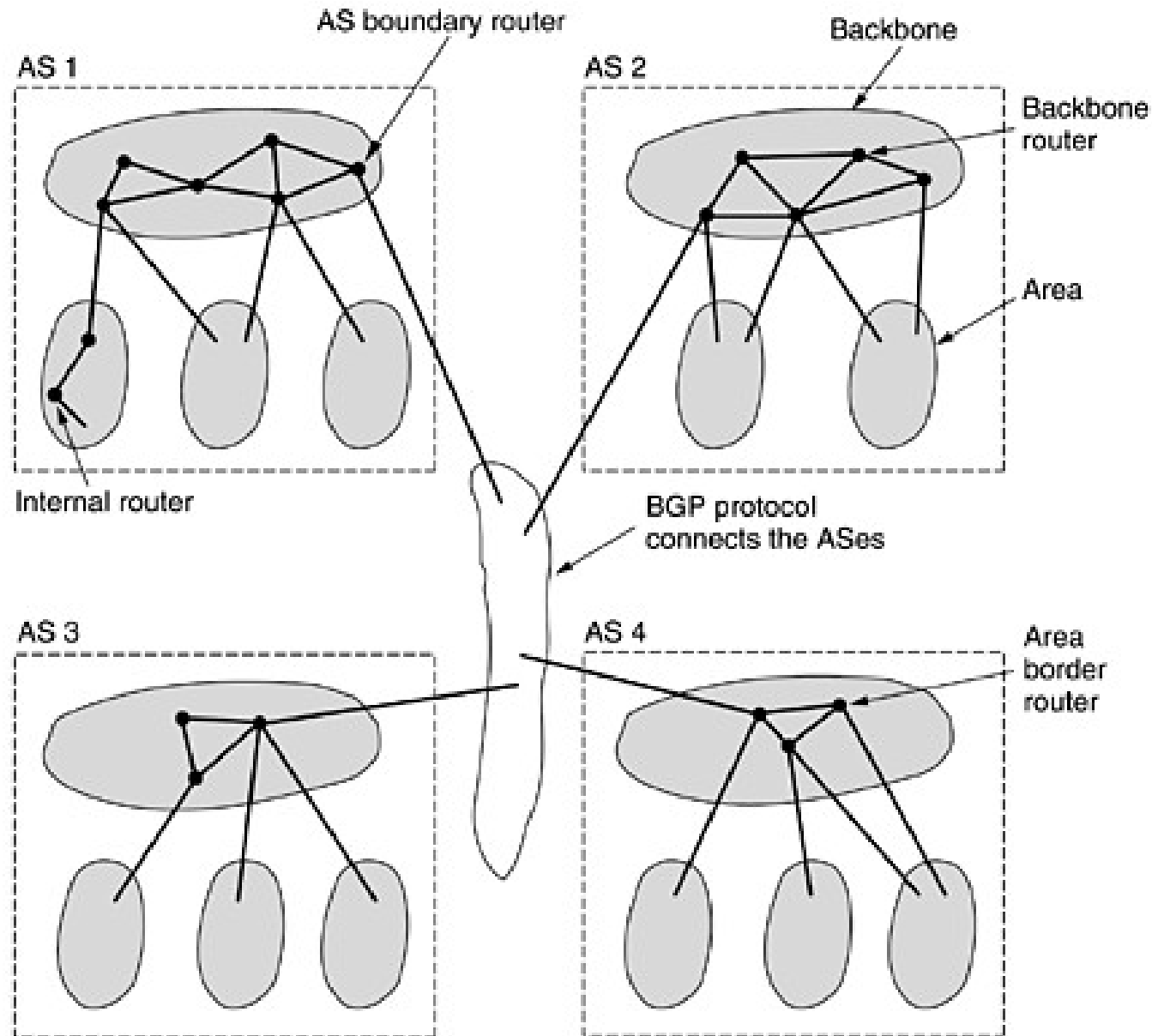


(b)

# OSPF – Interior Gateway Routing Protocol

- OSPF išskiria keturias maršrutizatorių klases:
  - Vidinis maršrutizatorius dirbantis tik srities viduje
  - Kraštinis maršrutizatorius sujungia sritis tarpusavyje
  - Pradinis (atraminis) maršrutizatorius priklauso pagrindinei (atraminei) sričiai
  - AS kraštinis maršrutizatorius sujungtas su kitų AS maršrutizatoriais

# OSPF – Interior Gateway Routing Protocol



# OSPF – Interior Gateway Routing Protocol

- OSPF protokole maršrutizatoriai pasikeičia informacija ne su kaimynais, o su gretimais mazgais
- Gretimas mazgas – nustatytas maršrutizatorius, jis turi dublerį

# OSPF – Interior Gateway Routing Protocol

Message type	Description
Hello	Used to discover who the neighbors are
Link state update	Provides the sender's costs to its neighbors
Link state ack	Acknowledges link state update
Database description	Announces which updates the sender has
Link state request	Requests information from the partner



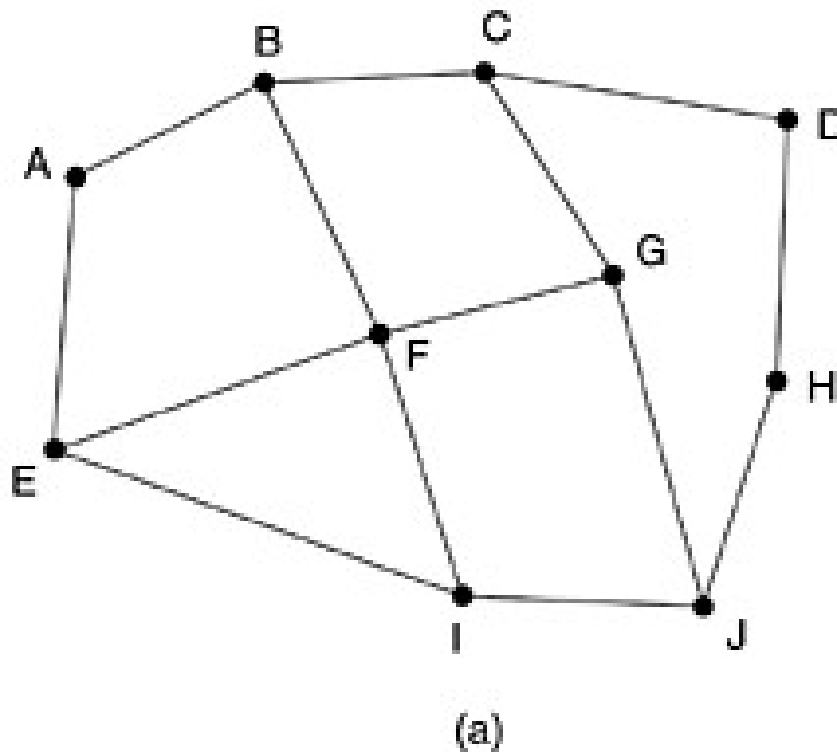
# **BGP (Border Gateway Protocol) – išorinis šliuzų maršrutizavimo protokolas**

- AS viduje maršrutizatoriaus tikslas – surasti optimalų maršrutą
- Tarp AS reikia atsižvelgti ir į įvairias sąlygas, kurios kyla dėl konkrečios organizacijos, kuriai priklauso AS, politikos
- Pavyzdžiai
  - Tam tikrų AS trafikas neturi pasiekti organizacijos AS
  - Srautas iš arba į autonominę sistemą, priklausančią IBM, neturi eiti per autonominę sistemą, kuri yra Microsoft dalis

# BGP – išorinių šliuzų maršrutizavimo protokolas

- BGP maršrutizatorius dalina į tris kategorijas:
  - Tinklas-aklavietė niekur neveda. Turi tik vieną sujungimo tašką su BGP grafu. Negali būti naudojamas tranzitui.
  - Tinklas su daugybiniais sujungimais. Gali būti naudojami tranzitui, jei leidžia tai daryti.
  - Tranzitiniai tinklai – tokie kaip atraminiai (angl. Backbone), kurie skirti srauto tranzitui

# BGP – išorinių šliuzų maršrutizavimo protokolas



Information F receives  
from its neighbors about D

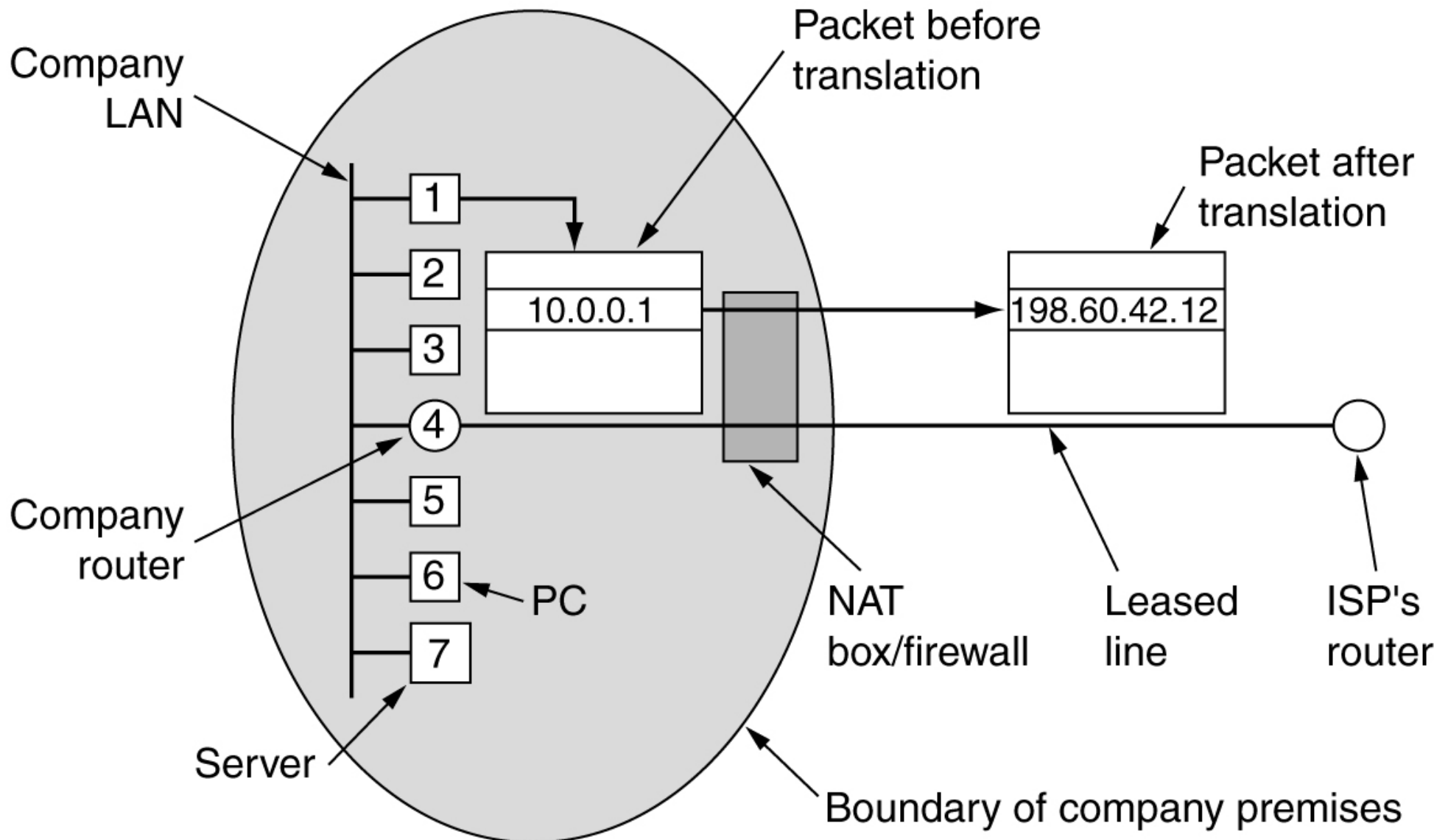
From B: "I use BCD"  
From G: "I use GCD"  
From I: "I use IFGCD"  
From E: "I use EFGCD"

(b)

# NAT – Network Address Translation

- Mažos adresų erdvės problemos sprendimo variantas
- Organizacijos viduje – daug skirtingų IP adresų, išorėje vienas
- Rezervuotos ribos:
  - 10.0.0.0/8
  - 172.16.0.0/12
  - 192.168.0.0/16

# NAT – Network Address Translation



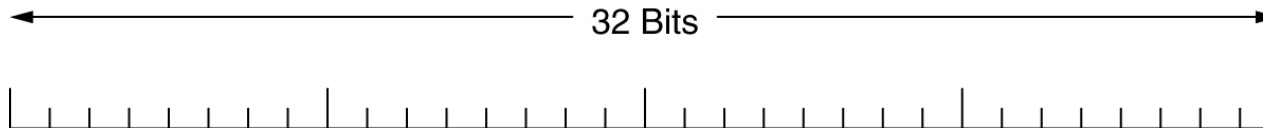
# NAT – Network Address Translation

- Sugadina IP architektūrą, kurioje kiekvienas IP adresas unikalčiai identifikuoja mašiną
- Tinklo lygis tampa orientuotas į sujungimus, nes reikia palaikyti informaciją apie kiekvieną sujungimą
- Pažeidžiama pagrindinė hierarchinės organizacijos taisyklė – lygio  $k$  protokolas neturi nieko žinoti apie  $k+1$  lygio protokolo realizaciją
- Be TCP arba UDP kyla problemos
- Kai kurios programos saugo IP adresą pranešimo tekste (pvz. FTP), todėl atsiranda klaidos

# IPv6

- Tikslai kuriant IPv6 buvo:
  1. Išplėsti adresų erdvę
  2. Sumažinti maršrutų lenteles maršrutizatoriuose
  3. Supaprastinti protokolą, kad maršrutizatoriai galėtų apdoroti paketus greičiau
  4. Įdiegti saugumo sistemą
  5. Skirti daugiau dėmesio realaus laiko duomenims
  6. Sukurti multicastingą išskiriant ribas
  7. Leisti tinklo mazgams (hosts) migruoti nekeičiant jų IP adresų
  8. Leisti protokolui evoliucionuoti ateityje
  9. Palaikyti senus ir naujus protokolus

# IPv6 antraštės formatas



Version	Traffic class	Flow label	
Payload length		Next header	Hop limit
Source address (16 bytes)			
Destination address (16 bytes)			



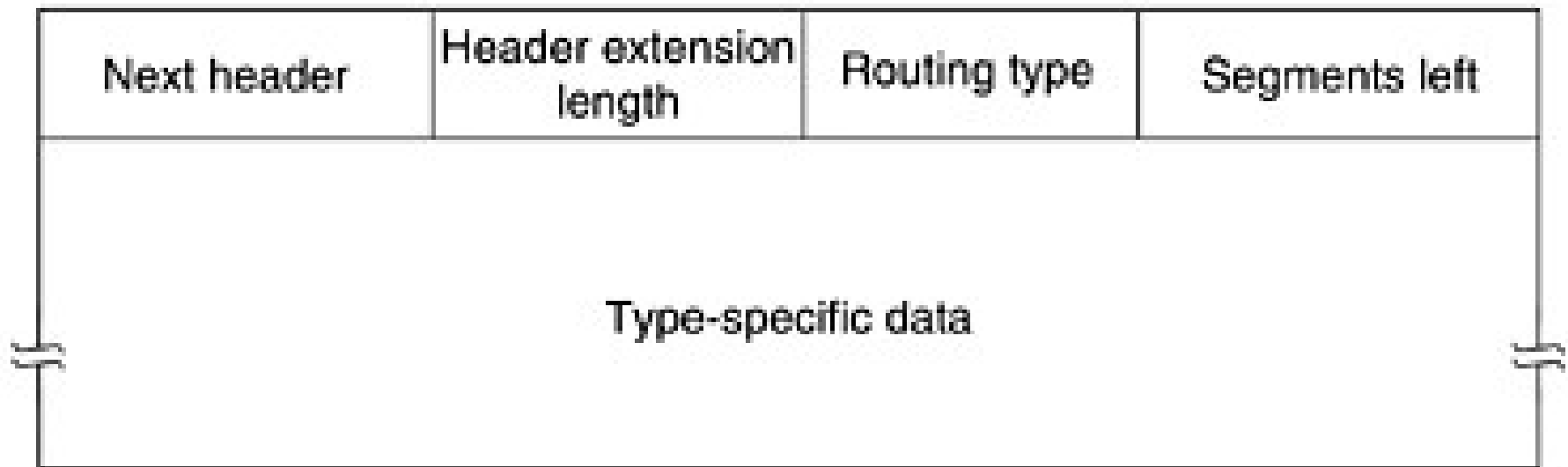
# IPv6 plėtiniai

Extension header	Description
Hop-by-hop options	Miscellaneous information for routers
Destination options	Additional information for the destination
Routing	Loose list of routers to visit
Fragmentation	Management of datagram fragments
Authentication	Verification of the sender's identity
Encrypted security payload	Information about the encrypted contents

# IPv6 jumbograms

Next header	0	194	4
Jumbo payload length			

# IPv6 maršrutizavimo plėtiniai



# IPv6 adresai

EFDC:BA62:7654:3201:EFDC:BA72:7654:3210

“1080:0000: 0000: 0000:0008:0800:200C:417A” → “1080:0:  
0: 0:8:800:200C:417A” → “1080::8:800:200C:417A”

192.168.0.2 → ::192.168.0.2

**Klausimai?**