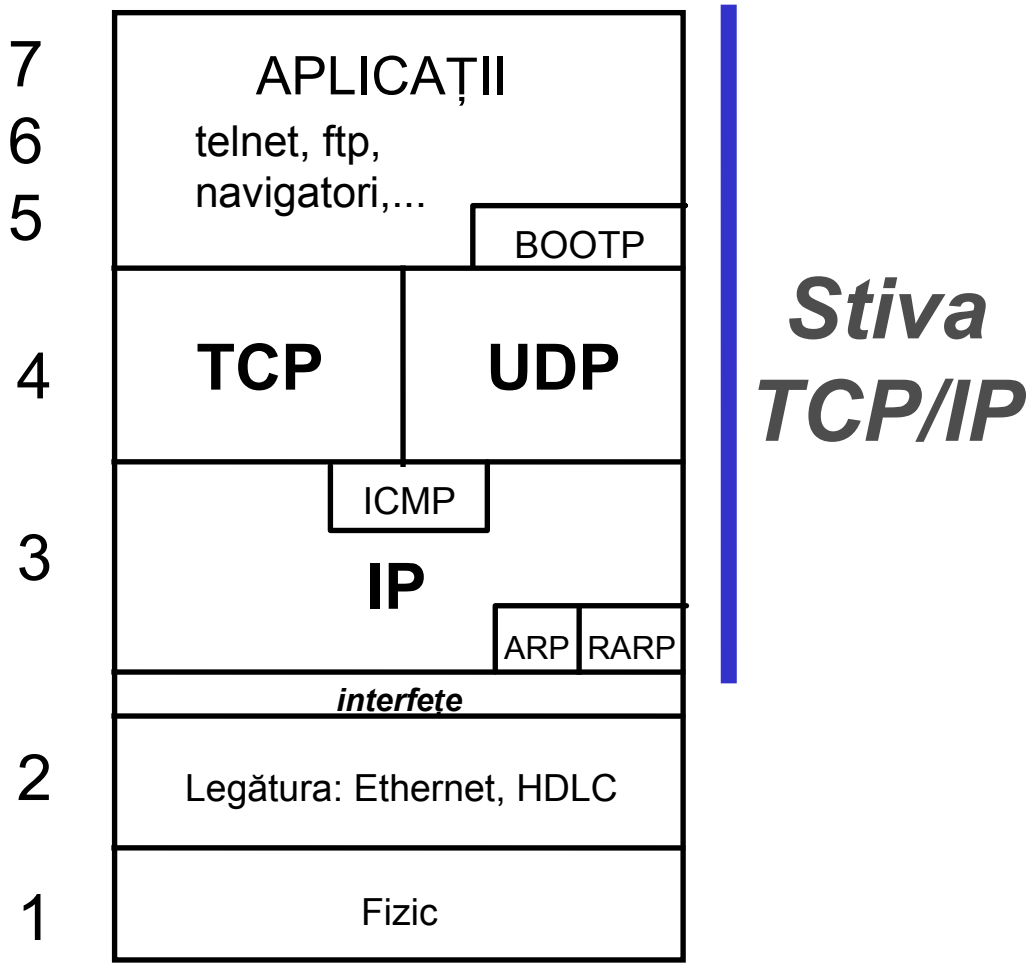
NETWORKZ 6_1

Protocolul_IP_functionare

Arhitectura TCP/IP

- Structura în straturi
  - Straturile 3 à 4 corespund modelului OSI
  - Straturile 5 până la 7 OSI grupate într-un nivel de *aplicații*



Funcții ale stratului rețea

- Principală
  - Comunicare de pachete prin intermediul unei infrastructuri de rețea
- Alte funcții
  - Serviciu orientate conexiune sau fara de conexiune (datagramă)
  - Rutare (stabilirea caii către destinatar)
  - Controlul fluxului
  - Controlul erorilor
  - Segmentare și re-asamblare de pachete
  - Controlul congestionării
  - Detectarea erorilor

Protocolul IP (Internet protocol - IP)

- Unicul protocol de nivel rețea pe Internet
- Transfer în mod datagramă
  - Fara a stabil conexiune – mod non-conectat
- Nu asigura detectarea erorilor in pachetele transmise
- Ne detectează pierderile
- Abstractizează caracteristicile sub-rețelelor

Protocolul IP

Functii:

- ✓ Adresare pe 32 biti
- ✓ Rutare
- ✓ Fragmentare și asamblare a pachetelor
- ✓ Timpul de viata

Intrebari deschise:

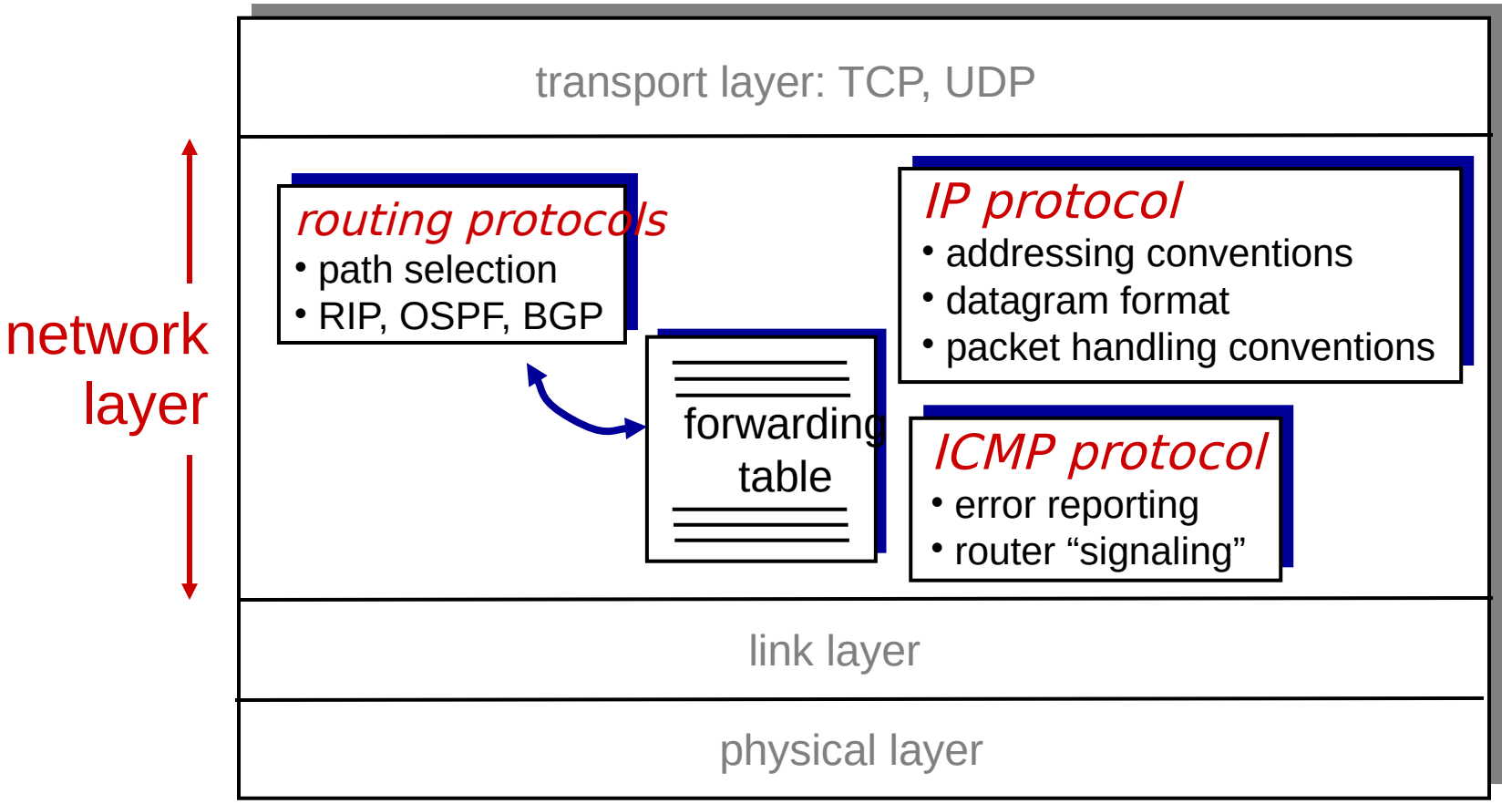
- ✓ Congestionare
- ✓ Controlul erorilor
- ✓ Nivel de sécuritate
- ✓ Gestionarea anomaliilor

Protocolul IP

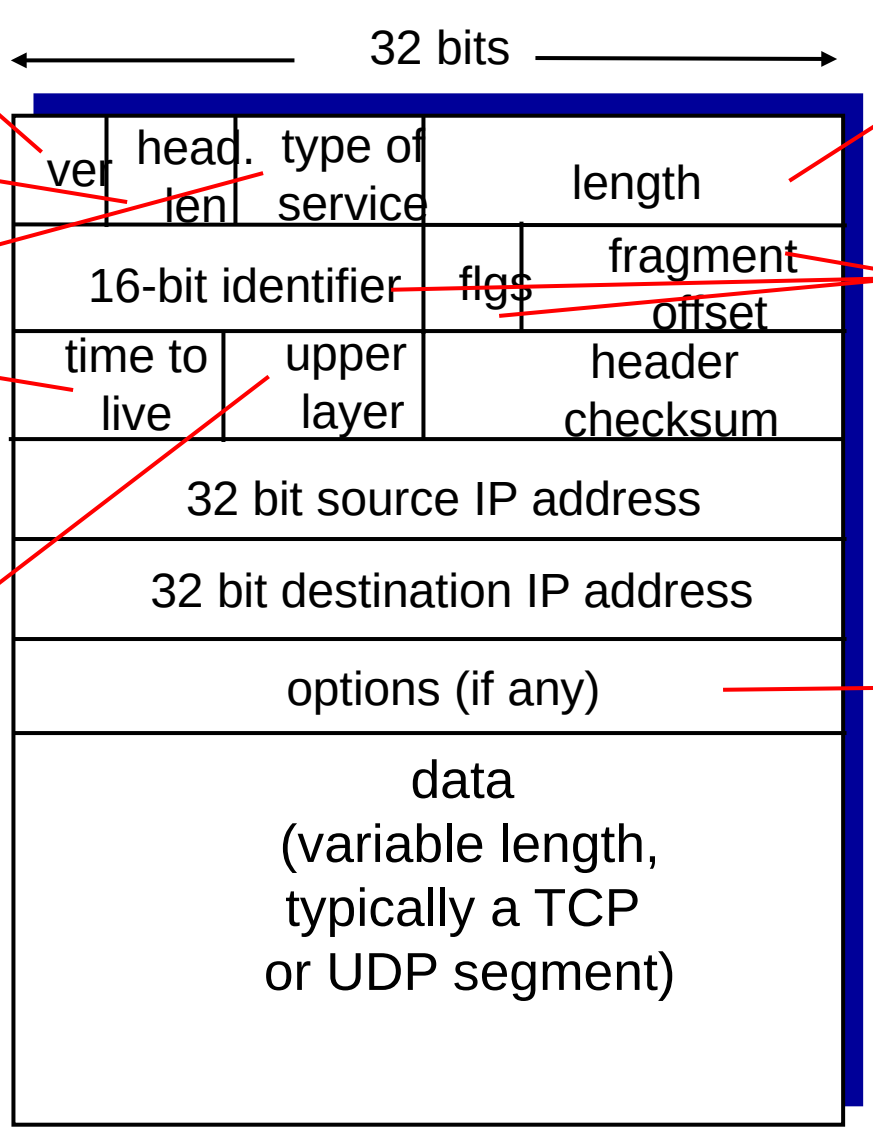
- Avantaje
  - Serviciu în mod datagramă
    - Gestionare simplificata a pachetelor
    - rezoluție de la sine a congestionării
    - Nu e necesara stabilirea conexiunii--> deci e rapid !
  - Adresare (rețea, gazda)
  - Flexibil
  - Extensie de la sursa la destinație
  - Rutare independenta fata de modul de rutare ales
- Inconveniențe
  - Spațiu de adresare limitat
  - Qualitae de serviciu inexistenta
  - Nuci un fel de securitate

Stratul de rețea de internet

gazdă, funcții ale stratului de rețea al routerului:



Formatul datagramei IP



IP protocol version number

header length (bytes)

"type" of data

max number remaining hops (decremented at each router)

upper layer protocol to deliver payload to

total datagram length (bytes)

for fragmentation/ reassembly

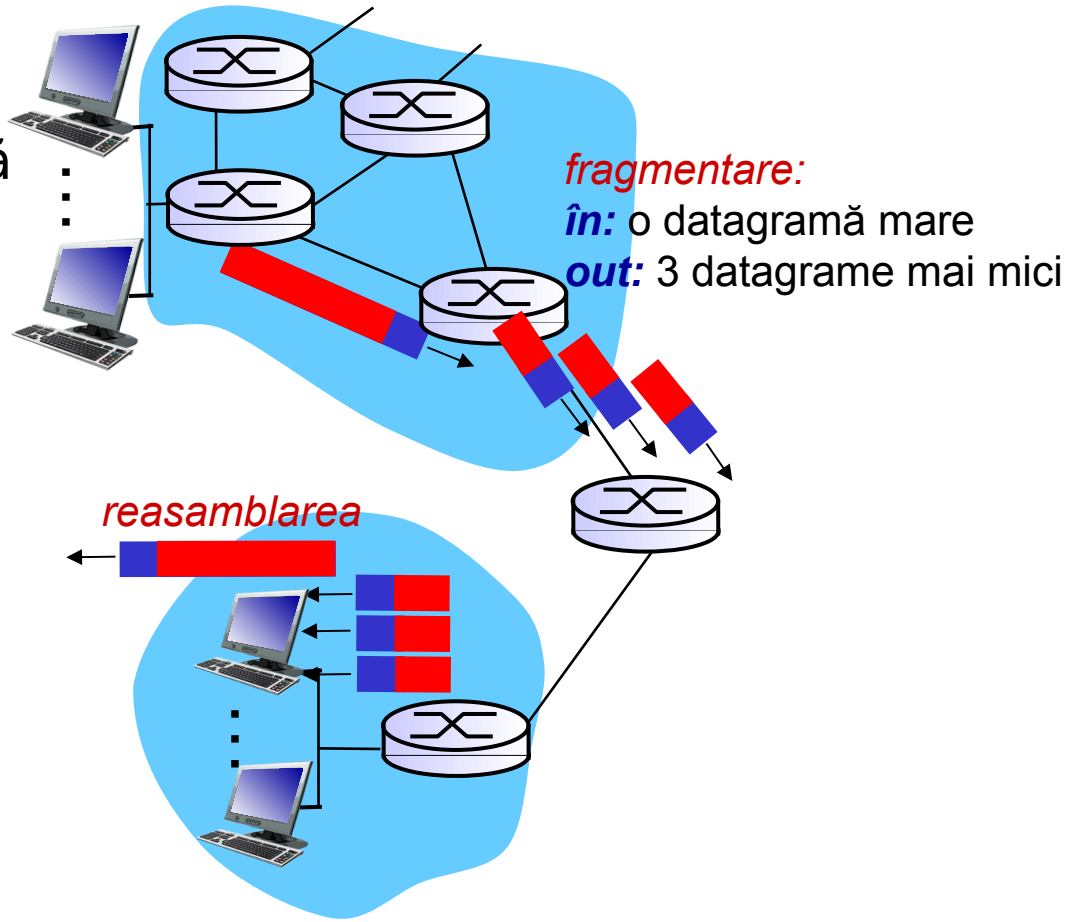
e.g. timestamp, record route taken, specify list of routers to visit.

how much overhead?

- 20 bytes of TCP
- 20 bytes of IP
- = 40 bytes + app layer overhead

Fragmentare/reasamblare IP

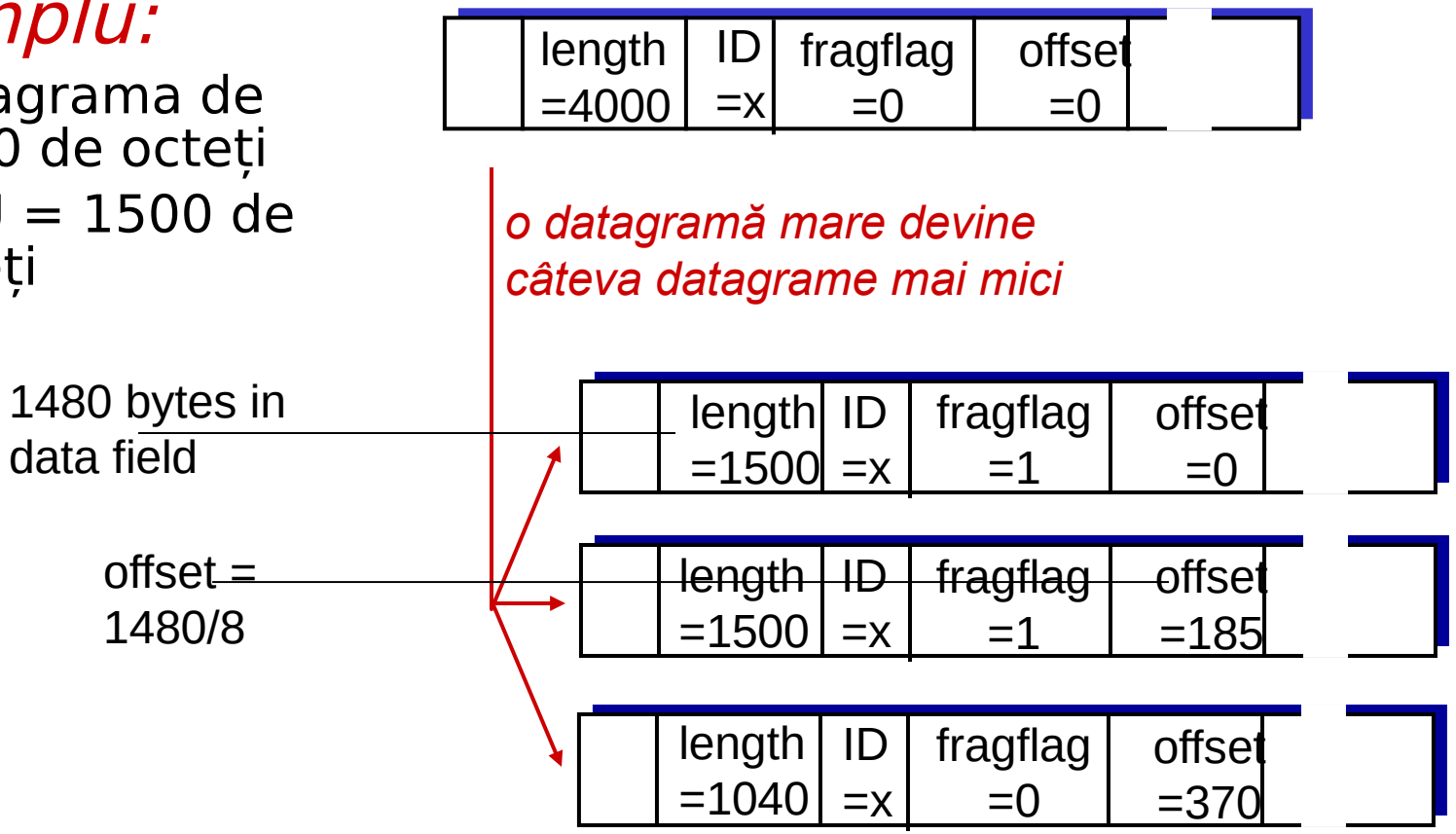
- legăturile de rețea cu MTU (max.transfer size) - cel mai mare cadru posibil la nivel de legătură
  - diferite tipuri de legături, diferite MTU
- Datagrama IP mare divizată („fragmentată”) în cadrul rețelei
  - o datagramă devine mai multe datagrame
  - „reasamblat” doar la destinația finală
  - Biți de antet IP utilizați pentru a identifica, ordona fragmente aferente



Fragmentare/reasamblare IP

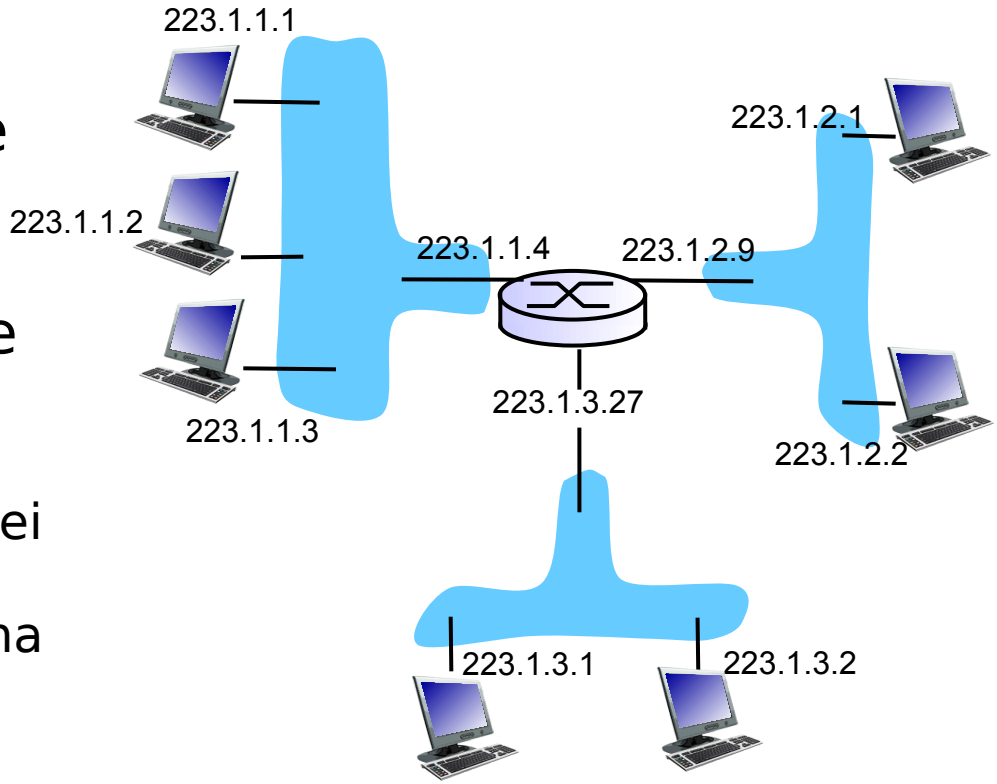
exemplu:

- Datagrama de 4000 de octeți
- MTU = 1500 de octeți



Adresare IP: introducere

- *Adresă IP:* identificator pe 32 de biți pentru gazdă, *interfață router*
- *interfață:* conexiune între gazdă/router și legătura fizică
  - router-urile au de obicei mai multe interfețe
  - gazda are de obicei una sau două interfețe (de exemplu, Ethernet cu fir, wireless 802.11)
- *Adrese IP asociate fiecărei interfețe*

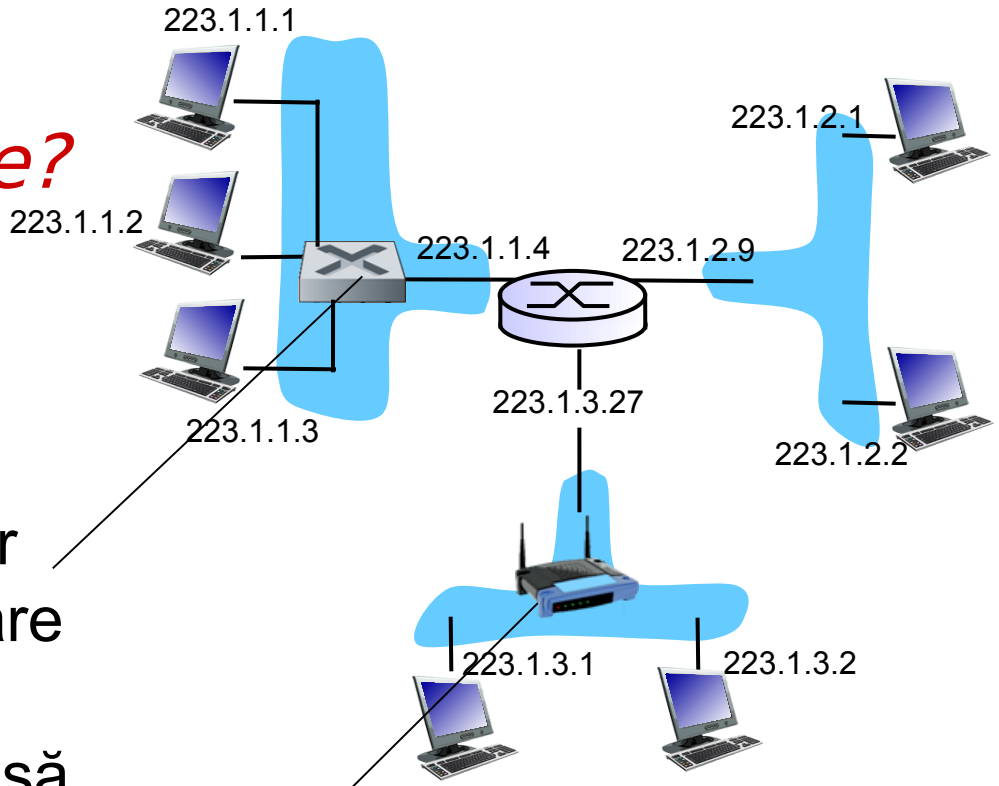


223.1.1.1 = 11011111 00000001 00000001 00000001

223 1 1 1

Adresare IP: introducere

Î: Cum sunt de fapt conectate interfețele?



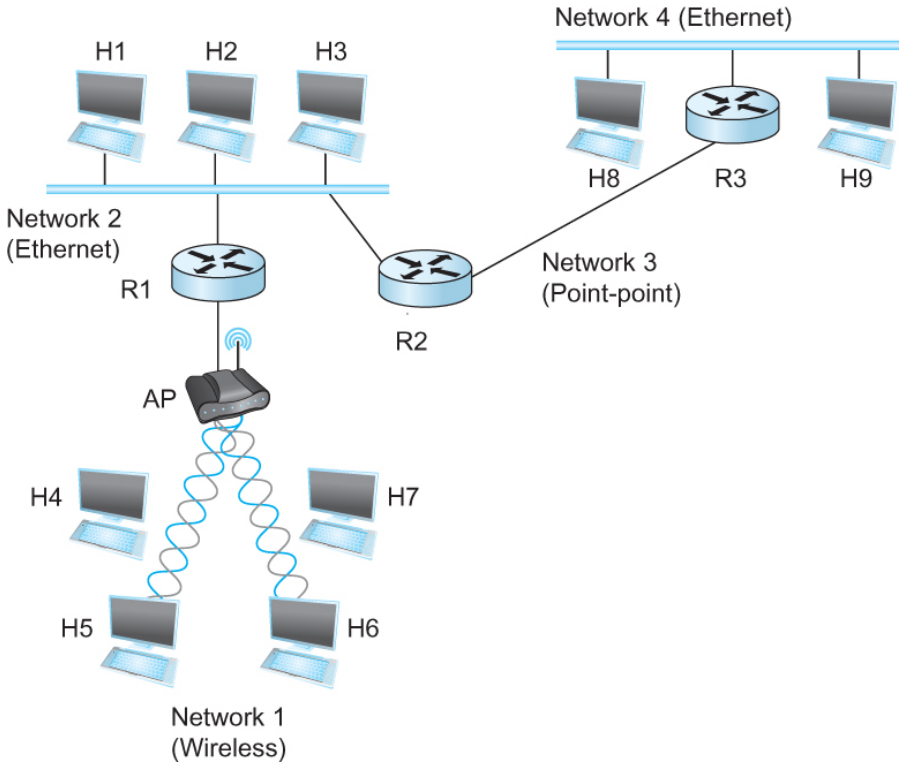
R: interfețe Ethernet cu fir conectate prin comutatoare Ethernet

Deocamdată: nu trebuie să vă faceți griji cu privire la modul în care o interfață este conectată la alta (fără router intermediar)

A: interfețe WiFi wireless conectate prin stația de bază WiFi

Inter-retele (internetworking)

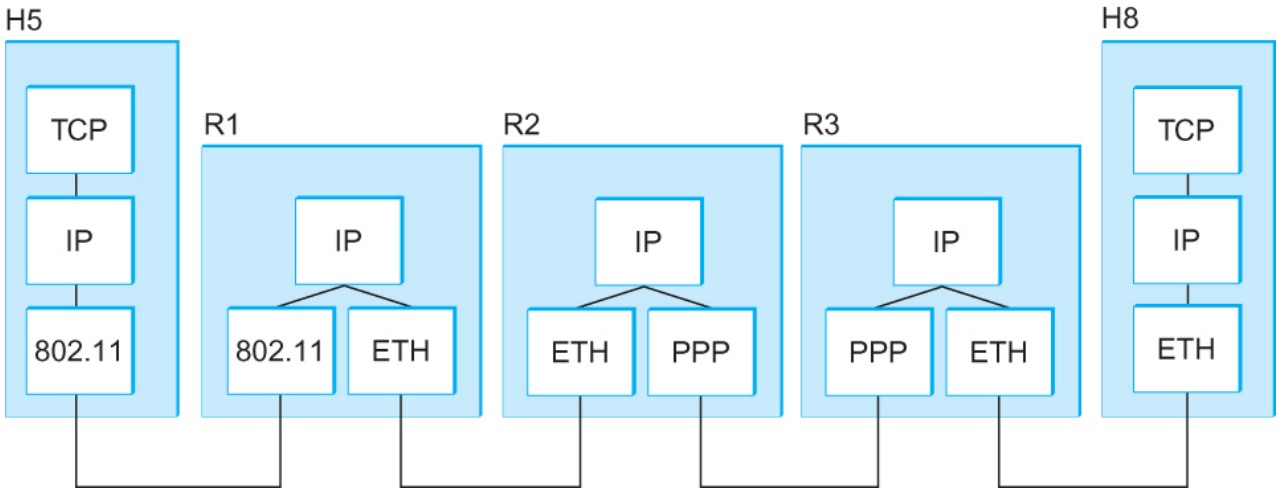
- Ce este internetwork
  - O colecție arbitrară de rețele interconectate pentru a oferi un serviciu de livrare de pachete gazdă-gazdă



O interfață simplă în care H reprezintă gazde și R reprezintă routere

Inter-retele (internetworking)

- Ce este IP
  - IP înseamnă Internet Protocol
  - Instrument cheie folosit astăzi pentru a construi interfețe scalabile și eterogene
  - Se rulează pe toate nodurile dintr-o colecție de rețele și definește infrastructura care permite acestor noduri și rețele să funcționeze ca o singură rețea logică



O schema simplă care arată straturile de protocol

Modelul serviciului IP

- Model de livrare a pachetelor
  - Model fără conexiune pentru livrarea datelor
  - Livrare cu cel mai bun efort (serviciu nefiabil)
    - pachetele se pierd
    - pachetele sunt livrate necomenzi
    - sunt livrate copii duplicate ale unui pachet
    - pachetele pot fi întârziate mult timp
- Schema globală de adresare
  - Oferă o modalitate de a identifica toate gazdele din rețea

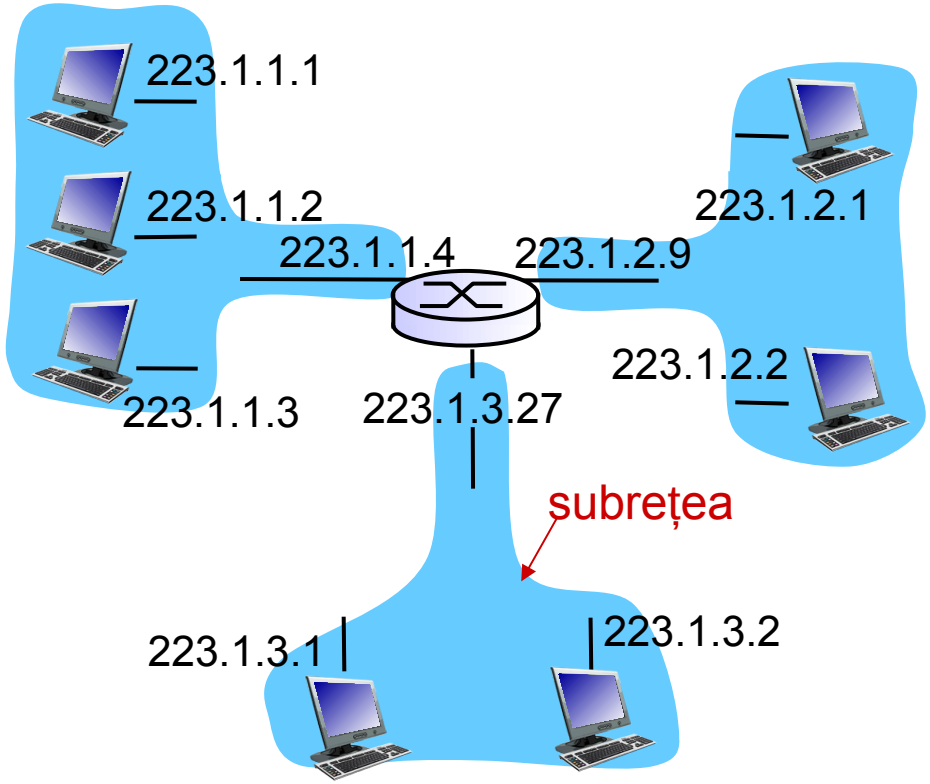
Modelul serviciului IP

Note

- A se folosi un router implicit dacă nimic nu se potrivește
- Nu este necesar ca toate cele din masca de subrețea să fie învecinate
- Poate pune mai multe subrețele într-o singură rețea fizică
- Subrețele nu sunt vizibile de pe restul internetului

Subrețele

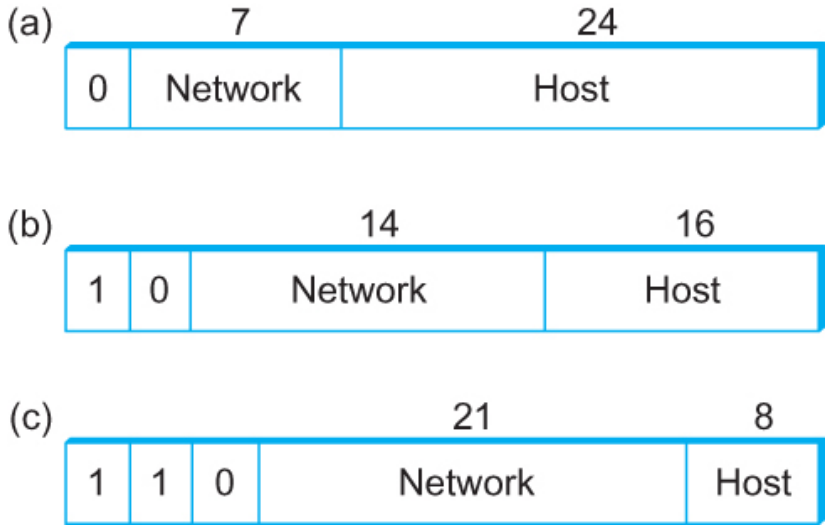
- Adresa IP:
  - partea de subrețea - biți semnificativi
  - partea gazdă - biți mai putin semnificativi
- *ce este o subrețea?*
  - interfețele dispozitivului cu aceeași parte de subrețea a adresei IP
  - pot ajunge fizic unul la altul *fără a interveni router*



rețea formată din 3 subrețele

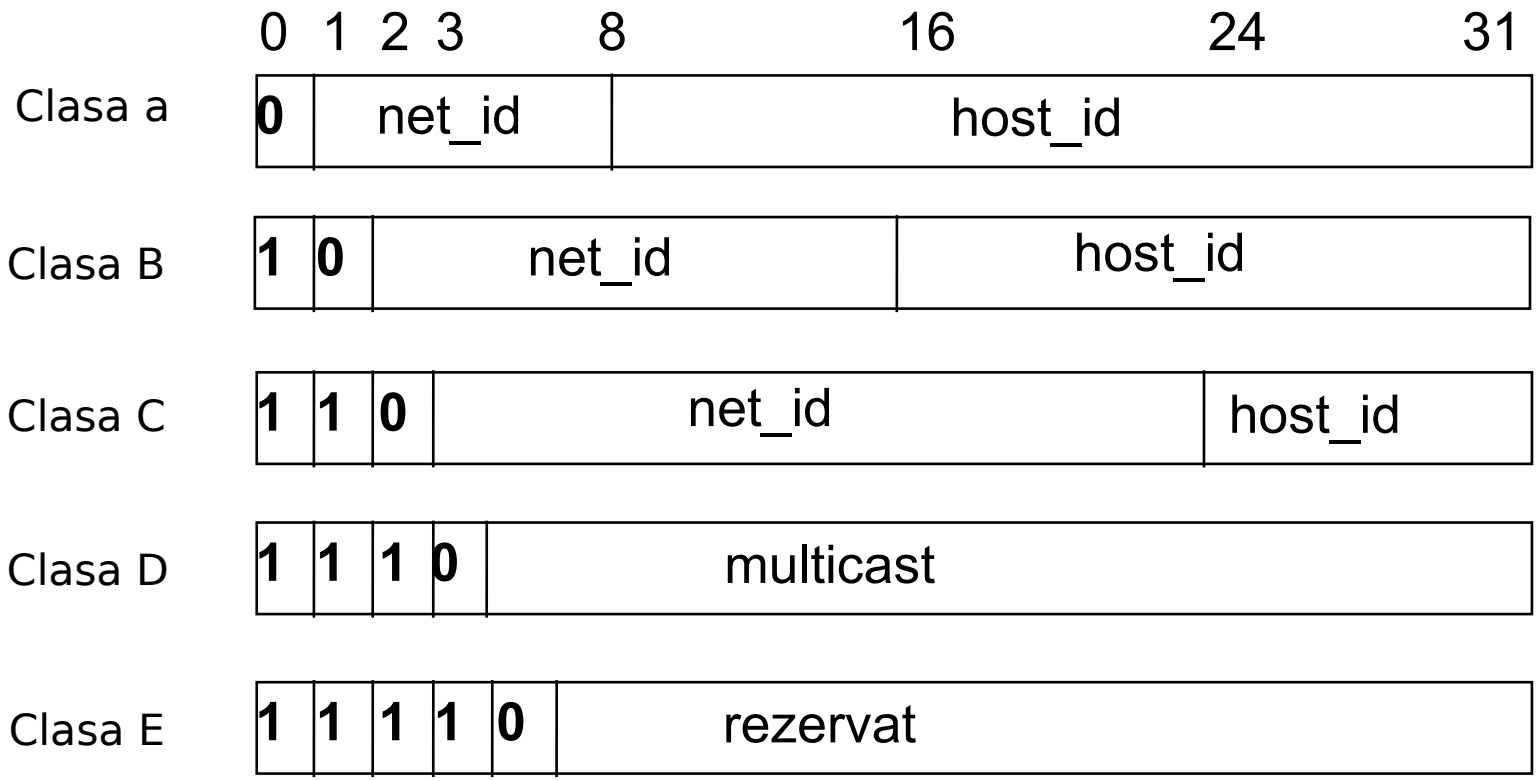
Adrese IP

- Proprietăți
  - unice la nivel global
  - ierarhice: rețea + gazdă
  - 4 miliarde de adrese IP, jumătate sunt de tip A, ¼ sunt de tip B și 1/8 sunt de tip C
- Format



- Notație zecimal punctata
  - 10.3.2.4
  - 128.96.33.81
  - 192.12.69.77

Clase de adrese IP



Adrese IP speciale

- Min, max adrese de clasă
  A : 1.0.0.0 126.0.0.0
  B : 128.0.0.0 191.255.0.0
  C : 192.0.1.0 223.255.255.0

- Adrese particulare
  - Toati bitii 0 : rețeaua 134.170.0.0
  - Toati bitii 1 : difuzare 134.170.255.255

- Adresă loopback
  - 127.0.0.0 această rețea
  - 127.0.0.1 localhost loopback

Adrese IP private

A **10.xyz** , (256*256*256) - 2 = 16 777 214
0 <= x <= 255
0 <= y <= 255
0 <= z <= 255

B **172.xyz** , (15*256*256) - 2 = 1 048 574
16 <= x <= 31
0 <= y <= 255
0 <= z <= 255

C **192.168.xy** , (256*256) - 2 = 65 534
0 <= x <= 255
0 <= y <= 255

Redirecționare datagramă IP

- Strategie
  - fiecare datagramă conține adresa destinației
  - dacă destinatorul este conectat direct la rețeaua de destinație, trimiteți la gazdă
  - dacă nu este conectat direct la rețeaua de destinație, atunci redirecționați către un router
  - tabelul de redirecționare mapează numărul rețelei în următorul hop
  - fiecare gazdă are un router implicit
  - fiecare router menține un tabel de redirecționare
- Exemplu

NetworkNum	NextHop
1	R1
2	Interface 1
3	Interface 0
4	R3

Redirecționare datagramă IP

- Algoritm

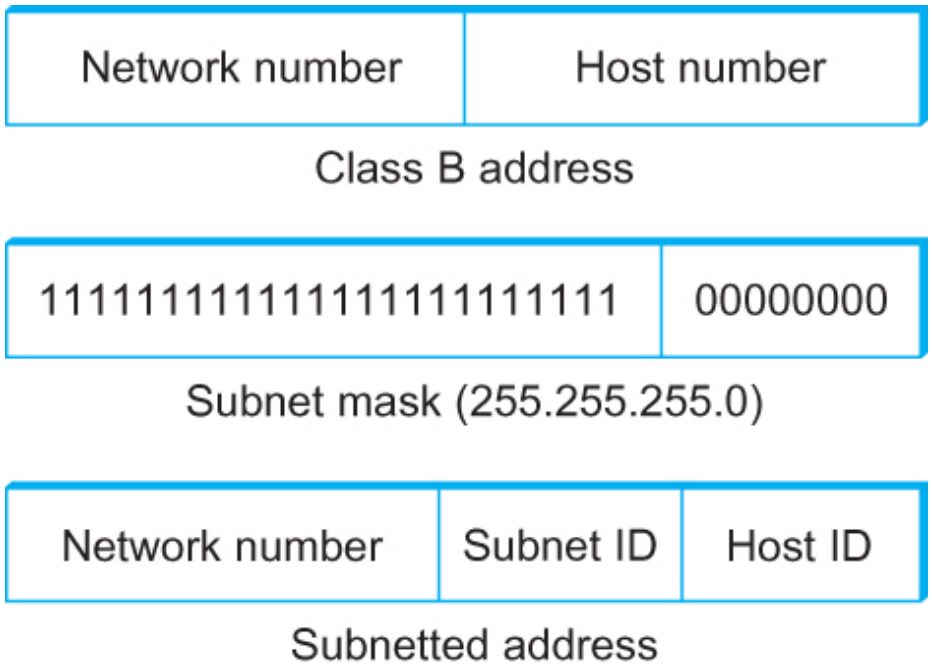
```
daca (NetworkNum of destination = NetworkNum of one of my
   interfaces) atunci
livreaza pachetul la destinație prin acea interfață
altfel
 dacă (NetworkNum of destination este în tabelul meu de
   redirecționare), atunci
livrați pachetul către routerul NextHop
 altfel
livra pachetul la routerul implicit
```

Pentru o gazdă cu o singură interfață și doar un router implicit în tabelul său de redirecționare, acest lucru se simplifică la

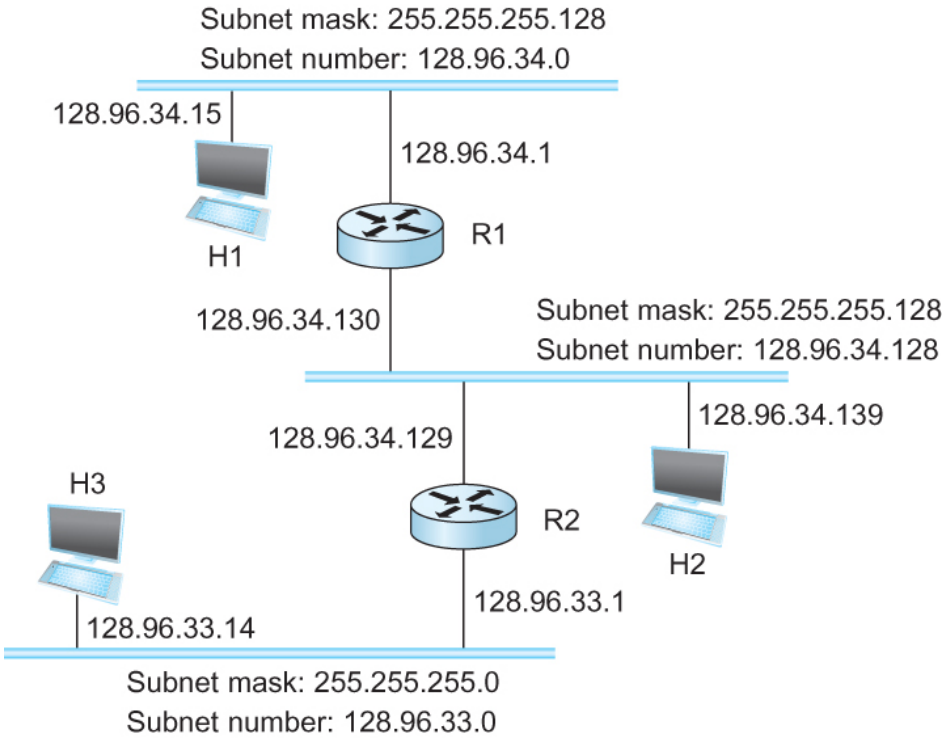
```
dacă (NetworkNum of destination = my NetworkNum) atunci
livra pachetul direct la destinatie
altfel
livra pachetul la routerul implicit
```

Subrețele

- Adăugați un alt nivel la ierarhia de adrese/rutare: *subrețea*
- *Măștile de subrețea* definesc partiția variabilă a părții gazdă a adreselor de clasă A și B
- Subrețele vizibile numai pe site



Subrețele



- Tabel de redirecționare la routerul R1

SubnetNumber	SubnetMask	NextHop
128.96.34.0	255.255.255.128	Interface 0
128.96.34.128	255.255.255.128	Interface 1
128.96.33.0	255.255.255.0	R2

Subrețea

Algoritmul de redirecționare

```
D = adresa IP de destinație
pentru fiecare intrare < SubnetNum, SubnetMask,
   NextHop>
    D1 = SubnetMask și D
    dacă D1 = SubnetNum
        dacă NextHop este o interfață
        livrare datagrama direct la destinatie
        altfel
        livrare datagrama la NextHop (un router)
```

Adresare fără clasă

- Epuizarea spațiului de adrese IP se concentrează pe epuizarea numerelor de rețea de clasă B
- Soluție
  - Spuneți „NU” oricărui sistem autonom (AS) care solicită o adresă de clasă B, cu excepția cazului în care poate arăta nevoia de ceva apropiat de 64K adrese
  - În schimb, dați-le un număr adecvat de adrese de clasă C
  - Pentru orice AS cu cel puțin 256 de gazde, putem garanta o utilizare a spațiului de adrese de cel puțin 50%
- Care este problema cu această soluție?

Adresare fără clasă

- Rutare inter-domeniu fără clasă
  - O tehnică care abordează două probleme de scalare în Internet
    - Creșterea tabelului de rutare backbone, deoarece tot mai multe numere de rețea trebuie să fie stocate în ele
    - Epuizarea potențială a spațiului de adrese pe 32 de biți
  - Eficiența atribuirii adreselor
    - Apare din cauza structurii adresei IP cu adrese de clasa A, B și C
    - Ne obligă să distribuim spațiul de adrese de rețea în bucăți de dimensiuni fixe de trei dimensiuni foarte diferite
      - O rețea cu două gazde are nevoie de o adresă de clasă C
        - » Eficiența atribuirii adresei = 2/255 = 0,78
      - O rețea cu 256 de gazde are nevoie de o adresă de clasă B
        - » Eficiența atribuirii adresei = 256/65535 = 0,39

Adresare fără clasă

- Problema cu aceasta solutie
  - Cerință excesivă de stocare la routere.
- Dacă un singur AS are, să zicem, 16 numere de rețea de clasă C atribuite,
  - Fiecare router Internet backbone are nevoie de 16 intrări în tabelele sale de rutare pentru acel AS
  - Acest lucru este adevărat, chiar dacă calea către fiecare dintre aceste rețele este aceeași
- Dacă am fi atribuit AS-ului o adresă de clasa B
  - Aceleași informații de rutare pot fi stocate într-o singură intrare
  - Eficiență = 16 × 255 / 65, 536 = 6,2%

Adresare IP CIDR

CIDR: Classless InterDomain Routing

- porțiunea de subrețea a adresei de lungime arbitrară
- formatul adresei: abcd/x , unde x este # de biți în porțiunea de subrețea a adresei

11001000 00010111 0001000 0 00000000

200.23.16.0/23

Adresare IP CIDR

- CIDR încearcă să echilibreze dorința de a minimiza numărul de rute pe care un router trebuie să le cunoască cu necesitatea de a distribui adrese în mod eficient.

- CIDR utilizează rute agregate
  - Utilizează o singură intrare în tabelul de redirecționare pentru a spune routerului cum să ajungă la o mulțime de rețele diferite
  - Rupe granițele rigide dintre clasele de adrese

Adresare IP CIDR

- Cum gestionează protocoalele de rutare aceste adrese fără clasă
  - Trebuie să înțeleagă că numărul de rețea poate avea orice lungime
- Reprezentați numărul de rețea cu o singură pereche

  <lungime, valoare>

- Toate routerele trebuie să înțeleagă adresarea CIDR

Adresare IP CIDR

- Considerati un AS cu 16 numere de rețea de clasă C.
- În loc să distribuiți 16 adrese la întâmplare, distribuiți un bloc de adrese de clasă C învecinate
- Să presupunem că atribuim numere de rețea de clasă C de la 192.4.16 la 192.4.31
- Observați că primii 20 de biți ai tuturor adreselor din acest interval sunt aceiași (11000000 00000100 0001)
  - Am creat un număr de rețea de 20 de biți (care se află între numărul de rețea de clasă B și numărul de clasă C)
- Necesită să distribuiți blocuri de adrese de clasă C care au un prefix comun

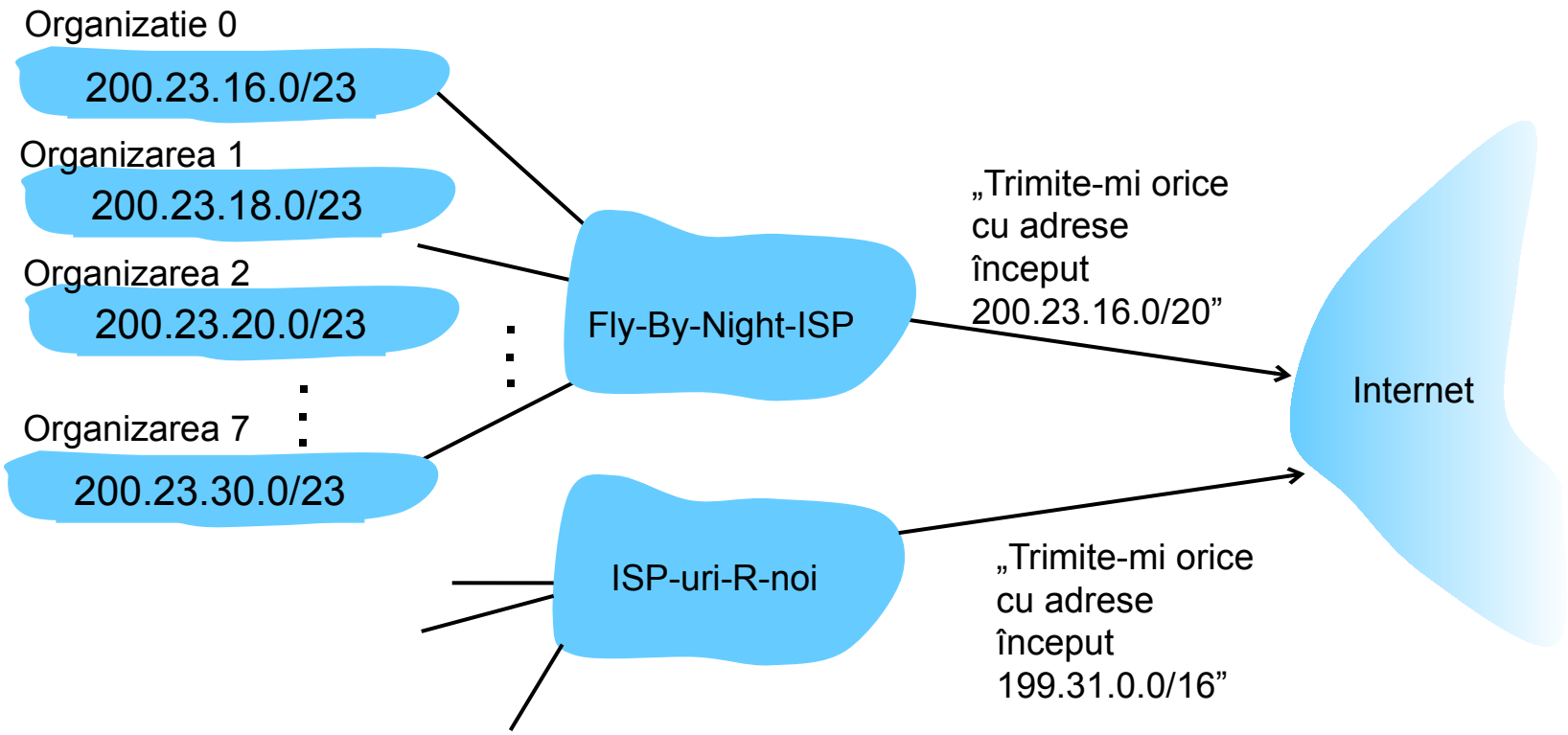
Adresare IP CIDR

- Necesită să distribuiți blocuri de adrese de clasă C care au un prefix comun
- Convenția este de a plasa un /X după prefix, unde X este lungimea prefixului în biți
- De exemplu, prefixul de 20 de biți pentru toate rețelele de la 192.4.16 la 192.4.31 este reprezentat ca 192.4.16/20

- În schimb, dacă am dori să reprezentăm un singur număr de rețea de clasă C, care are 24 de biți, l-am scrie 192.4.16/24

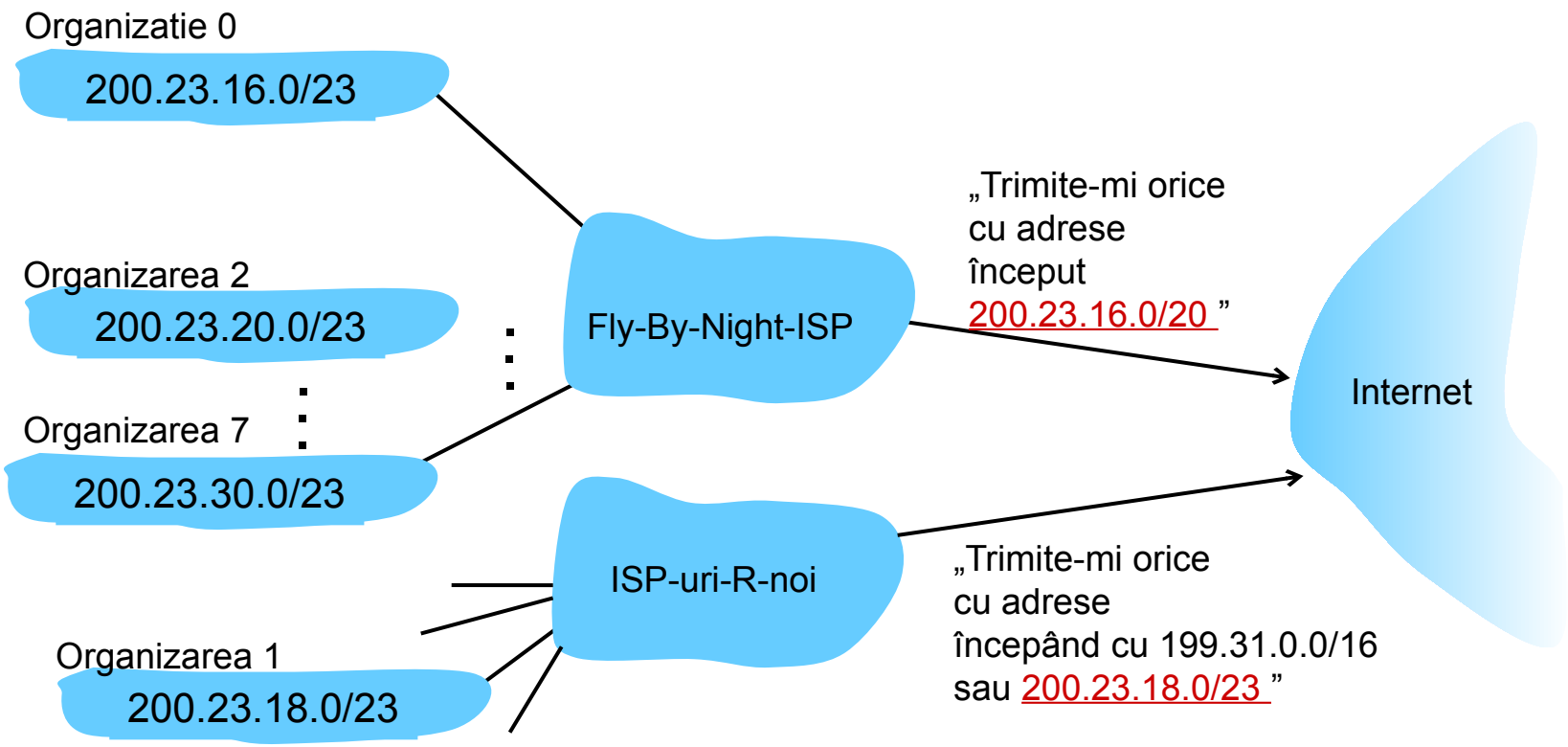
Adresarea ierarhică: agregarea rutelor

adresarea ierarhică permite eficient reclama informațiilor de rutare:



Adresarea ierarhică: rute mai specifice

Un ISP-R are o rută mai specifică către Organizația 1



Adresarea IP: ultimul cuvânt...

Î: Cum obține un ISP un bloc de adrese?

R: ICANN: Internet Corporation for Assigned Names and Numbers

- alocă adrese
- gestionează DNS
- atribuie nume de domenii, rezolvă litigiile

Redirecționarea IP revizuită

- Mecanismul de redirecționare IP presupune că poate găsi numărul rețelei într-un pachet și apoi poate căuta acel număr în tabelul de redirecționare
- Trebuie să schimbăm această ipoteză în cazul CIDR
- CIDR înseamnă că prefixele pot avea orice lungime, de la 2 la 32 de biți

Redirecționarea IP revizuită

- De asemenea, este posibil să existe prefixe în tabelele de redirecționare care se suprapun
  - Unele adrese pot corespunde mai multor prefix
- De exemplu, am putea găsi atât 171.69 (un prefix de 16 biți) cât și 171.69.10 (un prefix de 24 de biți) în tabelul de redirecționare al unui singur router
- Un pachet destinat 171.69.10.5 se potrivește clar cu ambele prefixe.
  - Regula se bazează pe principiul „cel mai lung potrivire”
    - 171.69.10 în acest caz
- Un pachet destinat 171.69.20.5 s-ar potrivi cu 171.69 și nu cu 171.69.10

Adrese IP: cum să obțineți una?

Î: Cum obține *rețeaua* o parte din subrețea din adresa IP?

R: primește o parte din spațiul de adrese al furnizorului său ISP

Blocul ISP-ului 11001000 00010111 00010000 00000000 200.23.16.0/20

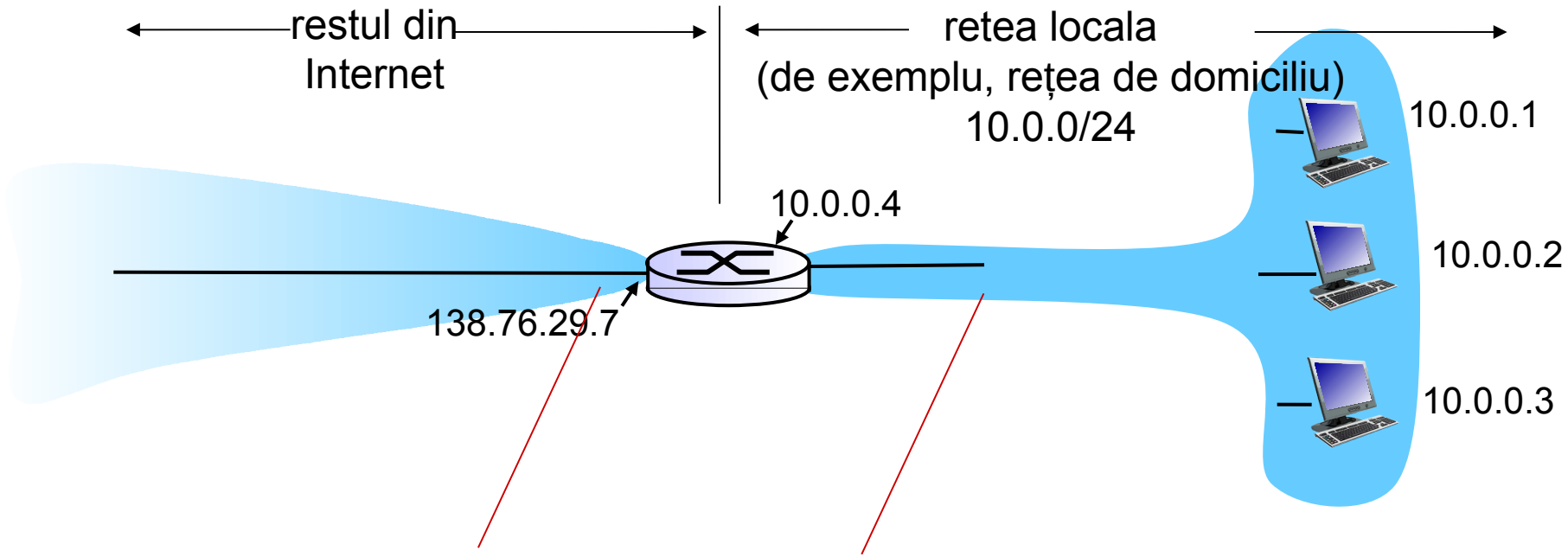
Organizare 0 11001000 00010111 0001000 0 00000000 200.23.16.0/23
Organizație 1 11001000 00010111 0001001 0 00000000 200.23.18.0/23
Organizație 2 11001000 00010111 0001010 0 00000000 200.23.20.0/23
... .
Organizare 7 11001000 00010111 0001111 0 00000000 200.23.30.0/23

Adrese IP: cum să obțineți una?

Î: Cum obține o *gazdă* adresa IP?

- codificat de administratorul de sistem într-un fișier
  - Windows: control-panel->network->configuration->tcp/ip->properties
  - UNIX: /etc/rc.config
- DHCP: Protocol de configurare dinamică a gazdei : obțineți în mod dinamic adresa de la ca server
  - "conectează și utilizează "

NAT: traducere adrese de rețea



toate datagramele *plecând din* local rețeaua are *aceeași* adresă IP NAT sursă unică: 138.76.29.7, numere de port sursă diferite

datagrame cu sursă sau destinație în această rețea au adresa 10.0.0/24 pentru sursa, destinatia (ca de obicei)

NAT: traducere adrese de rețea

Motivație: rețeaua locală folosește o singură adresă IP în ceea ce privește lumea exterioară:

- interval de adrese care nu sunt necesare de la ISP: o singură adresă IP pentru toate dispozitivele
- poate schimba adresele dispozitivelor din rețeaua locală fără a anunța lumea exterioară
- poate schimba ISP-ul fără a schimba adresele dispozitivelor din rețeaua locală
- dispozitivele din interiorul rețelei locale nu sunt adresabile în mod explicit, vizibile de lumea exterioară (un plus de securitate)

NAT: traducere adrese de rețea

implementare : activitati ale routerul NAT:

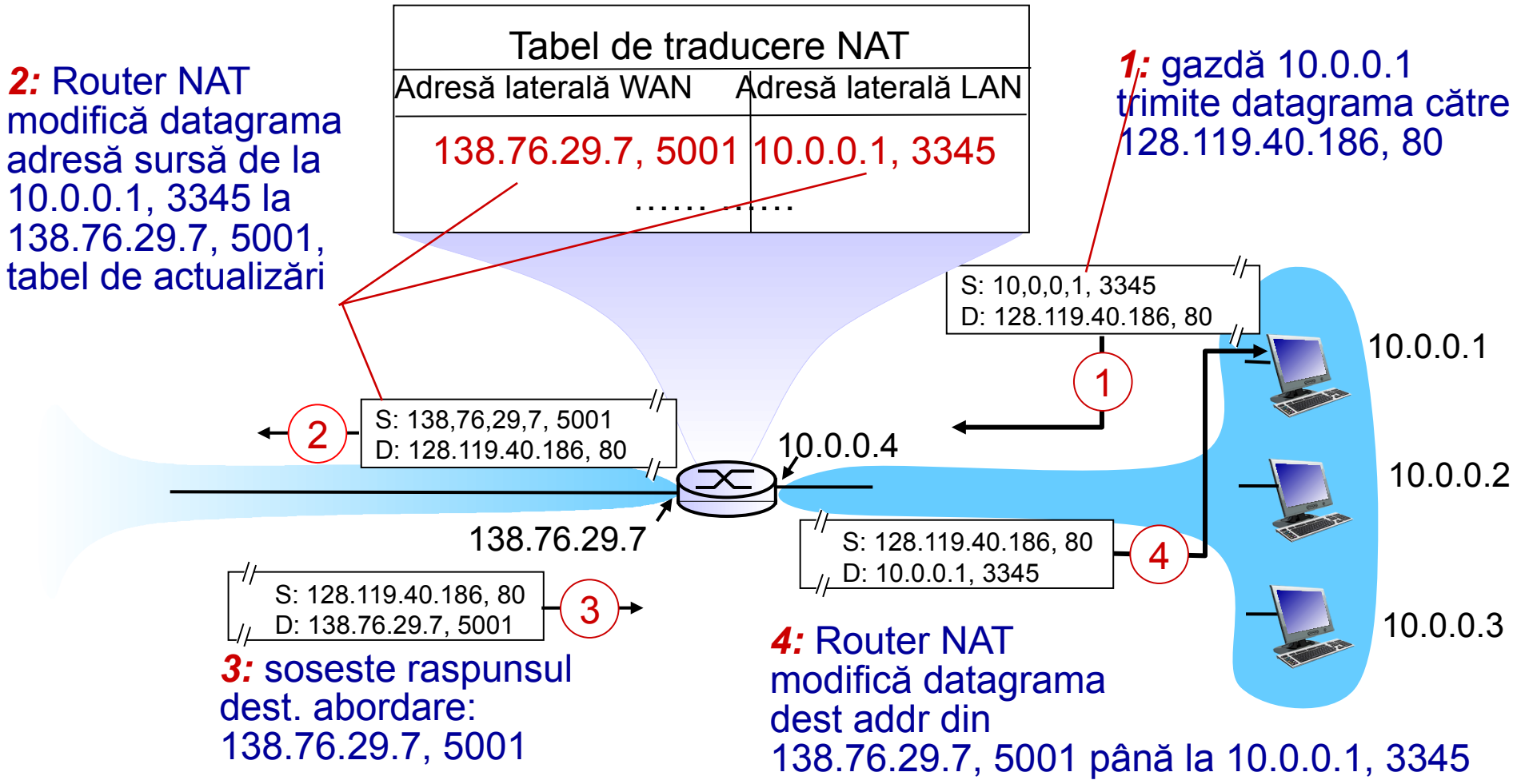
- *datagrame de ieșire: înlocuiește* (adresa IP sursă, #portului) a fiecărei datagrame de ieșire cu (adresa IP NAT, # nou de port)

  . . . Clienții/serverele de la distanță vor răspunde folosind (adresă IP NAT, portul nou #) ca adresă de destinație

- *Isi amintieste (în tabelul de traducere NAT)* fiecare pereche de traducere (adresă IP sursă, #port) în (adresă IP NAT, port nou).

- *datagramele primite: înlocuiteste* (adresa IP NAT, numărul portului nou) în câmpurile de destinație ale fiecărei datagrame primite cu corespunzătoare (adresa IP sursă, numărul portului) stocate în tabelul NAT

NAT: traducere adrese de rețea

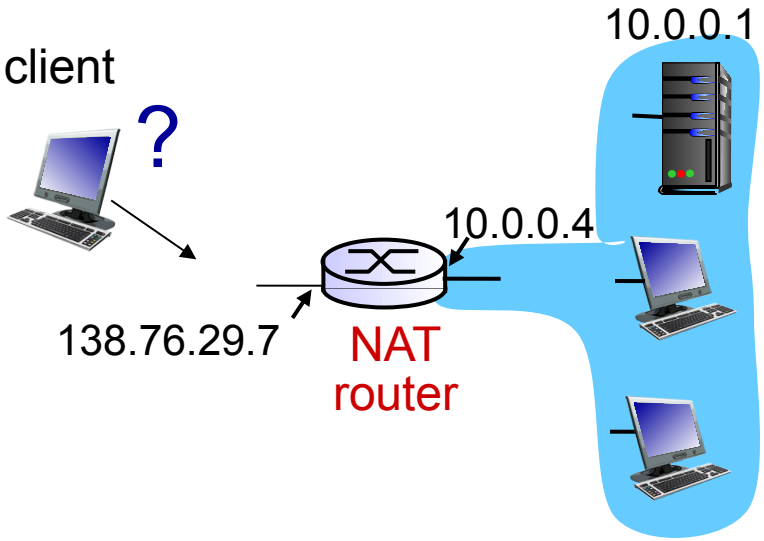


NAT: traducere adrese de rețea

- Câmp de număr de port pe 16 biți:
  - 60.000 de conexiuni simultane cu o singură adresă LAN!
- NAT este controversat:
  - routerele ar trebui să proceseze doar până la nivelul 3
  - încalcă argumentul de la capăt la capăt
    - Posibilitatea NAT trebuie luată în considerare de către designerii de aplicații, de exemplu, aplicațiile P2P
  - lipsa de adrese ar trebui să fie rezolvată prin IPv6

Problemă de traversare NAT

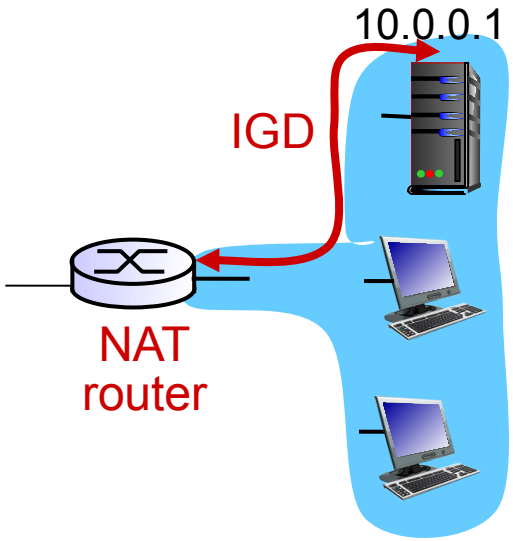
- clientul dorește să se conecteze la serverul cu adresa 10.0.0.1
  - adresa serverului 10.0.0.1 local la LAN (clientul nu o poate folosi ca adresă de destinație)
  - o singură adresă NATed vizibilă extern: 138.76.29.7
- *soluția 1:* configurați static NAT pentru a redirecționa cererile de conexiune primite la un anumit port către server
  - de exemplu, (123.76.29.7, portul 2500) întotdeauna redirecționat către 10.0.0.1 portul 25000



Problemă de traversare NAT

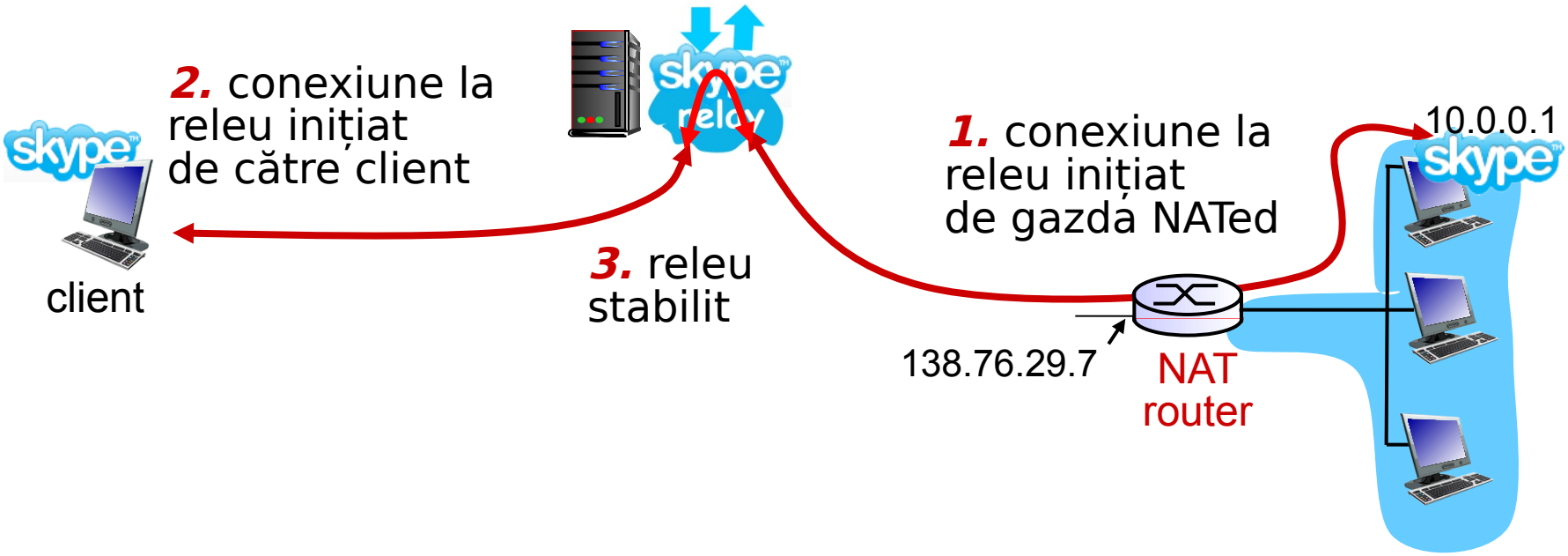
- *soluția 2:* Protocolul Universal Plug and Play (UPnP) Internet Gateway Device (IGD). Permite gazdei NATata să:
  - afle adresa IP publică (138.76.29.7)
  - adauge/elimine mapările de porturi (cu perioade de închiriere)

adică, automatizați configurarea hărții de porturi NAT statice



Problemă de traversare NAT

- *soluția 3:* retransmitere (utilizată în Skype)
  - Clientul din spatele NATului stabilește 0 conexiune la releu
  - clientul extern se conectează la releu
  - releu de pachete între conexiuni



Întrebări ?