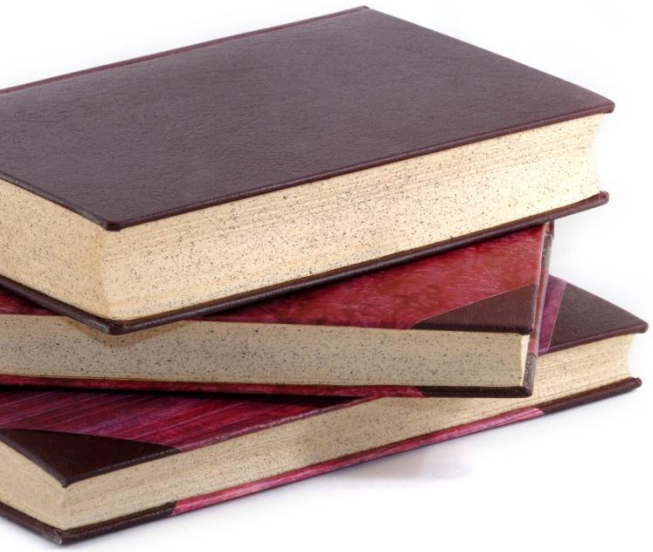
RL
crunch it connected

Cursul 10



10

Servicii de rețea

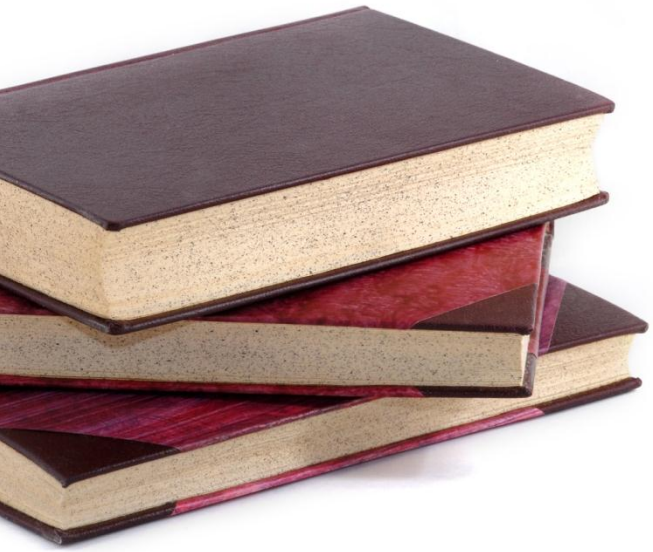
4-5 decembrie 2012

Obiective

- World Wide Web
- Protocolul HTTP
- Certificate și HTTPS
- Domain Name System

RL
crunch it connected

Cursul 10



WWW

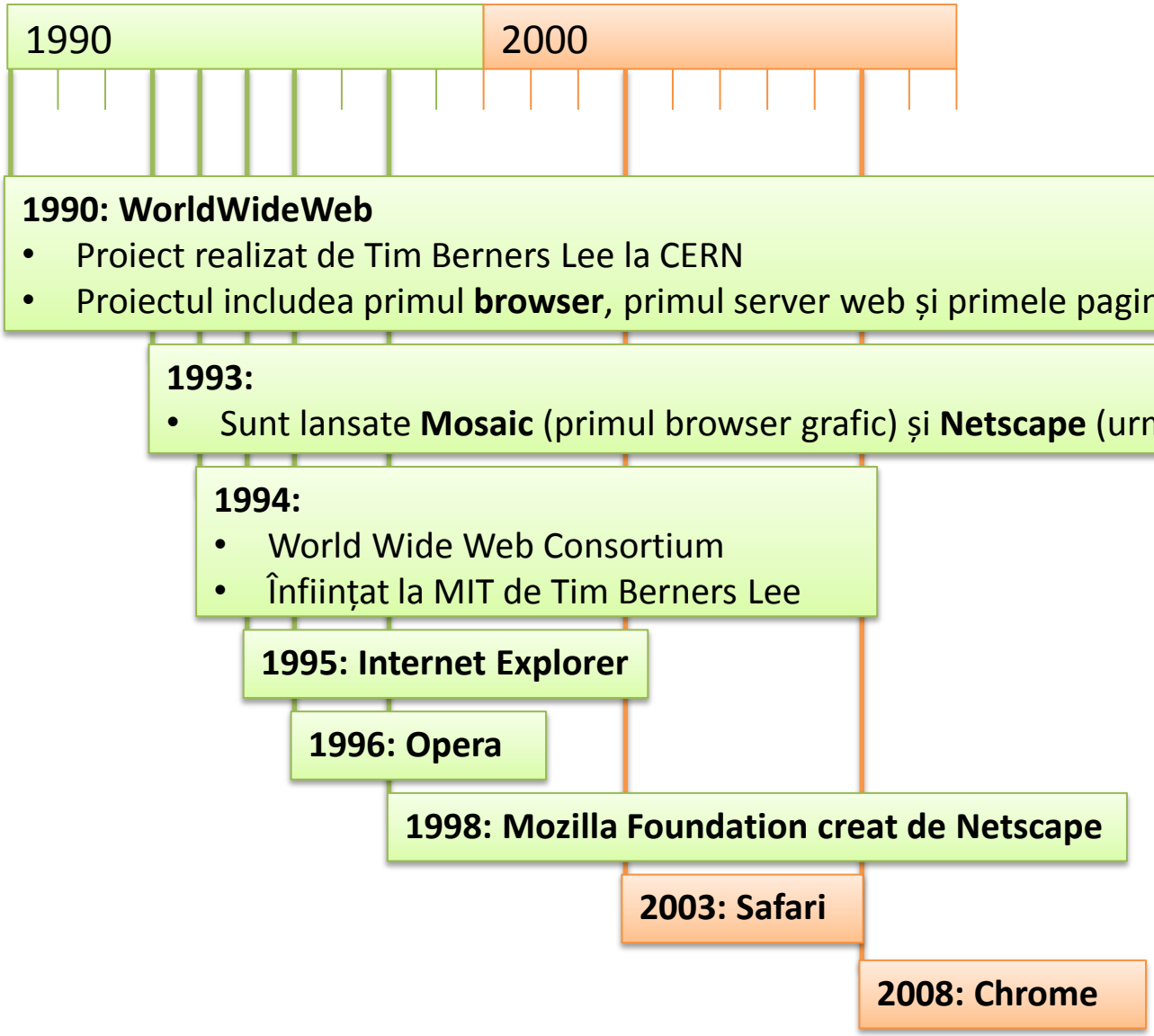
- Istoric
- Tehnologii
- HTTPS și certificate

Dawn of the WWW

- World Wide Web
- Rețea de resurse interconectate prin **hyperlink**-uri
  - Pagini html statice sau generate dinamic
  - Documente css
  - Imagini
  - Etc.

- Oferă resurse identificate prin **URI**
- Resursele sunt accesat prin **browsere**
- Care este diferența dintre Internet și WWW?
  - **R:** Internetul este o rețea de dispozitive. WWW este un serviciu oferit de o parte din această rețea.

Dawn of the WWW



URI

- Uniform Resource Identifier
  - URN: Uniform Resource Name
  - URL: Uniform Resource Locator
- Șir folosit pentru identificarea unică a unei resurse în WWW
- Sintaxa unui URL:

protocol://**user**:**pass**@**domeniu**:**port**/**cale**?**interogări**#**fragment**

http://cs.curs.pub.ro/2011/course/view.php?id=215

http://141.85.241.139

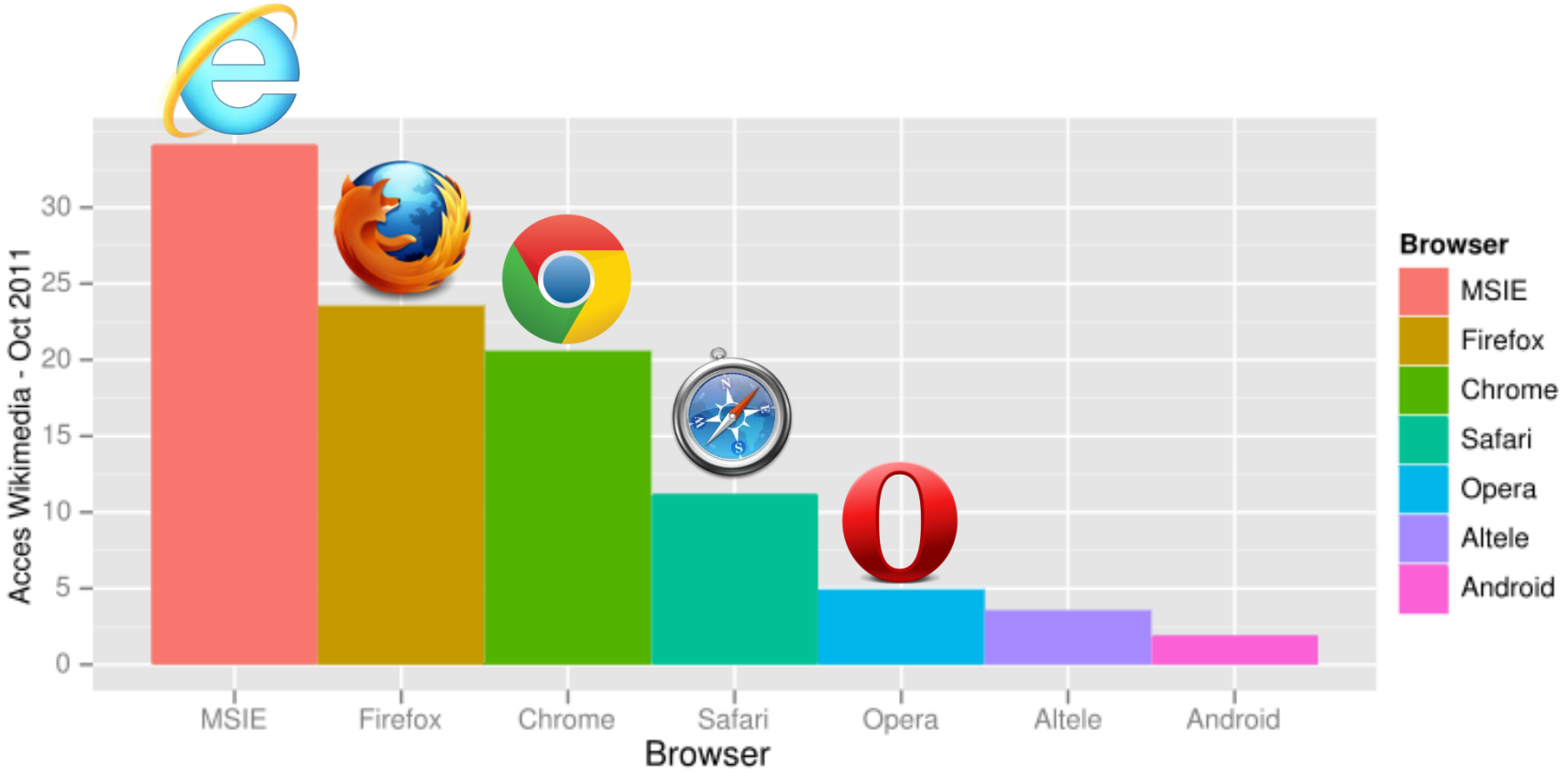
http://dynagen.org/tutorial.html#_Toc193248007

telnet://student@example.com:25

https://[2001:b30:800:f011:192:168:6:139]/login/index.html

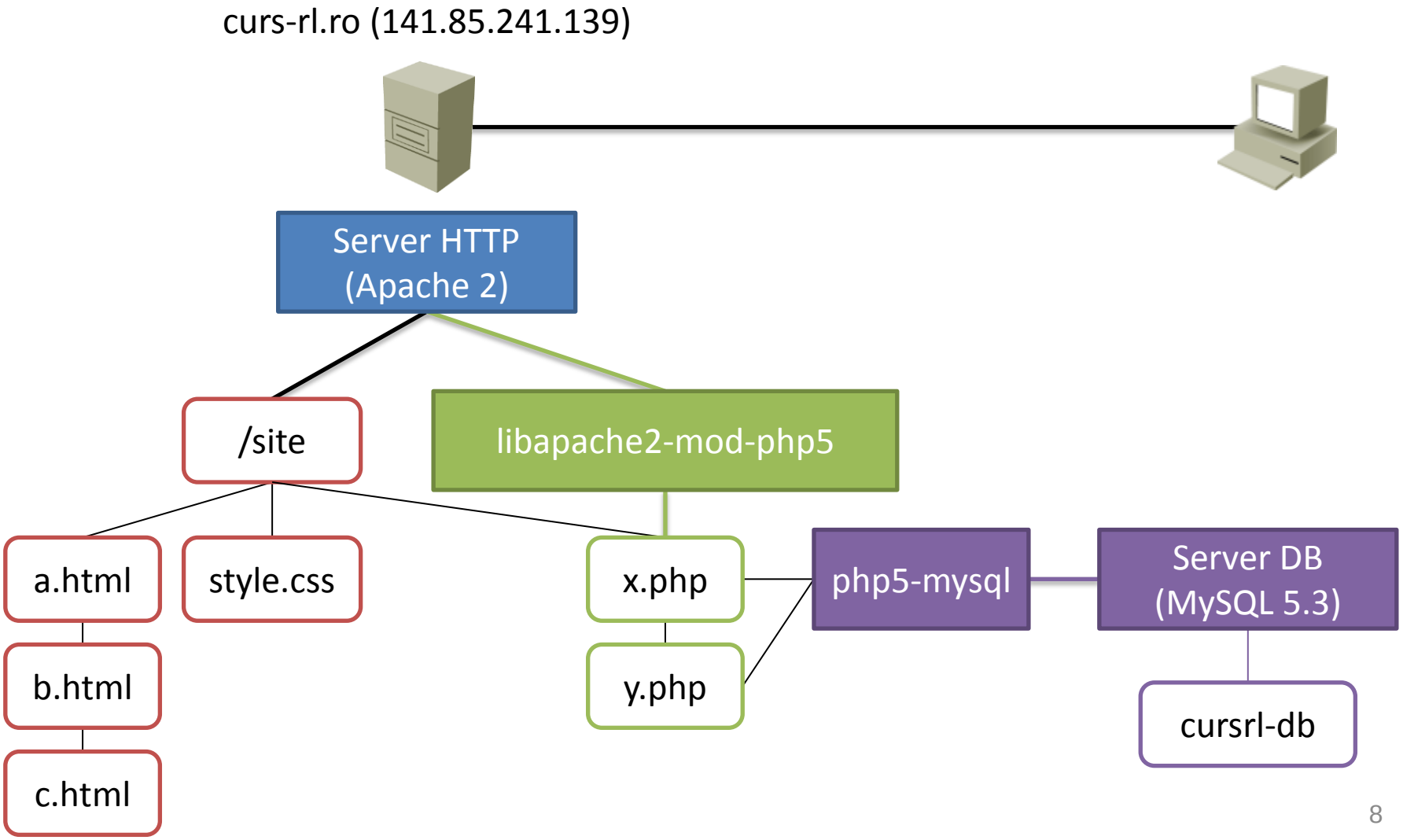
Browser Wars

- 1990: WorldWideWeb – primul browser (scris de Tim Berners Lee)
- 1993: Mosaic – primul browser popular (ulterior numit Netscape)
- Anii 90: Primul browser war (Netscape versus Internet Explorer)



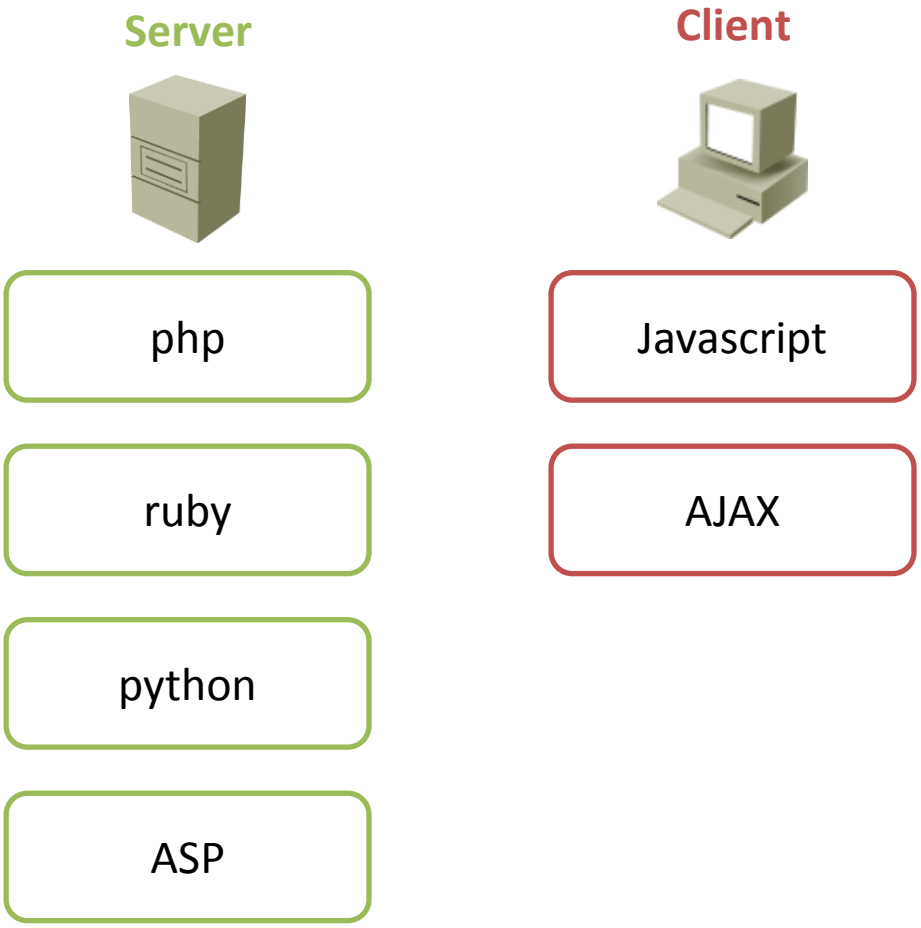
Componentele unui site

- Un site din WWW adesea folosește o multitudine de tehnologii



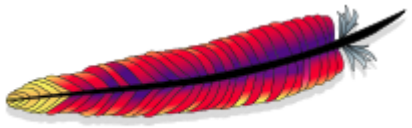
Server-side vs client-side

- Clasificare în funcție de locul unde are loc interpretarea codului



Serverul Web – Apache 2

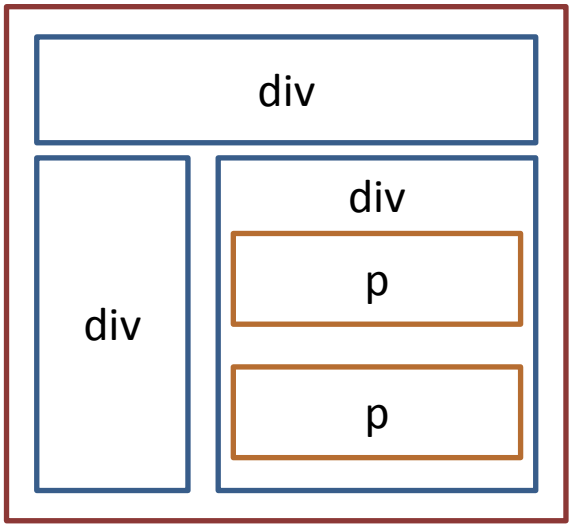
- Dezvoltat de Apache Software Foundation
- Cel mai popular server HTTP din Internet
  - 63% din site-uri foloseau Apache2 în Mai 2011
- Server modular
  - Permite încărcarea și descărcarea modulelor în funcție de cerințe
  - Exemple de module:
    - php5 – permite interpretarea codului php
    - wsgi – permite interpretarea codului python
    - userdir – publică pe server pentru fiecare utilizator un director în care acesta poate pune fișiere



Structura grafică – HTML

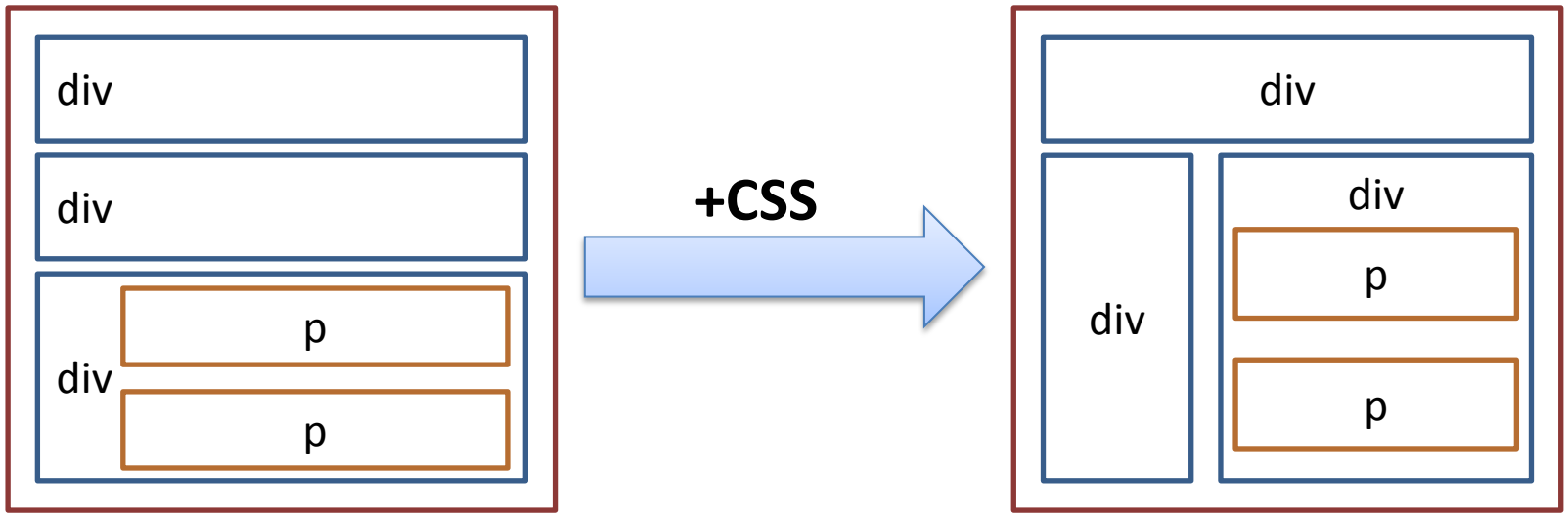
- Primul draft: CERN în 1991
- HyperText Markup Language
- Limbaj pentru descrierea structurii unei pagini
- Specificația HTML5 este în dezvoltare

- XHTML
  - eXtensible HyperText Markup Language
  - Variantă XML a HTML
  - Sintaxă mai strictă decât HTML
    - Mai ușor de parsat
  - În paralel cu HTML5 este definit și XHTML5



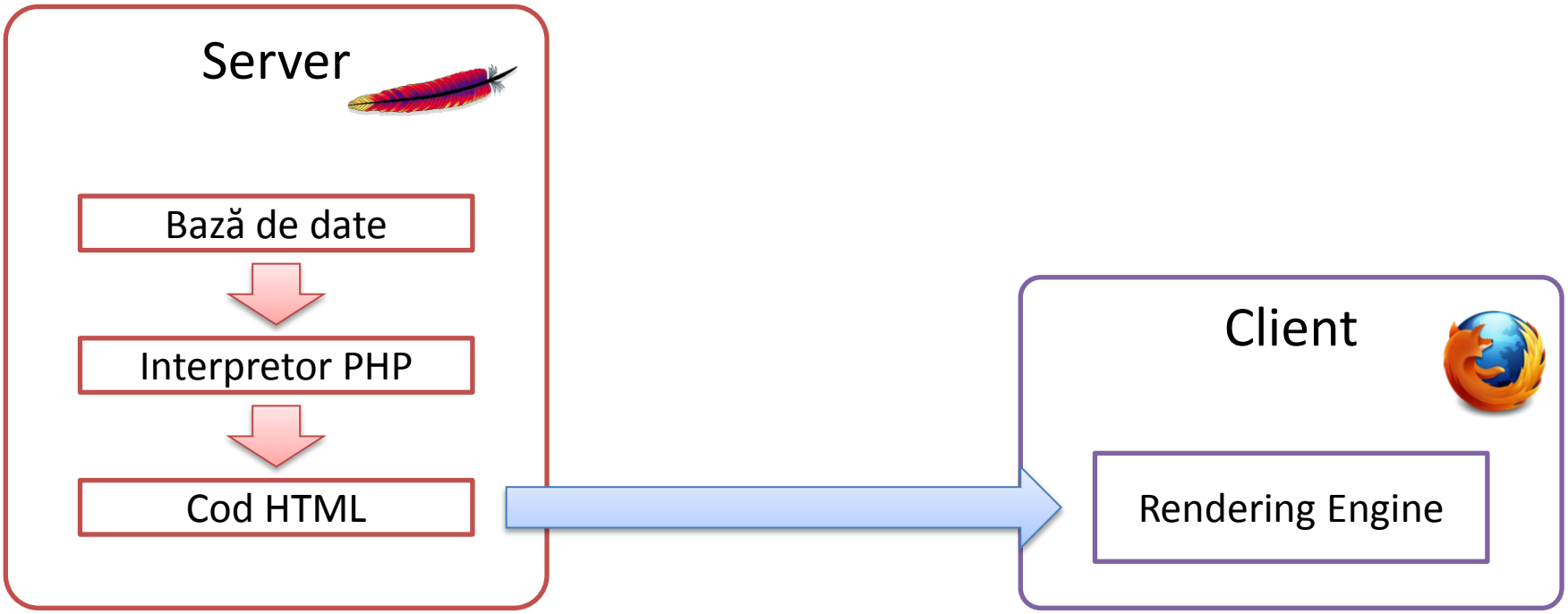
Aspectul grafic – css

- Cascading Style Sheets
- Limbaj pentru particularizarea aspectului structurilor HTML
- Versiune: CSS3



Generarea de pagini dinamice – php

- Majoritatea site-urilor actuale se bazează pe generarea de pagini dinamice
- Codul interpretat (PHP, Ruby, Python) are rolul de a construi codul HTML trimis clientului



Comportament dinamic - javascript

- Codul php creează în mod dinamic o pagină statică
- Pentru a crea comportament dinamic într-o pagină (animații, evenimente), codul trebuie executat pe client
- Javascript este folosit pentru a controla elementele din pagină

- Javascript nu este utilizat doar în cadrul site-urilor:
  - Documente pdf
  - Module de browser

HTTP

- Hypertext Transfer Protocol
- Portul TCP 80
- Versiunea actuală: 1.1
- Arhitectură client-server
- Clientul folosește metode pentru a comunica

Metodă	Rol
GET	Cere o reprezentare a unei resurse
HEAD	Cere informații despre o resursă (fără conținut)
POST	Trimite date pentru procesare de către server
OPTIONS	Cere operațiile suportate de server pentru o resursă

HTTP Cookies

- Protocolul HTTP nu are stare
  - Accesări succesive ale unor pagini în relație logică nu puteau beneficia de informații de sesiune
- Cookies sunt un mecanism pentru persistența stării:
  - Termenul inițial era magic cookie și a fost introdus de inginerii Netscape
  - Obiecte similare unor variabile ce sunt reținute de browser
  - Asociate unui domeniu
  - Pot fi citite sau scrise de site prin intermediul javascript

Exemplu de cerere HTTP

Metodă

Versiune

Locație

Nume de domeniu

Cookies

```
Hypertext Transfer Protocol
  GET /2011/ HTTP/1.1\r\n
    [Expert Info (Chat/Sequence): GET /2011/ HTTP/1.1\r\n]
      [Message: GET /2011/ HTTP/1.1\r\n]
      [Severity level: Chat]
      [Group: Sequence]
    Request Method: GET
    Request URI: /2011/
    Request Version: HTTP/1.1
  Host: cs.curs.pub.ro\r\n
  User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64; rv:8.0) Gecko/20100101 Firefox/8.0\r\n
  Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,*/*;q=0.8\r\n
  Accept-Language: en-us,en;q=0.5\r\n
  Accept-Encoding: gzip, deflate\r\n
  Accept-Charset: ISO-8859-1,utf-8;q=0.7,*;q=0.7\r\n
  Connection: keep-alive\r\n
  [truncated] Cookie: __utma=246491611.14351673.1318718530.1322913674.1322950554.80; __utmz=
  Cache-Control: max-age=0\r\n
  \r\n
```

De ce e utilă trimiterea numelui de domeniu în cerere?

Recapitulare: Chei asimetrice

- Se bazează pe perechi de chei aflate într-o relație matematică:
  - Cheia publică (K^+)
  - Cheia privată (K^-)
- Dându-se un mesaj M, există următoarea relații:

$$K^+(K^-(M)) = M$$

$$K^-(K^+(M)) = M$$

- Cu alte cuvinte, un client poate:
  - Avea configurată pe server cheia sa publică K^+ (de un administrator de exemplu)
  - Cripta un mesaj cu K^-
  - Serverul va putea decripta mesajul cu K^+

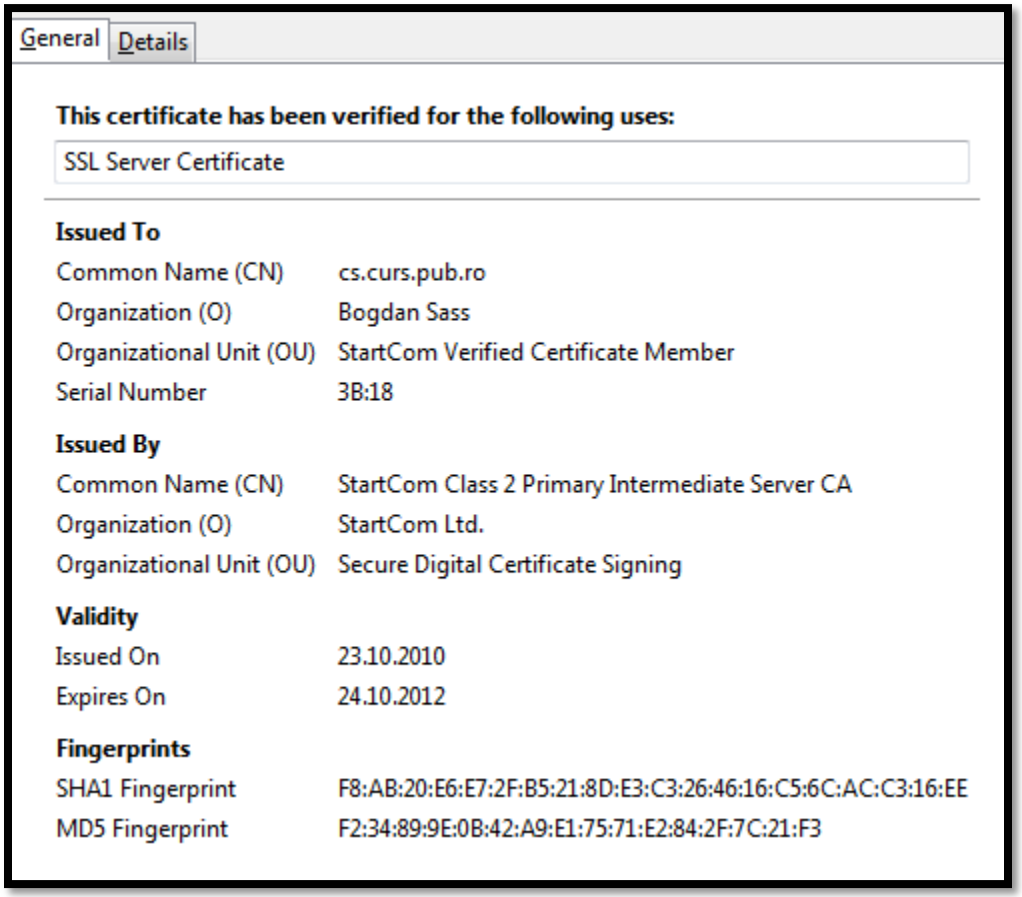
HTTPS

- HTTP Secure
- Portul TCP 443
- Folosește SSL/TLS pentru a stabili un canal criptat sigur între client și serverul HTTPS
- Site-ul se autentifică prin intermediul unui **certificat**

- Un certificat conține:
  - Numele site-ului (CN)
  - Numele organizației (O)
  - CA-ul care urmează să valideze certificatul (CA – CN, CA – O)
  - Data de emitere / expirare
  - Un hash pentru verificarea integrității
  - **Cheia publică a site-ului**

HTTPS

- Browser-ul clientului primește certificatul site-ului la accesarea acestuia
- Exemplu cs.curs.pub.ro în Firefox:

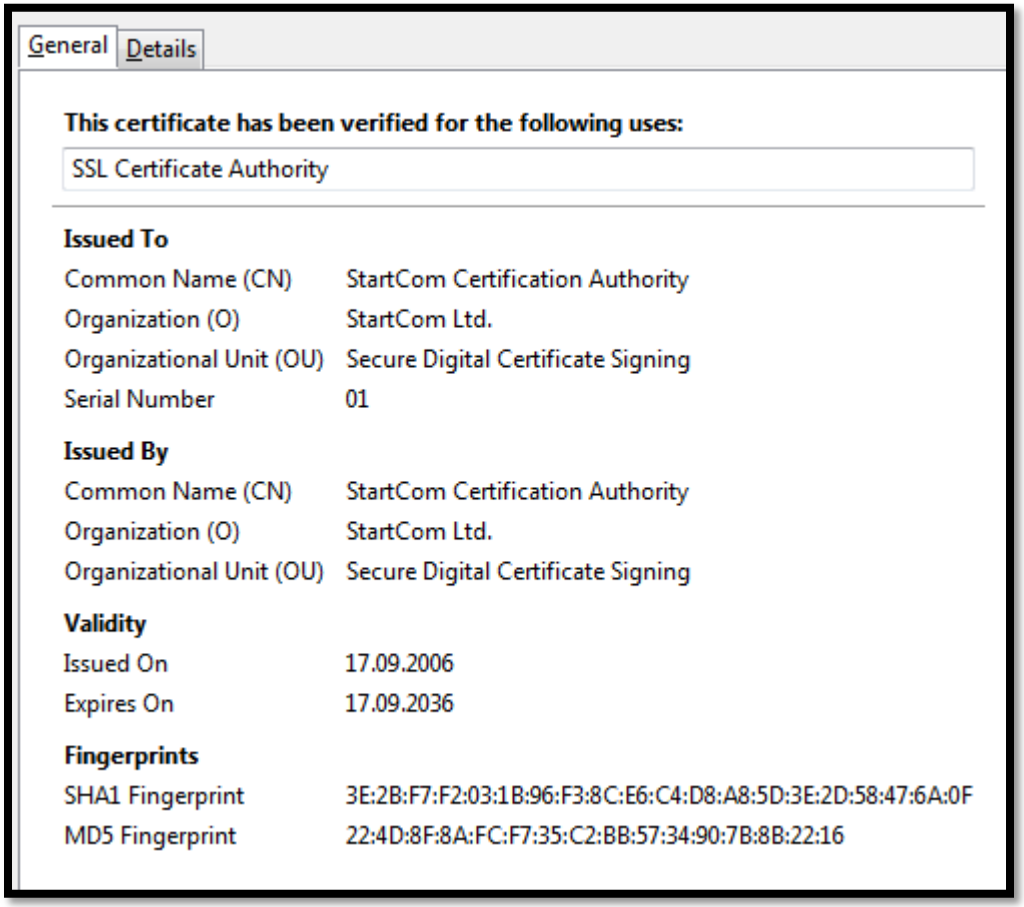


HTTPS

- HTTPS depinde de existență CA-urilor (Certificate Authority)
- Un CA este o entitate ce garantează autenticitatea unui certificat
- CA-urile semnează ierarhic
- În exemplul de mai sus:
- Certificat cs.curs.pub.ro
  - Semnat de către StartCom Class 2 Primary Intermediate Server CA
    - Semnat de către StartCom Certification Authority
- Browserele vin cu un set de CA-uri importante predefinite
  - În Firefox 8.0 (Windows):
    - Firefox/Options/Advanced/Encryption/View Certificates
  - Cele două CA-uri StartCom sunt incluse de la instalare deci accesarea cs.curs.pub.ro nu lansează avertizări

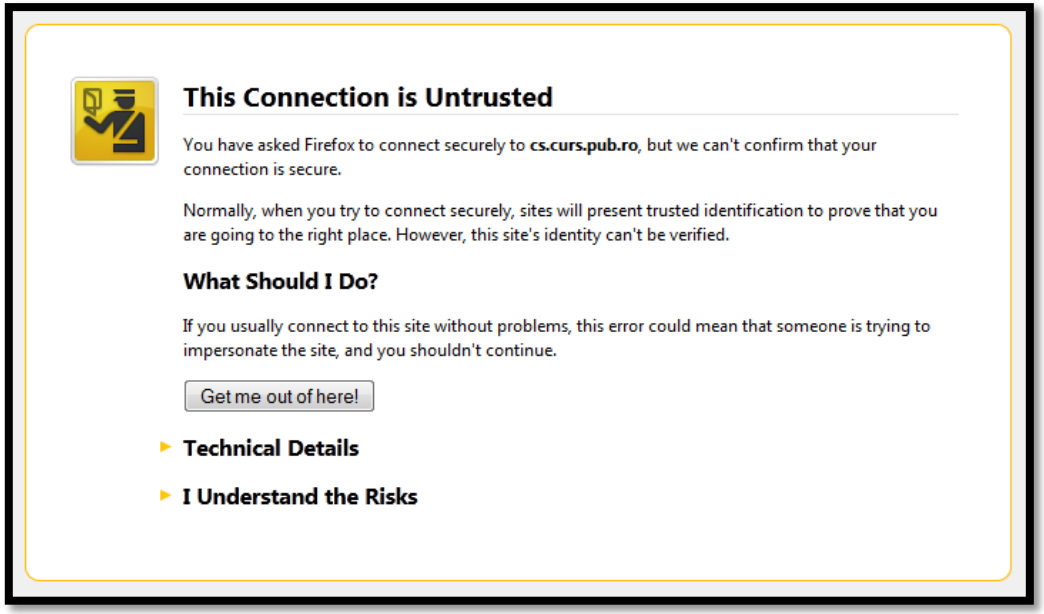
HTTPS – Self signed certificates

- Autenticitatea unui CA primar este garantată de el însuși
- Certificatele self signed ale CA-urilor importante vin cu browser-ul



HTTPS

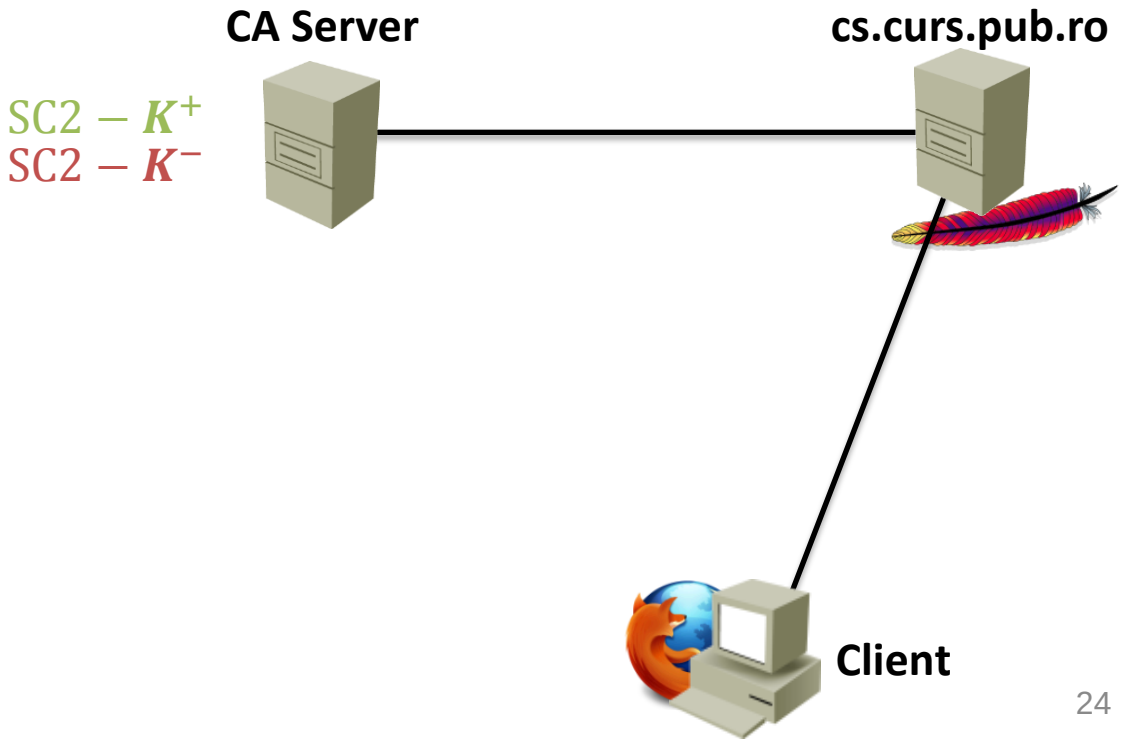
- Dacă nu este cunoscut CA-ul site-ului (de exemplu certificatul este self-signed):
  - Browserul oferă o avertizare asupra faptului că site-ul nu poate fi autentificat
  - Poate semnaliza o încercare de phishing
  - Permite adăugarea unei excepții pentru certificatul respectivă



HTTPS – Instalare

- Instalare
  - 1. Generare chei
  - 2. Cerere
  - 3. Semnare
  - 4. Instalare
- Utilizare
  - 1. Primire certificat
  - 2. Validare CA
  - 3. Validare site

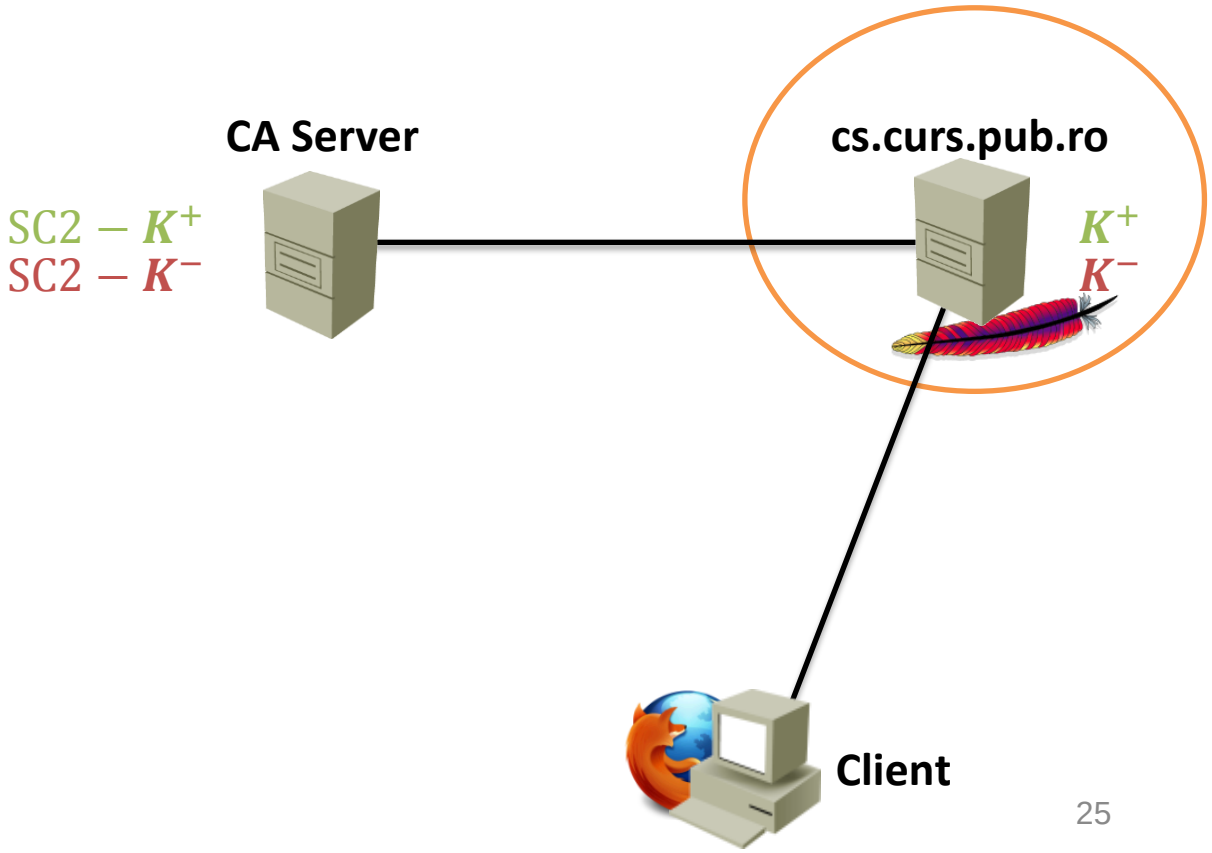
- Serverul CA-ului are deja generată o pereche de chei publice și private ($\mathrm{StartCom2} - \boldsymbol{K}^{+}$, $\mathrm{StartCom2} - \boldsymbol{K}^{-}$)



HTTPS – Instalare

- Instalare
  - 1. Generare chei
  - 2. Cerere
  - 3. Semnare
  - 4. Instalare
- Utilizare
  - 1. Primire certificat
  - 2. Validare CA
  - 3. Validare site

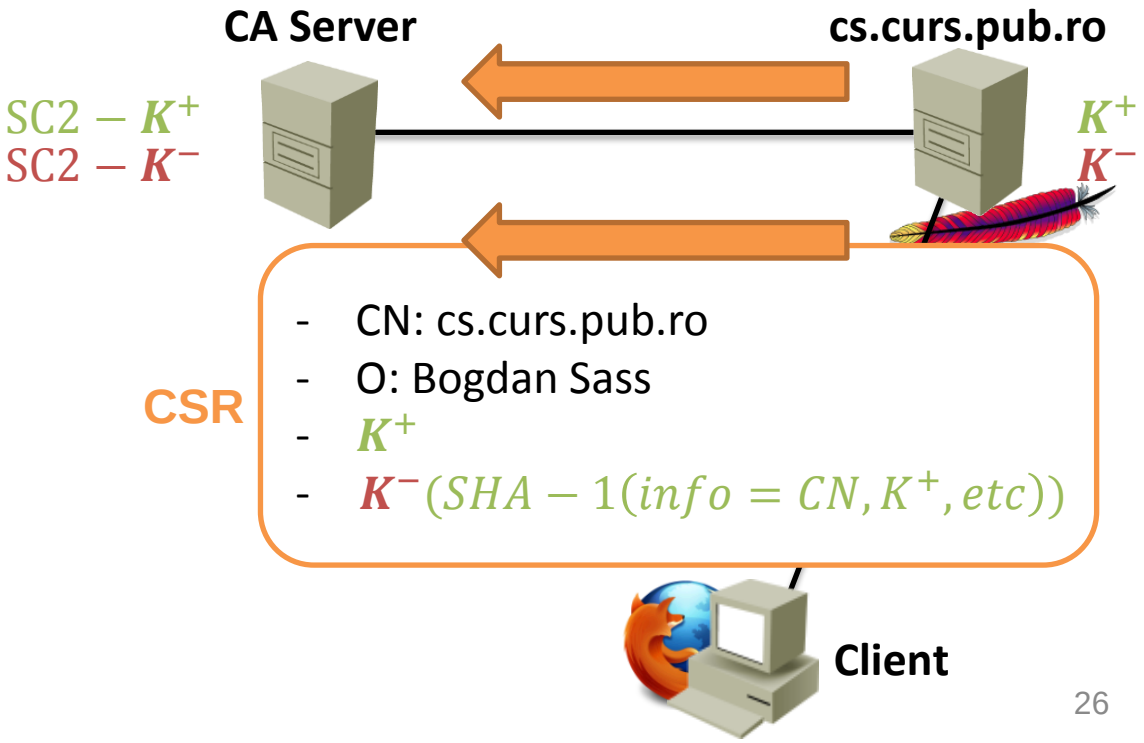
1. Serverul **cs.curs.pub.ro** generează o pereche de chei asimetrice (K^+, K^-)



HTTPS – Instalare

- Instalare
  - 1. Generare chei
  - 2. Cerere
  - 3. Semnare
  - 4. Instalare
- Utilizare
  - 1. Primire certificat
  - 2. Validare CA
  - 3. Validare site

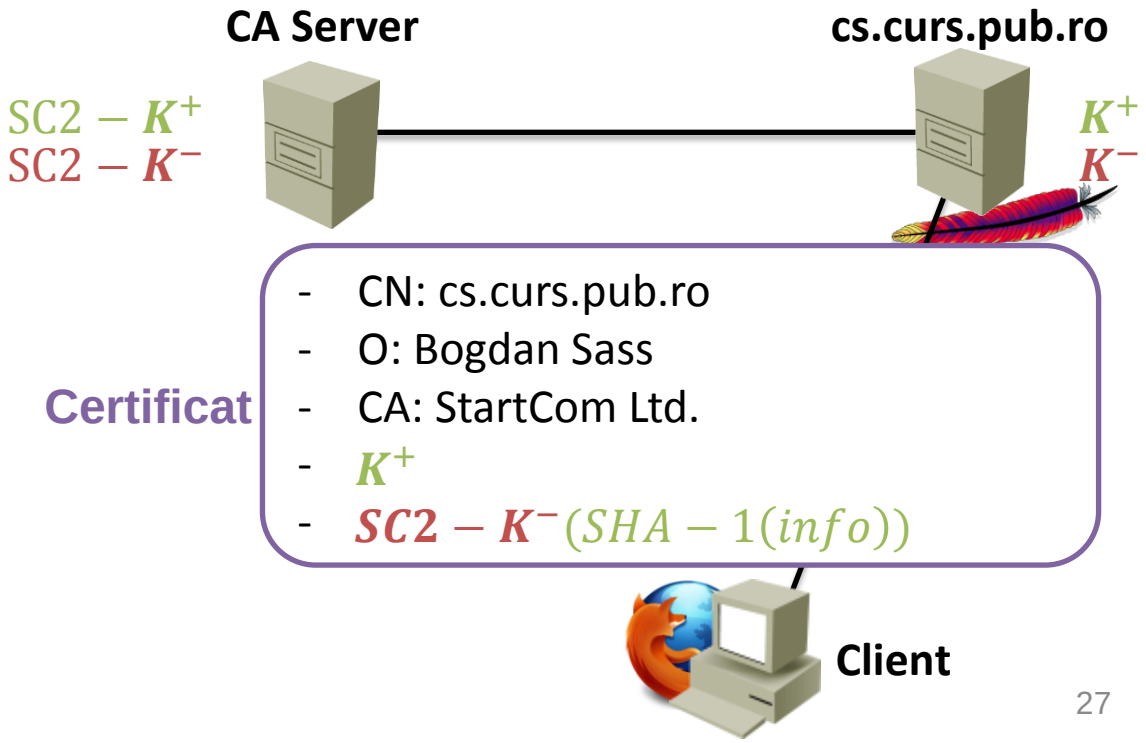
2. O cerere de semnare este trimisă către CA:
   - cererea include detalii despre cs.curs.pub.ro și K^+
   - cererea este semnată cu K^- înainte de trimitere (De ce?); Cum poate valida semnătura cu K^- CA-ul?
   - **CSR** = Certificate Signing Request



HTTPS – Instalare

- Instalare
  - 1. Generare chei
  - 2. Cerere
  - 3. Semnare
  - 4. Instalare
- Utilizare
  - 1. Primire certificat
  - 2. Validare CA
  - 3. Validare site

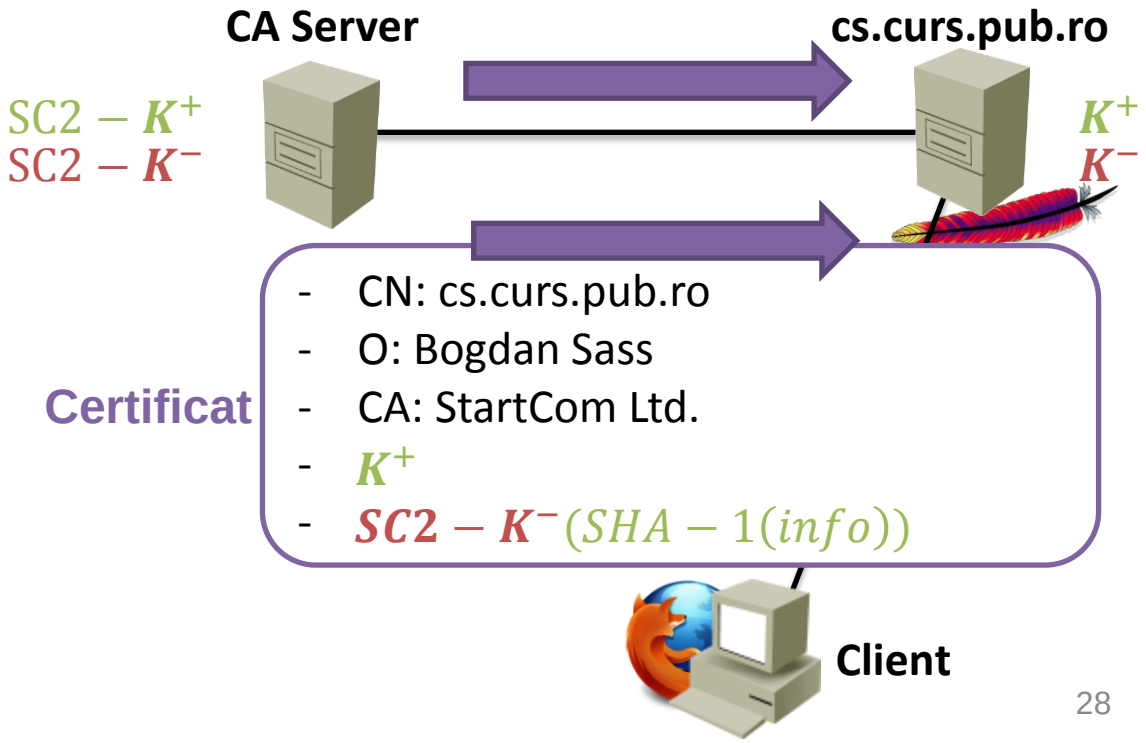
3. CA-ul folosește cheia sa privată pentru a semna cererea
   - Semnarea constă în calcularea unui hash peste informațiile din cerere
   - Hash-ul este apoi criptat cu $\mathrm{StartCom2} - K^-$ și inclus în certificat



HTTPS – Instalare

- Instalare
  - 1. Generare chei
  - 2. Cerere
  - 3. Semnare
  - 4. Instalare
- Utilizare
  - 1. Primire certificat
  - 2. Validare CA
  - 3. Validare site

4. CA-ul trimite certificatul semnat serverului
   - Certificatul trebuie configurat în serverul HTTPS folosit
   - La accesarea serverului, certificatul va fi prezentat clienților

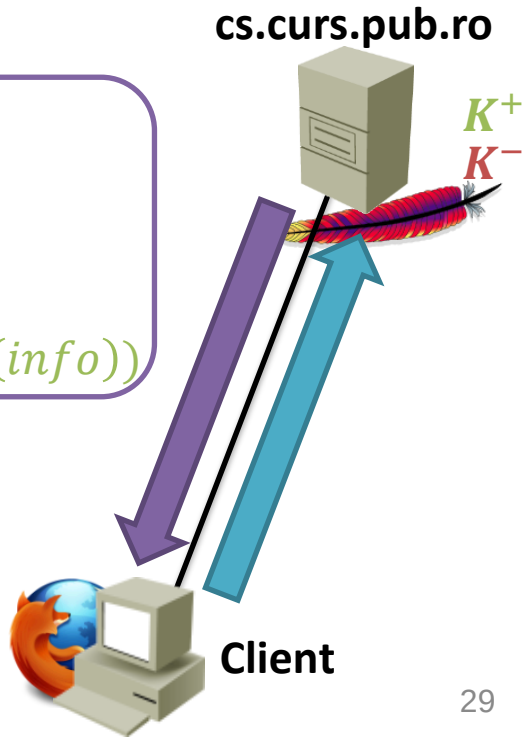


HTTPS – Utilizare

- Instalare
  - 1. Generare chei
  - 2. Cerere
  - 3. Semnare
  - 4. Instalare
- Utilizare
  - 1. Primire certificat
  - 2. Validare CA
  - 3. Validare site

1. Clientul accesează prin HTTPS cs.curs.pub.ro
   - Serverul îi trimite certificatul obținut anterior

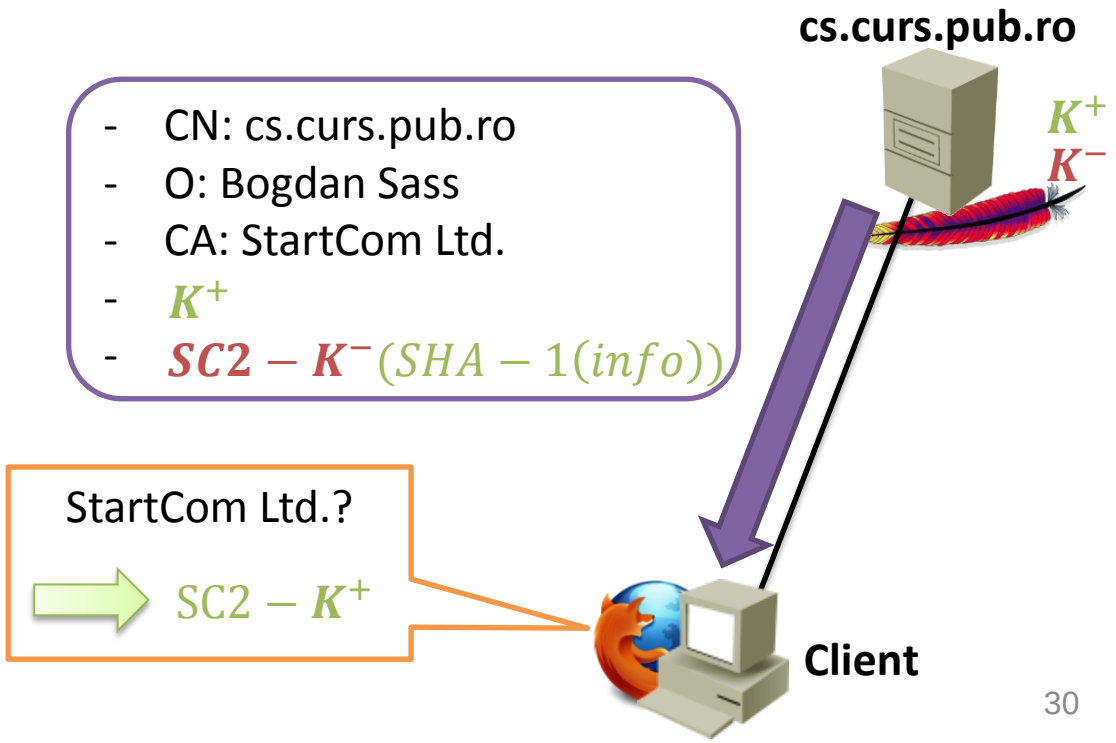
- CN: cs.curs.pub.ro
- O: Bogdan Sass
- CA: StartCom Ltd.
- K^+
- $SC2 - K^-(SHA - 1(info))$



HTTPS – Utilizare

- Instalare
  - 1. Generare chei
  - 2. Cerere
  - 3. Semnare
  - 4. Instalare
- Utilizare
  - 1. Primire certificat
  - 2. Validare CA
  - 3. Validare site

2. Clientul se uită în certificatul site-ului care e CA-ul care a semnat
   - După ce e obținut CA-ul, se uită în baza de date locală a browser-ului dacă CA-ul este de încredere
   - Dacă da, clientul ia din certificatul local StartCom2 – K^+ pentru a verifica integritatea și autenticitatea mesajului

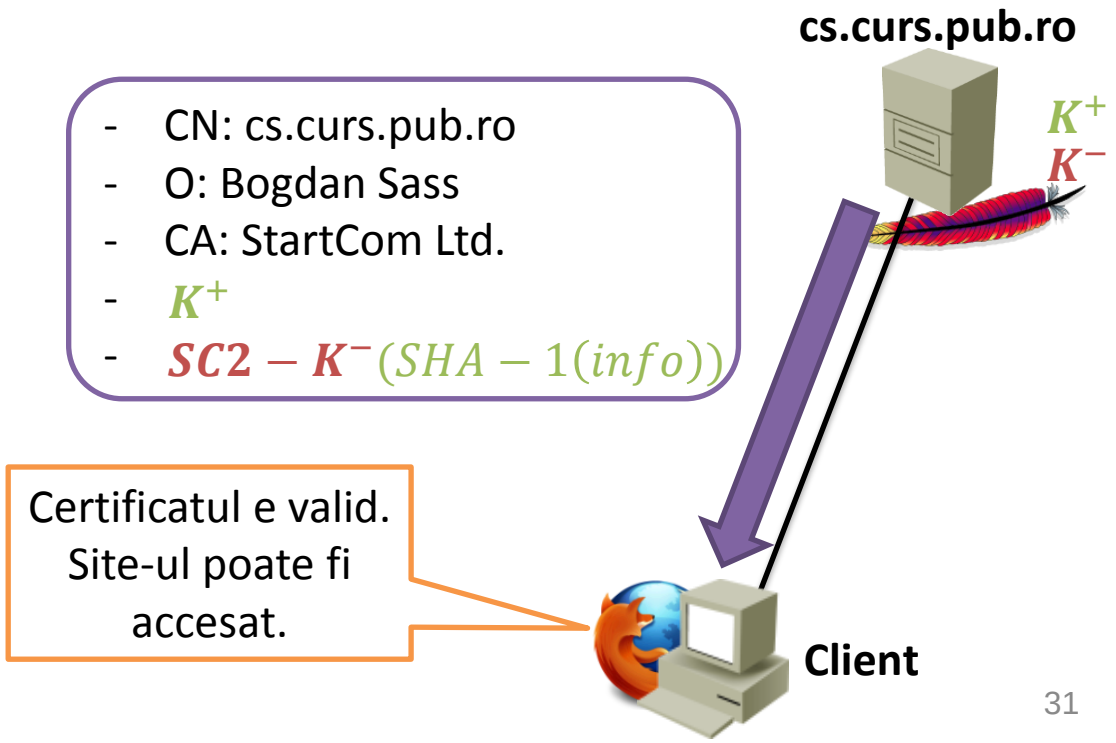


HTTPS – Utilizare

- Instalare
  - 1. Generare chei
  - 2. Cerere
  - 3. Semnare
  - 4. Instalare
- Utilizare
  - 1. Primire certificat
  - 2. Validare CA
  - 3. Validare site

3. Certificatul e validat:
   - Sa calculează hash-ul $SHA-1(Info)$ pe câmpurile din certificat
   - Dacă relația de mai jos e adevărată, certificatul este validat și browser-ul permite accesarea site-ului

$$SC2 - K^{+}\left(SC2 - K^{-}\left(SHA-1(Info)\right)\right) = SHA-1(Info)$$



HTTPS - Întrebări

- Unde eșuează verificarea dacă site-ul minte referitor la identitatea sa?
  - **R:** Utilizare – pasul 3
    - $SC2 - \boldsymbol{K}^{-}(SHA - 1(Info))$ nu poate fi modificat deoarece e semnat cu o cheie privată necunoscută (a CA-ului)
    - Când e decriptat hash-ul cu cheia publică a CA-ului, va fi diferit de ce e calculat acum pe mesaj

$$SC2 - \boldsymbol{K}^{+}\left(SC2 - \boldsymbol{K}^{-}(SHA - 1(Info))\right) = SHA - 1(Info) \neq SHA - 1(Info - mod)$$

- De ce nu va funcționa un self signed certificate?
  - **R:** Utilizare – pasul 2. Nu va fi găsit $\text{cs. curs. pub. ro} - \boldsymbol{K}^{+}$ în browser.

- Ce se întâmplă dacă site-ul spune că e semnat de StartCom2, dar de fapt e self-signed?
  - **R:** Utilizare – pasul 3
    - Se va încerca aplicarea unei chei publice peste un mesaj pe care s-a aplicat o cheie privată din altă pereche
    - Autentificarea va eșua deoarece nu va fi respectată egalitatea

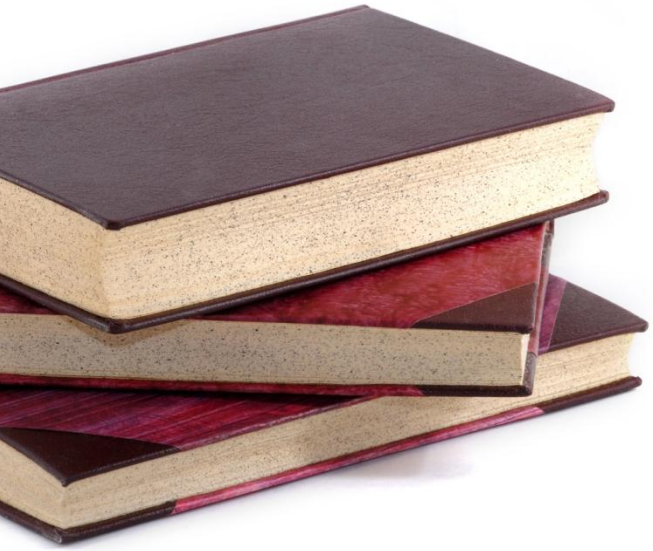
$$SC2 - \boldsymbol{K}^{+}\left(\boldsymbol{K}^{-}(SHA - 1(Info))\right) \neq SHA - 1(Info)$$

HTTPS - Întrebări

- Ce se întâmplă dacă e compromis $\mathrm{StartCom2} - \boldsymbol{K}^{-}$?
  - **R:**
    - Oricine va putea construi certificate validate de browser.
    - Pentru astfel de situații se folosesc liste de revocare (liste ce spun ce CA-uri nu mai sunt de încredere)
    - Exemplu de compromitere: Sony PlayStation 3 Private Root Key (pentru certificarea digitală a pachetelor software)

RL
crunch it connected

Cursul 10



DNS

- Istoric
- Structură
- Servere DNS
- Interogări DNS

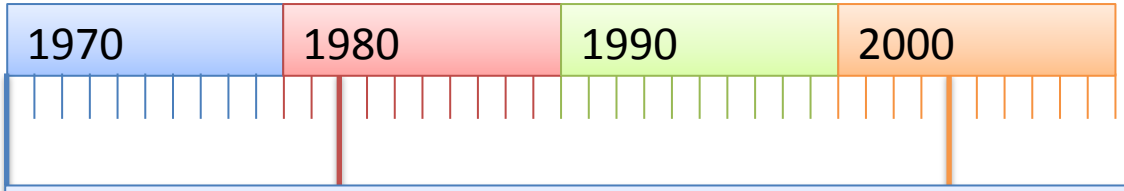
DNS

- Domain Name System
- Sistem ierarhic distribuit de asocieri nume – adresă
- Poate răspunde la întrebările:
  - Care sunt adresele IPv4 și IPv6 ale lui cs.curs.pub.ro?
  - Cine este 141.85.241.139?
  - Ce IP are serverul de mail pentru domeniul pub.ro?

- Port TCP și UDP 53
- Model client-server

- Serverul stochează informații numite **înregistrări**
- Clienții interoghează serverul pentru a afla valorile din înregistrări

Istorie



Since forever ☺ - HOSTS.TXT

- Fișier static ce tine mapări Nume – Adresă
- Folosit în sistemele actuale în special pentru maparea localhost – 127.0.0.1
- Începând cu anii 80 nu mai putea face față numărului în creștere de host-uri

1982 – DNS (Domain Name System)

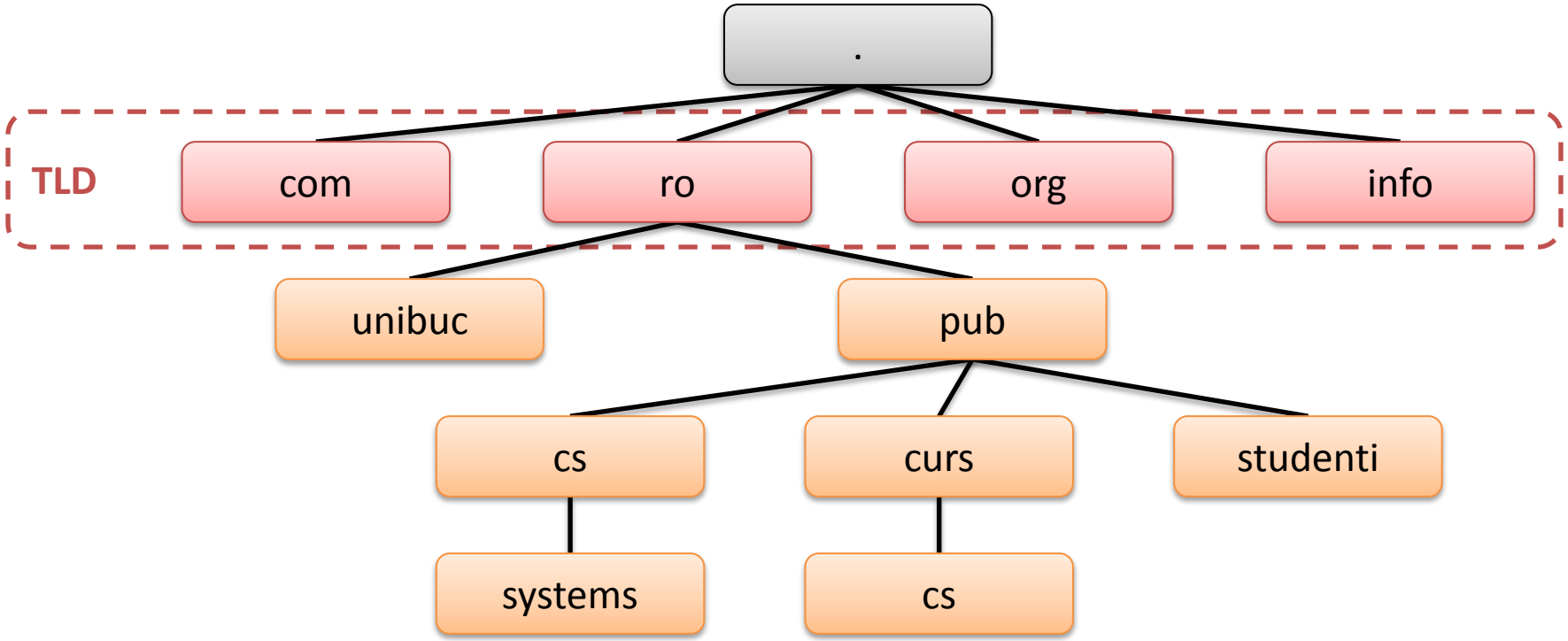
- Inventat de Paul Mockapetris
- Sistem distribuit de mapări Nume - adresă
- Folosit și pentru a obține alte informații

2005 – DNSSEC

- DNS nu are mecanisme de securitate
- Un atacator poate rescrie IP-ul din răspunsul DNS
- DNSSEC garantează autenticitatea (dar nu și confidențialitatea) răspunsului

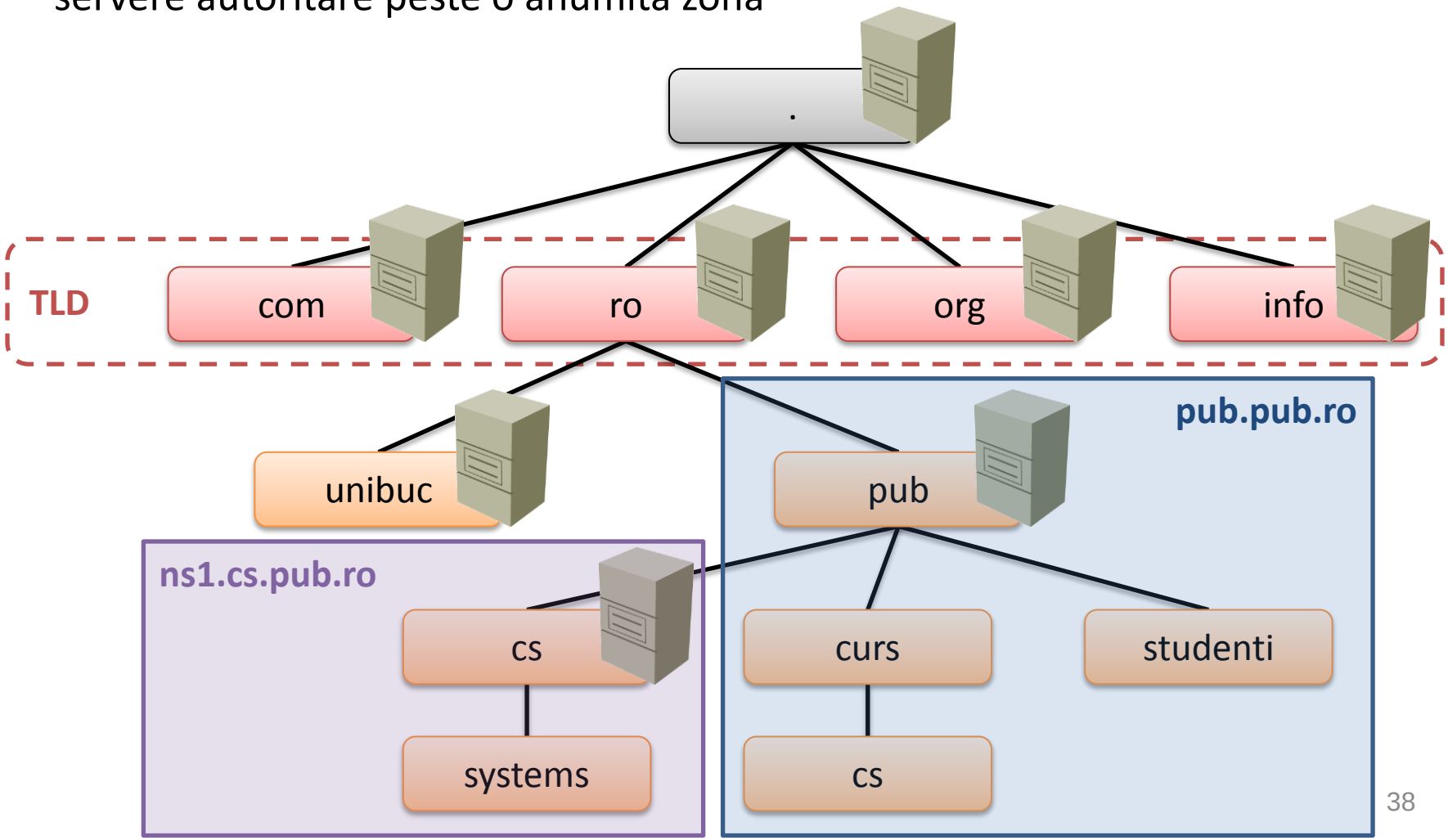
Nume de domeniu

- ICANN – Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
- ICANN:
  - administrează lista de TLD (Top Level Domains)
  - deleagă altor organizații autoritatea de a aloca numele de domenii dintr-un TLD



Arhitectură

- Serverele DNS sunt într-o relație ierarhică
- Responsabilitatea de alocare și asociere este delegată prin numirea unor servere autoritare peste o anumită zonă

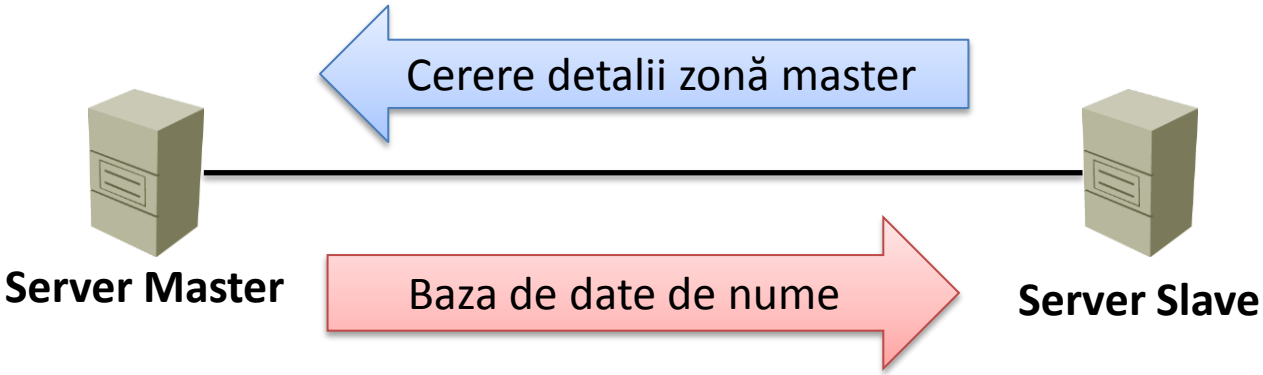


Tipuri de servere

Master/Slave	• Ambele servere răspund cererilor de DNS
Server forwarder	• Ajută alte servere DNS din rețeaua locală cu rezolvarea cererilor externe • Folosit pentru a masca serverele DNS locale și pentru a reduce traficul extern prin caching • Un server trimite la forwarder o cerere dacă nu este autoritar peste domeniul cerut și nu are informația în cache
Caching-only	• Server autoritar doar pe domeniul 0.0.0.127-in.addr.arpa • Face caching de înregistrări des folosite pentru a reduce traficul DNS
Root Server	• Administrează TLD-uri

Tipuri de servere – Master/Slave

- Fiecare domeniu trebuie să aibă o zonă de master pentru a putea genera răspunsuri autoritare pe domeniul gestionat
- **Serverul Slave** va contacta periodic **Serverul Master** pentru a obține lista de înregistrări configurate
- Zona slave trebuie să precizeze explicit zona master



Tipuri de cereri

- Recursiv
  - Cererea trebuie rezolvată de serverul interogat
  - Trimise în general de aplicațiile client
- Nerecursiv
  - Cererea primește răspuns doar dacă serverul interogat:
    - Are intrarea în Cache
    - E autoritar pentru cerere
  - Dacă nu sunt respectate condițiile:
    - Este returnat faptul că nu poate fi rezolvată cererea
    - Se indică un alt server de nume

Tipuri de înregistrări

- Pentru a cere anumite informații se poate folosi comanda host:

linux> host **–t MX** cs.pub.ro

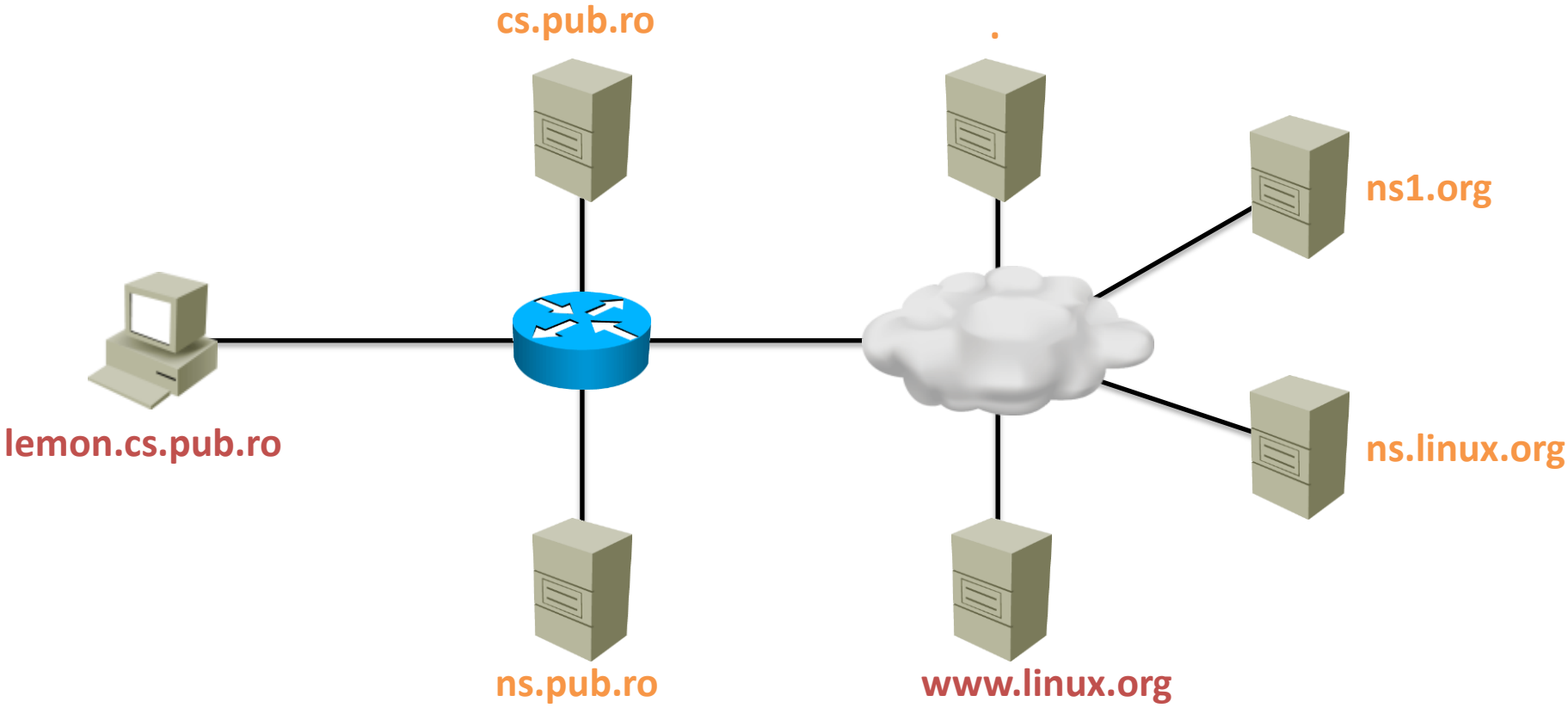
Tip	Rol	Exemplu
A	Descoperire adresă IPv4	cs.pub.ro has address 141.85.227.111
AAAA	Descoperire adresă IPv6	cs.pub.ro has no AAAA record
NS	Name Server – identifică serverele de nume asociat cu un domeniu	cs.pub.ro name server ns1.cs.pub.ro. cs.pub.ro name server ns2.cs.pub.ro.
SOA	Start of Authority – întoarce diverși parametri specifici zonei	cs.pub.ro has SOA record ns1.cs.pub.ro. admin.cs.pub.ro. 2011120301 28800 7200 604800 86400
MX	Mail Exchanger – identifică serverele de mail asociate cu un domeniu	cs.pub.ro mail is handled by 5 mail.cs.pub.ro. cs.pub.ro mail is handled by 20 vmail.cs.pub.ro.
PTR	Pointer – folosit pentru rezolvare inversă	111.227.85.141.in-addr.arpa domain name pointer cursuri.cs.pub.ro.

Exemplu fișier de zonă

```
;cs.pub.ro.db
$ORIGIN pub.ro.
cs          IN      SOA     ns.cs.pub.ro. nsmaster.cs.pub.ro. (
                            2011120301      ; Serial
                            8H              ; Refresh
                            2H              ; Retry
                            1W              ; Expire
                            1D              ; TTL
                            )
                    TXT     "Computer Science Department"
                    NS      ns1.cs
                    NS      ns2.cs
                    A       141.85.227.111
$ORIGIN cs.pub.ro.
                    MX      5       mail.cs.pub.ro
                    MX      20      vmail.cs.pub.ro
ns1                 A       141.85.226.5
ns2                 A       141.85.241.113
mail                A       141.85.227.3
vmail               A       141.85.227.3
```

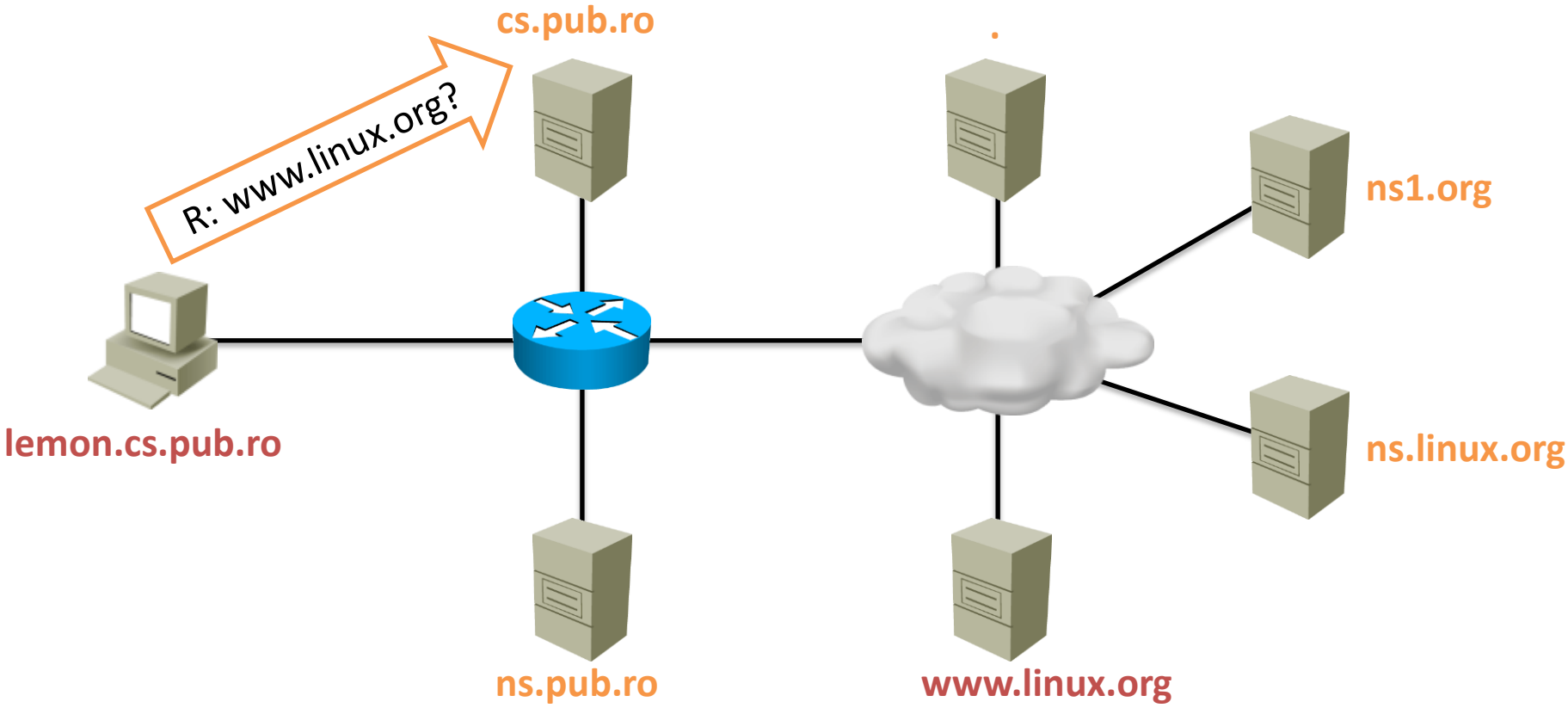
Exemplu – Pasul 0

- Staţia **lemon.cs.pub.ro** dorește să acceseze serverul **www.linux.org**
- Stația **lemon.cs.pub.ro** are configurat ca server DNS **cs.pub.ro**



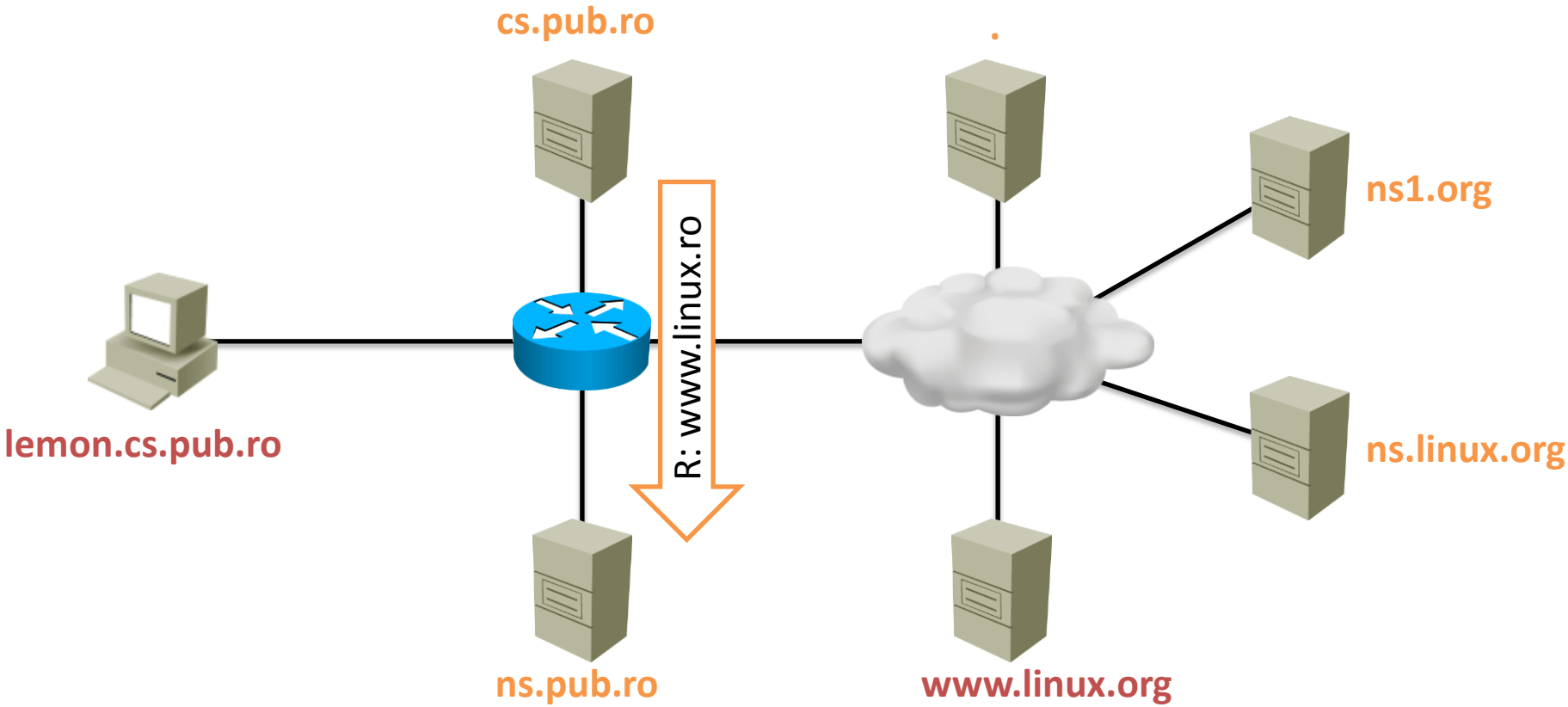
Exemplu – Pasul 1

- Staţia **lemon.cs.pub.ro** trimite o cerere recursivă către cs.pub.ro
- **cs.pub.ro** verifică dacă este autoritar peste **www.linux.org** → nu
- **cs.pub.ro** verifică dacă are în cache **www.linux.org** → nu



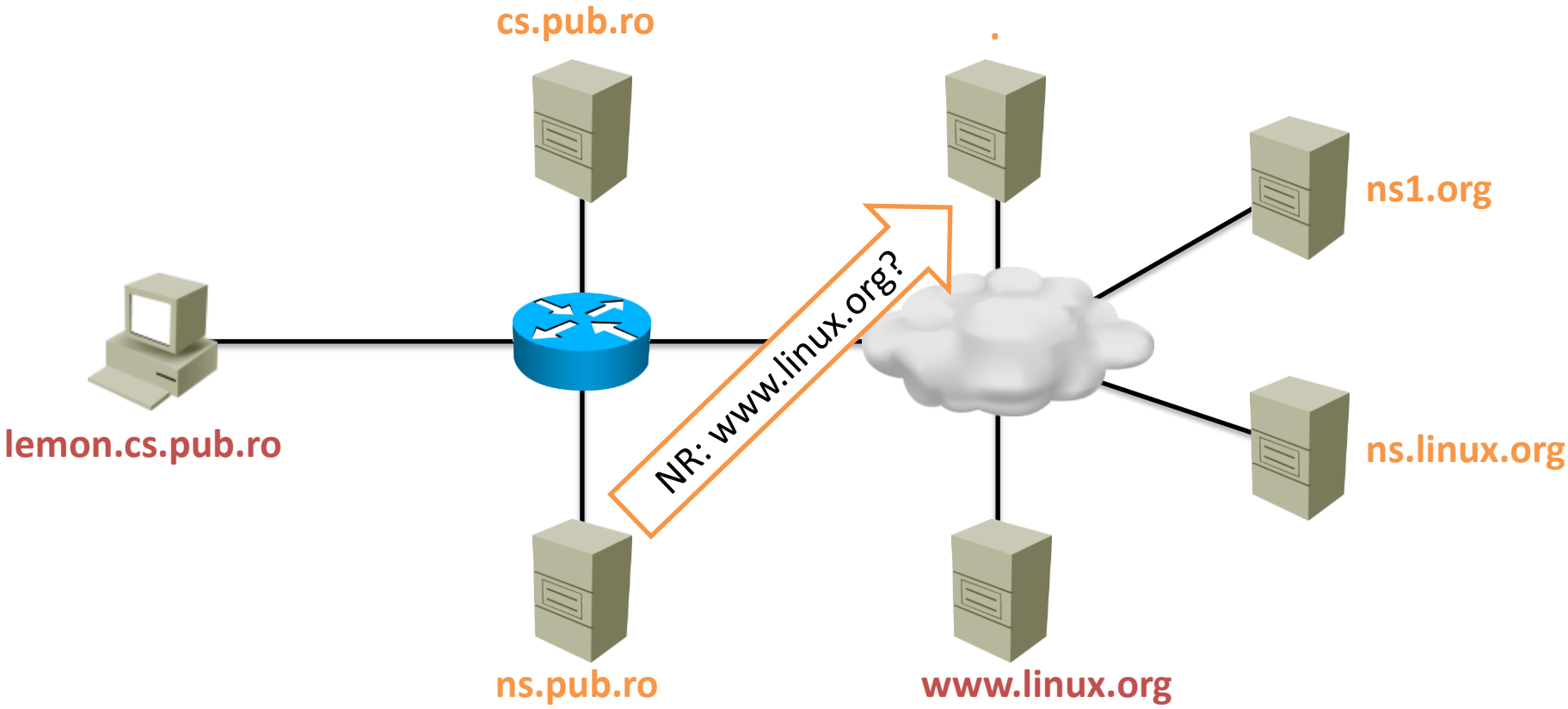
Exemplu – Pasul 2

- **cs.pub.ro** are **ns.pub.ro** configurat ca forwarder
- **cs.pub.ro** trimite o cerere recursivă către **ns.pub.ro**



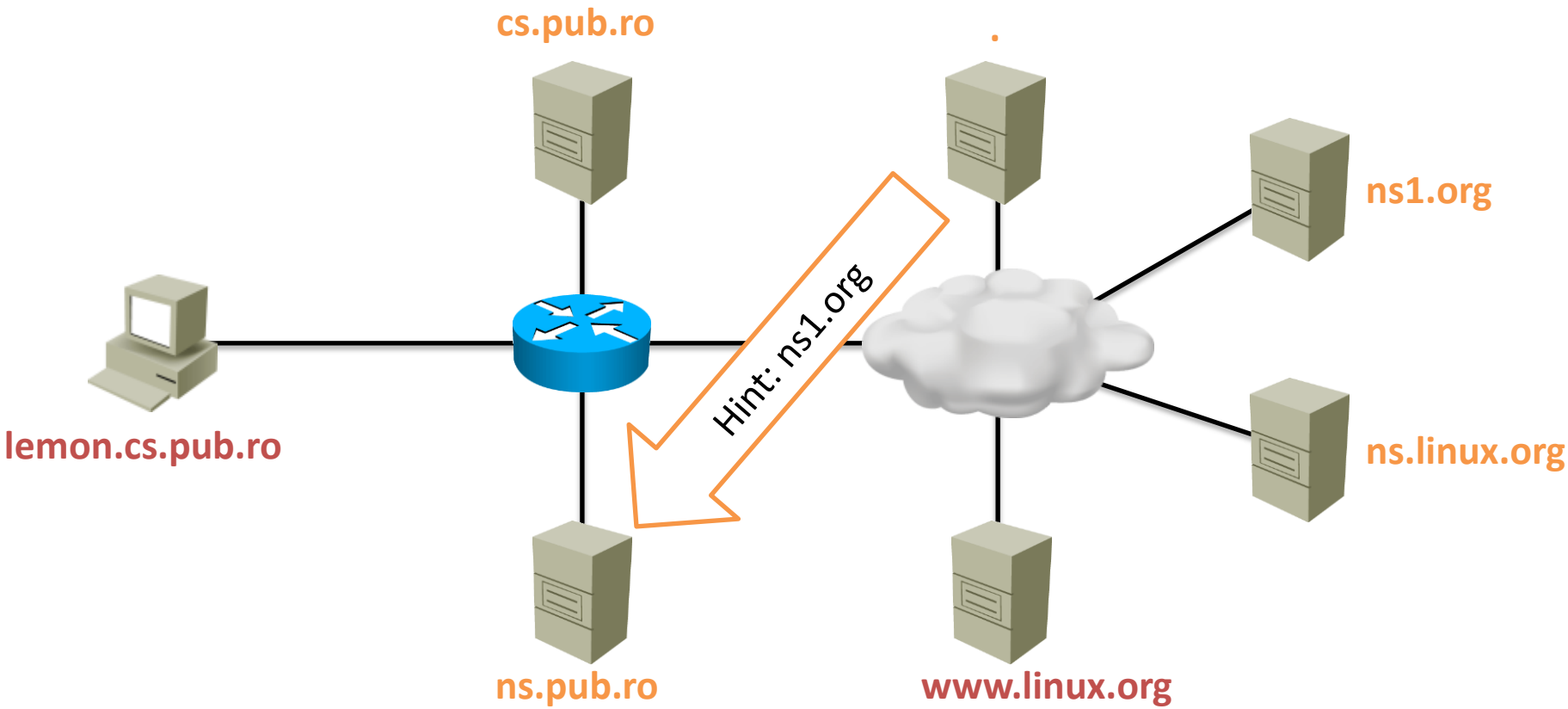
Exemplu – Pasul 3

- **ns.pub.ro** verifică dacă are în cache **www.linux.org** → nu
- **ns.pub.ro** trimite o cerere nerecursivă către **. (root)**



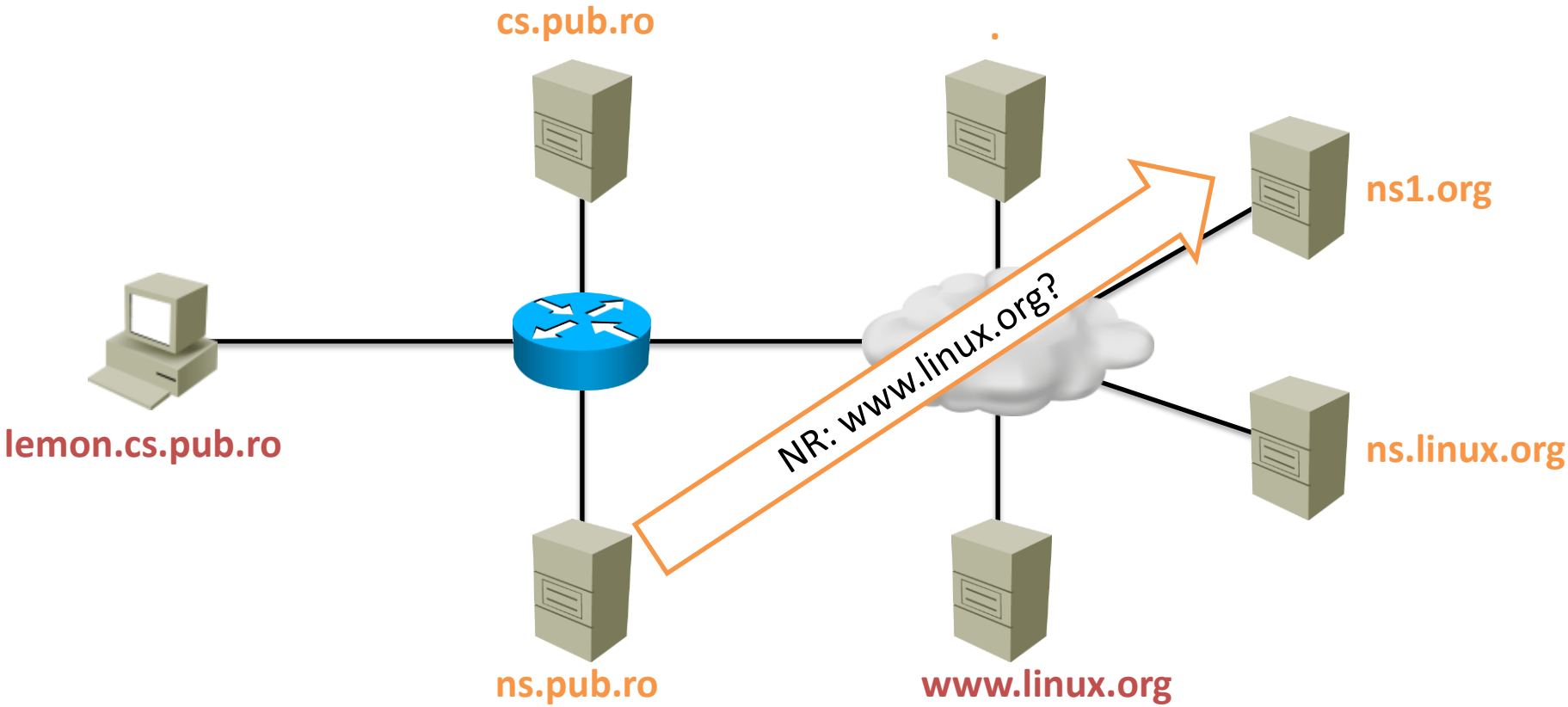
Exemplu – Pasul 4

- . (root) verifică dacă are în cache www.linux.org → nu
- . (root) răspunde negativ cu hint-ul ns1.org



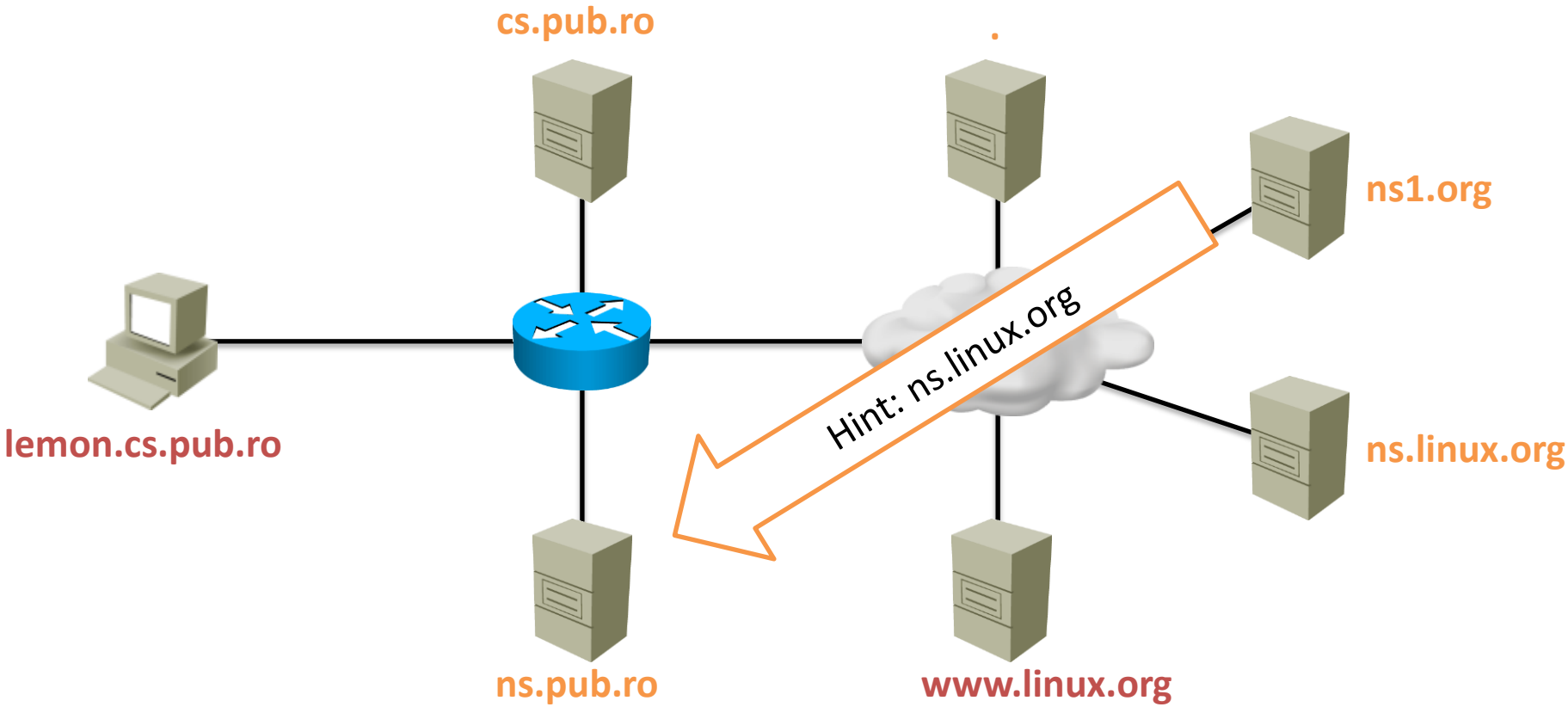
Exemplu – Pasul 5

- **ns.pub.ro** trimite o cerere nerecursivă pentru **www.linux.org** către **ns1.org**



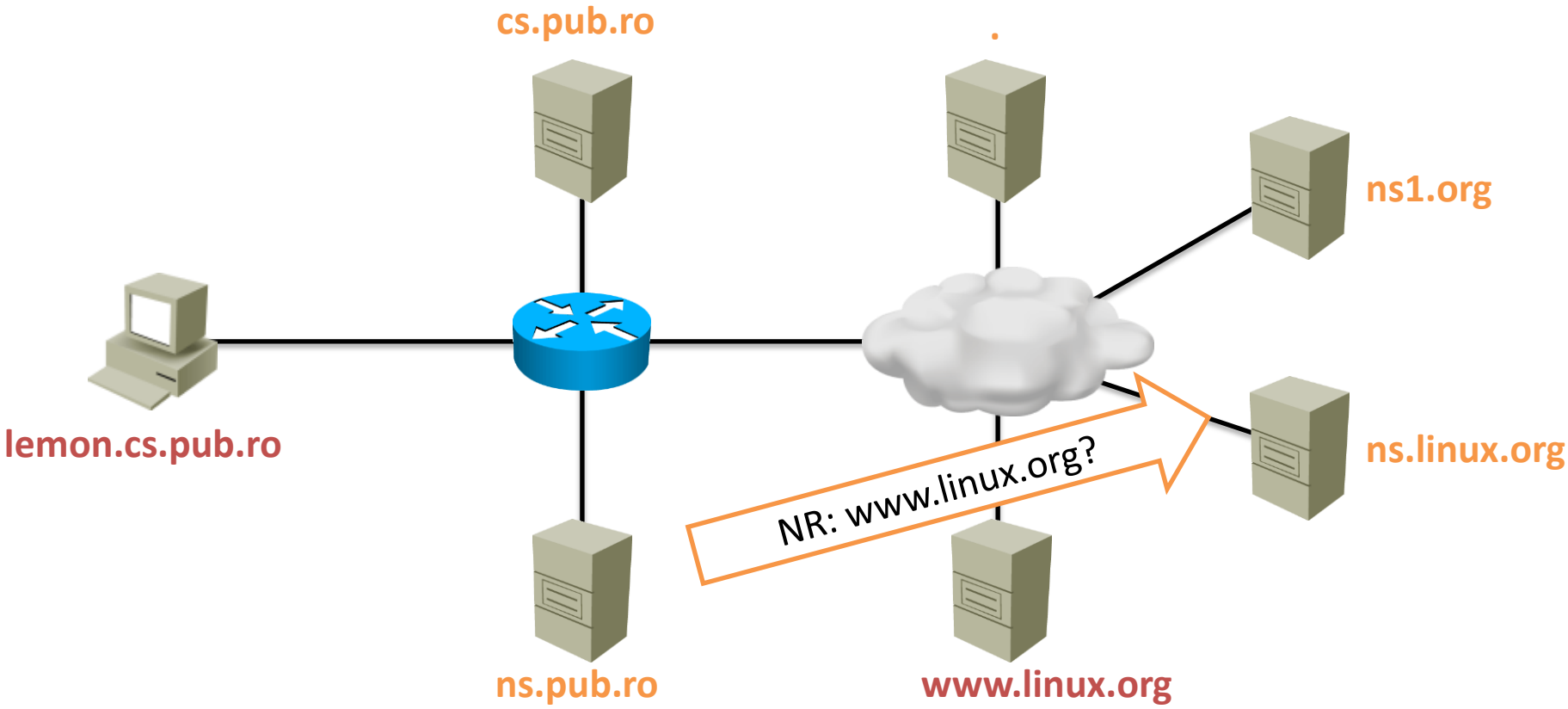
Exemplu – Pasul 6

- **ns1.org** verifică dacă are în cache **www.linux.org** → nu
- **ns1.org** răspunde negativ cu hint-ul **ns.linux.org**



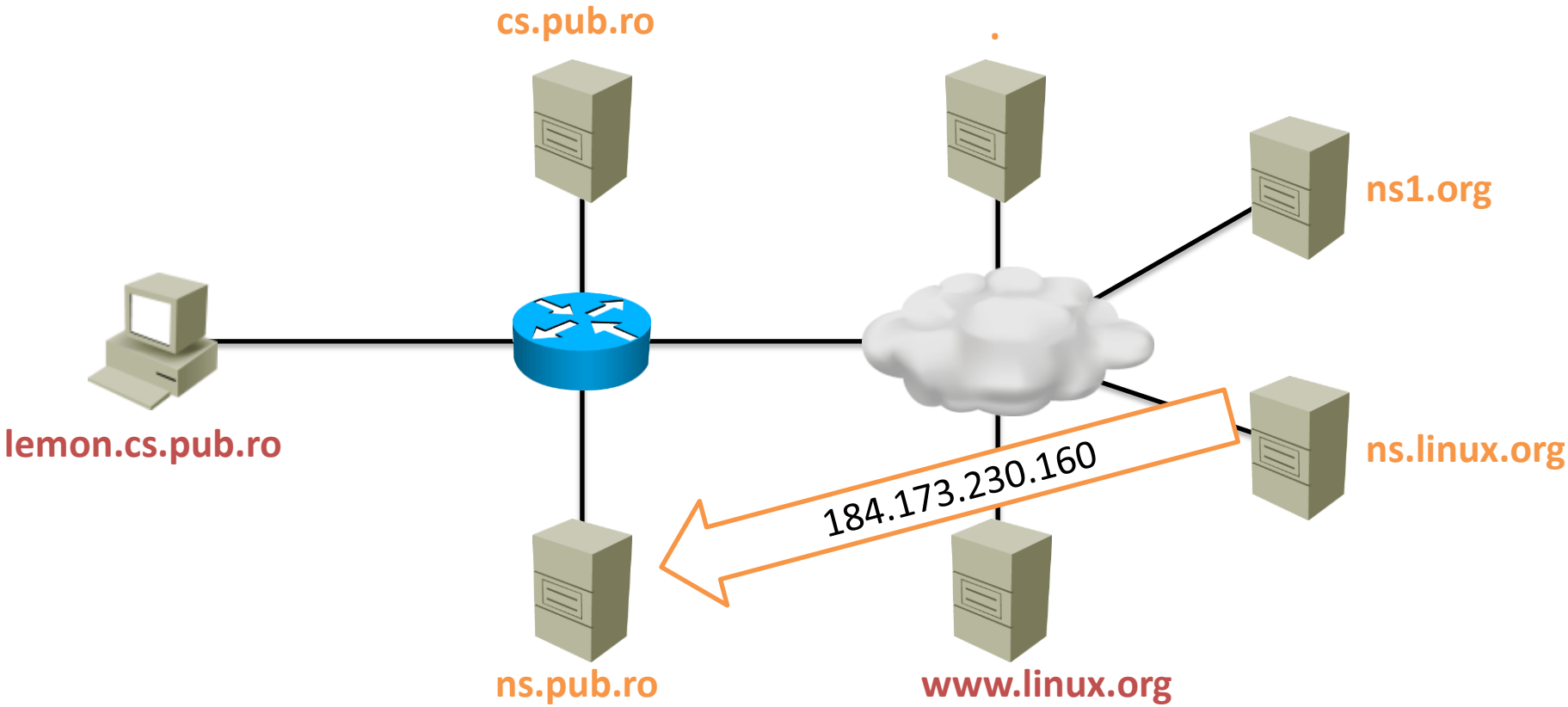
Exemplu – Pasul 7

- **ns.pub.ro** trimite o cerere nerecursivă pentru **www.linux.org** către **ns.linux.org**



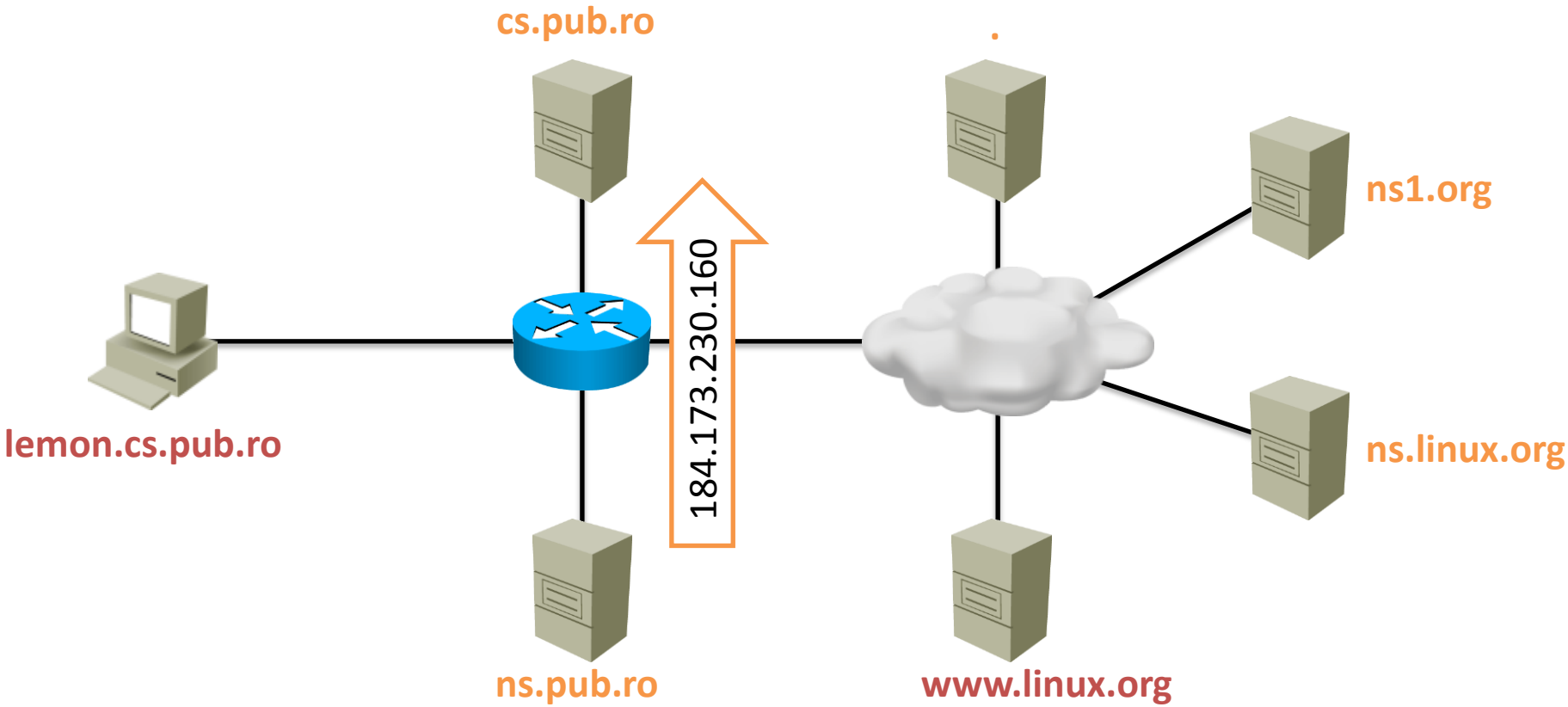
Exemplu – Pasul 8

- **ns.linux.org** observă că este autoritar peste domeniul din cerere
- **ns.linux.org** răspunde pozitiv cu adresa IP solicitată



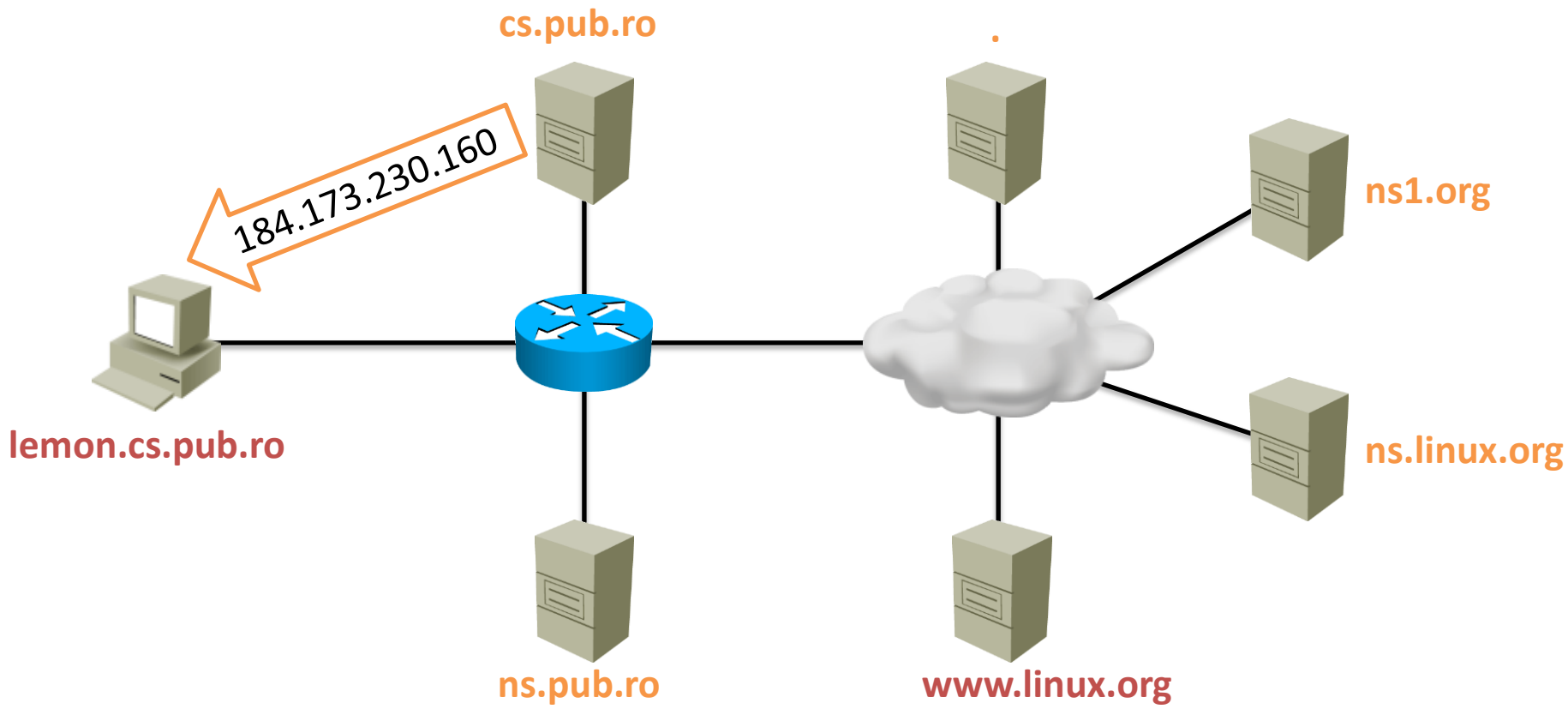
Exemplu – Pasul 9

- **ns.pub.ro** adaugă înregistrarea în cache
- **ns.pub.ro** trimite răspunsul mai departe către **cs.pub.ro**



Exemplu – Pasul 10

- **cs.pub.ro** adaugă înregistrarea în cache
- **cs.pub.ro** trimite răspunsul mai departe către **lemon.cs.pub.ro**



Cuvinte cheie