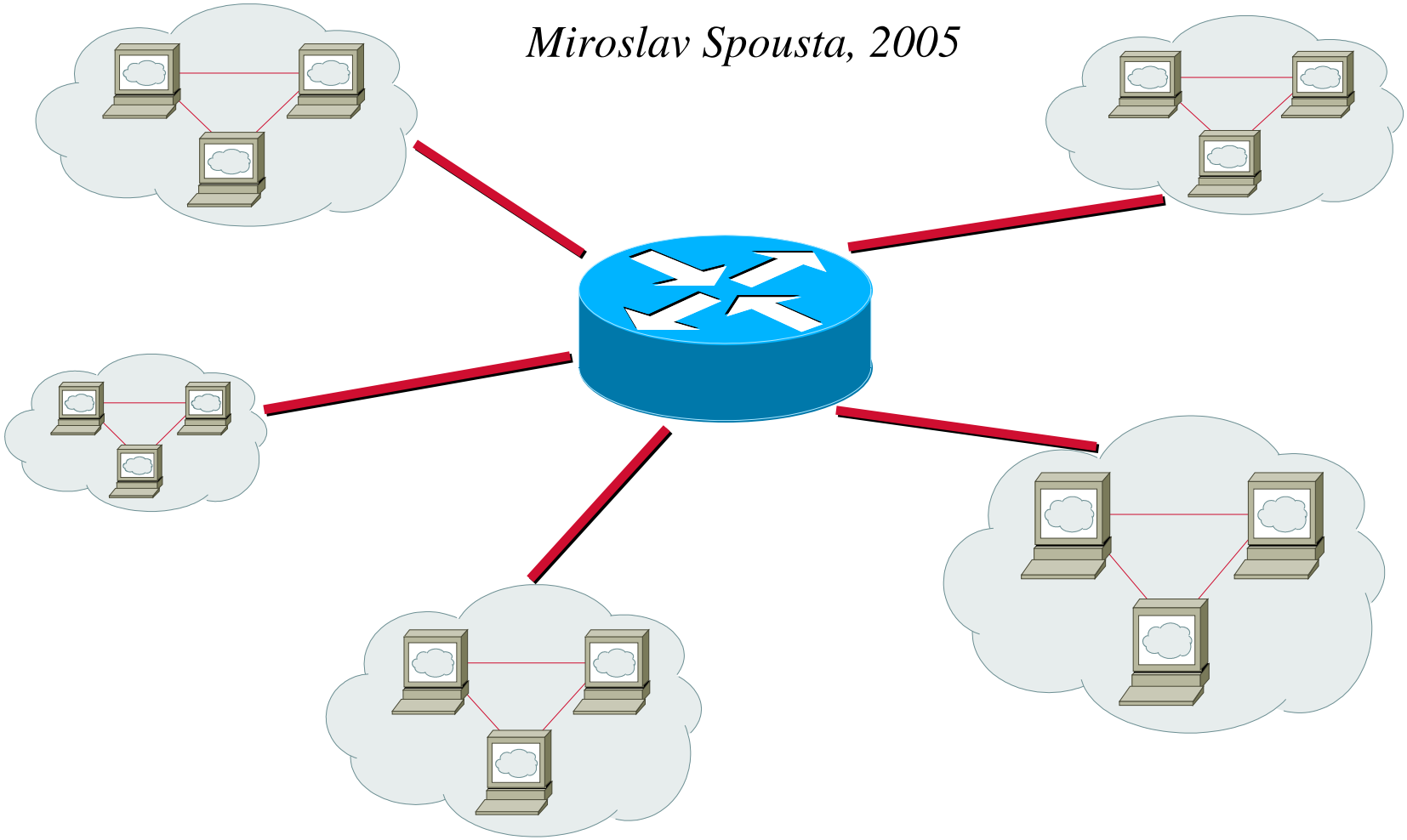
Počítačové sítě II

15. DNS

Miroslav Spousta, 2005



Domain Name System

- DNS = doménový jmenný systém
- IP používá číselné adresy (32 nebo 128b)
  - těžko zapamatovatelné
  - tyto adresy stačí pro funkci IP, TCP, UDP
    - vlastně celého Internetu, až na lidi
- překlad ze snadno zapamatovatelných jmen na IP adresy
  - a obráceně
- hierarchická databáze
  - překlady oběma směry
- mechanismus pro převod adres
  - jmenné servery
- pravidla pro vytváření jmen

Historie

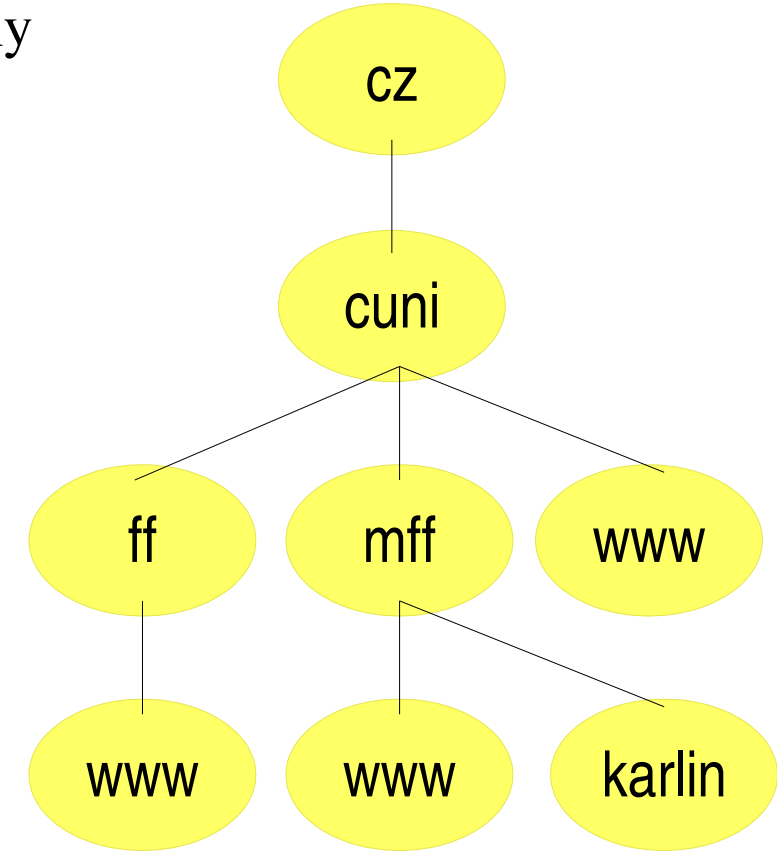
- původní řešení: centralizované
  - v zárodečném ARPANETu
  - existovala centrální autorita, která přidělovala jména (a jejich přiřazení k IP adresám)
  - aktualizace informací probíhala pomocí distribuce tzv. hosts souboru
- s nárůstem velikosti souboru přestala tato možnost vyhovovat
  - problém s velikostí a rychlostí aktualizací
  - bylo potřeba databázi distribuovat (rozložení zátěže i pravomocí)
- počátkém 80. let začíná vznikat DNS
- dodnes existuje soubor /etc/hosts
  - obsahující statické přiřazení jmen k adresám
  - ale spravuje se pouze lokálně (pro jeden uzel)
  - hodí se pro malé/ad-hoc sítě

Vlastnosti DNS

- DNS je jedna z nejdůležitějších služeb Internetu
  - bez ní Internet fakticky funguje, pro lidi je však nepoužitelný
  - např. e-maily nebudou fungovat vůbec
- robustnost
  - odolnost proti výpadkům uzlů (DNS serverů) – replikace
  - distribuované místně – odolnost proti výpadkům sítě/připojení sítě, rozložení zátěže
- distribuce pravomocí
  - aby adresy nemusela přidělovat centrální autorita
  - mnoho subjektů, které si chtějí spravovat jména samy (instituce, firmy, „„)
- snadno zapamatovatelné, logické názvy
  - jednoduchá hierarchická struktura, jména jsou *jednoznačná*
  - rozdělení prostoru na několik částí – úrovní

Hierarchie

- jmenný prostor je rozdělený na části – domény
- vytváří stromovou strukturu
  - kořen je počátek prostoru
  - cesta od kořene k listu udává plné jméno uzlu
  - neboli *fqdn* – fully qualified domain name
- doména je jedna úroveň stromu
  - je jednoznačně určena cestou ke kořeni (.)
  - jsou v ní definovány další domény nebo jména – nižší úrovně
  - úrovně se číslují od 1 (ale říká se jí nejvyšší)
  - domény se zapisují za sebou, jednotlivé úrovně jsou odděleny tečkou
  - zapisuje se zprava doleva (vpravo je nejvyšší doména – úroveň 1)



Doménová jména

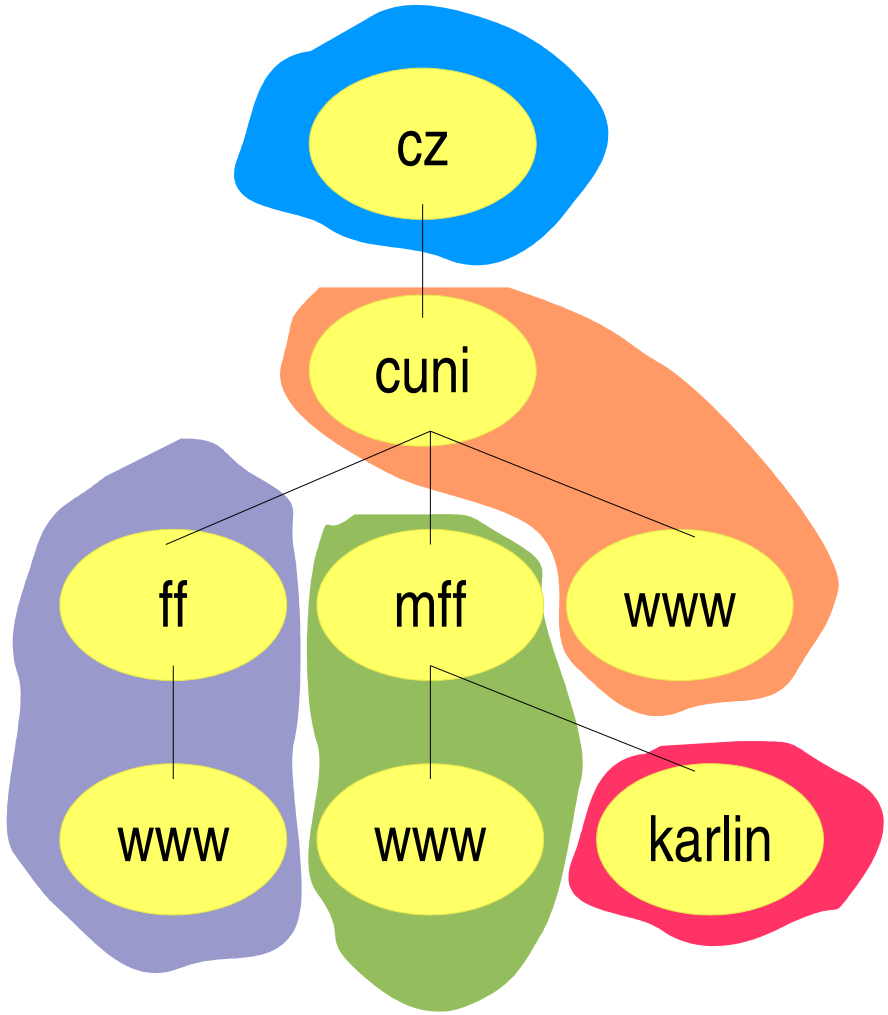
- mohou obashovat velká a malá písmena anglické abecedy, číslice a pomlčku
  - pomlčka nesmí stát na začátku ani na konci jména
- max. velikost na jedné úrovni je 63 znaků
- velká a malá písmena se nerozlišují (Sun.COM == sun.com)
- počet vnoření (poddomén) není explicitně omezen
  - ale fqdn musí mít maximálně 255 znaků
- čemu odpovídá jedna úroveň (doména)?
  - organizačnímu členění? prostorovému rozdělení?
  - není explicitně určeno, záleží na uživateli
- velikost domény souvisí s její udržovatelností
  - v rámci domény musí být jména jednoznačná
  - doména je většinou spravovaná centrálně, z jednoho místa

Domény

- TLD (top level domain – domény nejvyšší (první) úrovně)
  - jsou centrálně přidělené a spravované
- např. cz, sk, uk, com, org, net, us
- jejich správa (přidělování domén nižší úrovně) je delegováno
- zájemci o nižší (druhou) úroveň se obracejí na národní registrátory
  - CZ: NIC.CZ, poskytovatelé připojení
- v rámci své domény si subjekty přidělují poddomény libovolně
  - malé organizace mají většinou všechna jména přímo ve svojí doméně
  - větší doménu mohou dělit (cuni.cz => ff.cuni.cz, natur.cuni.cz, mff.cuni.cz, ...)

Zóny

- zóna: doména s (některými) poddoménami, která je jednotně spravovaná
  - tedy jedním subjektem (např. ISP, firmou, ...)
- z podstromu mohou být „vykousnuty“ některé podstromy
  - které spravuje někdo jiný, tedy pravomoce (autorita) jsou delegovány na jiný subjekt
- zóna je zpravidla uložena v jednom souboru (tzv. zónový soubor)
  - v něm jsou položky vztahující se k dané zóně – resource records (RR)

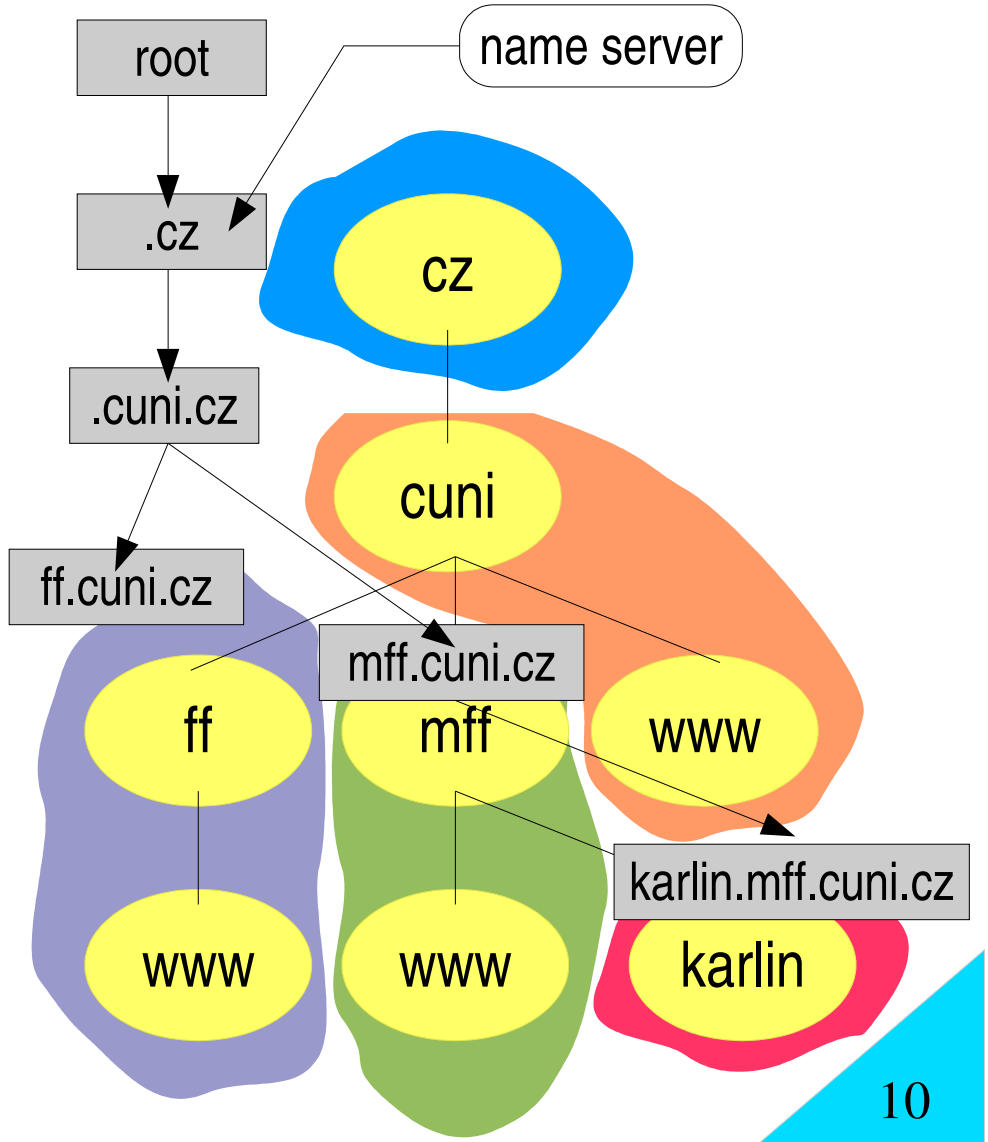


Name servery

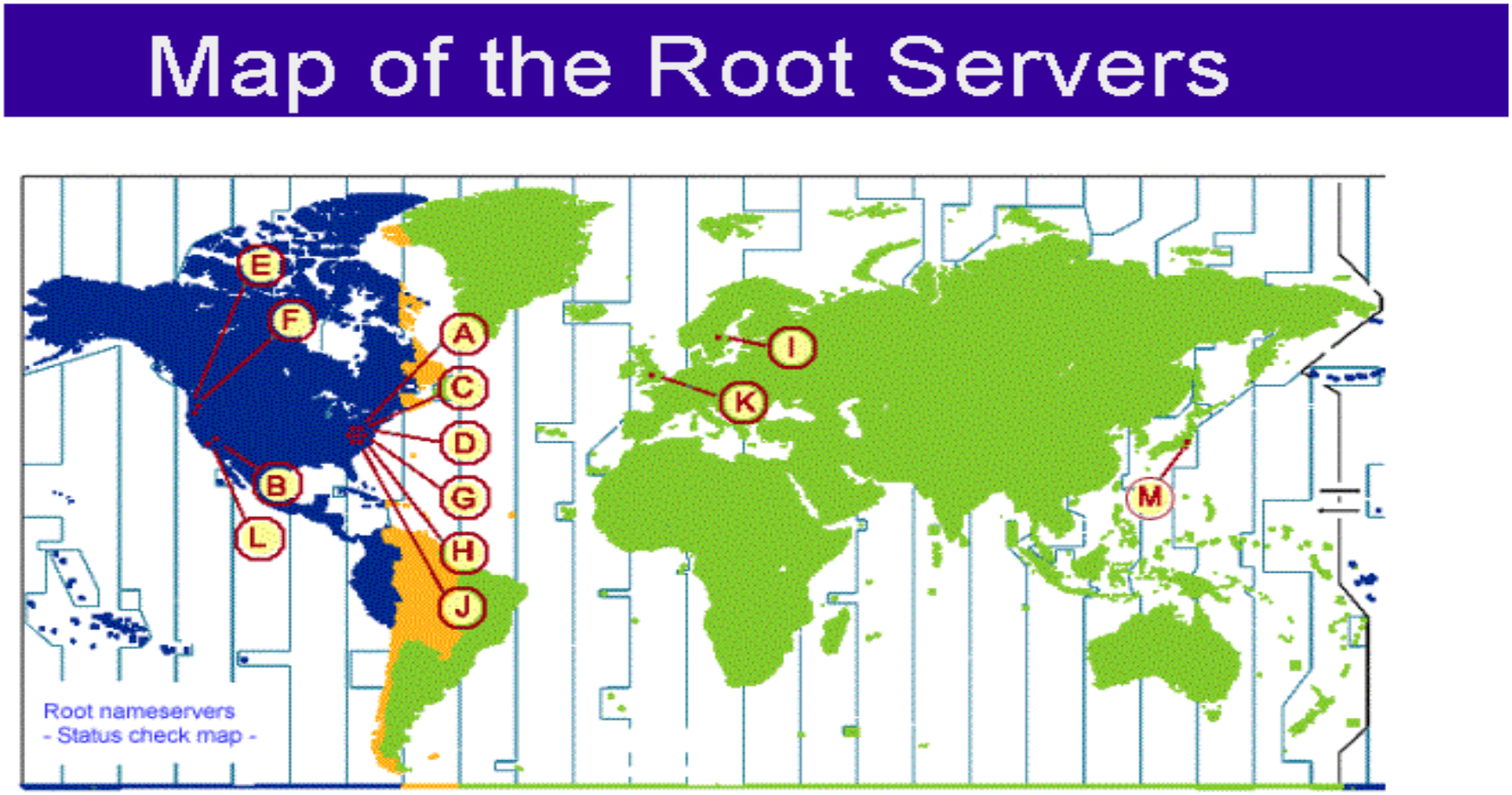
- pro každou doménu je potřeba uchovat různé informace
  - překlad na IP adresy (uzel se jménem procite má adresu 1.2.3.4)
  - který uzel přijímá poštu pro danou doménu
  - které name servery jsou dostupné pro doménu/poddoménu
  - ...
- informace jsou distribuovány po celém Internetu
  - jsou soustředěny na *name serverech*
  - které mají informace o určité doméně (zóně)
  - a odpovídají na dotazy klientů
- každá doména má svůj name server
  - ale může ho sdílet s jinou doménou (jeden name server pro více domén)

Name servery

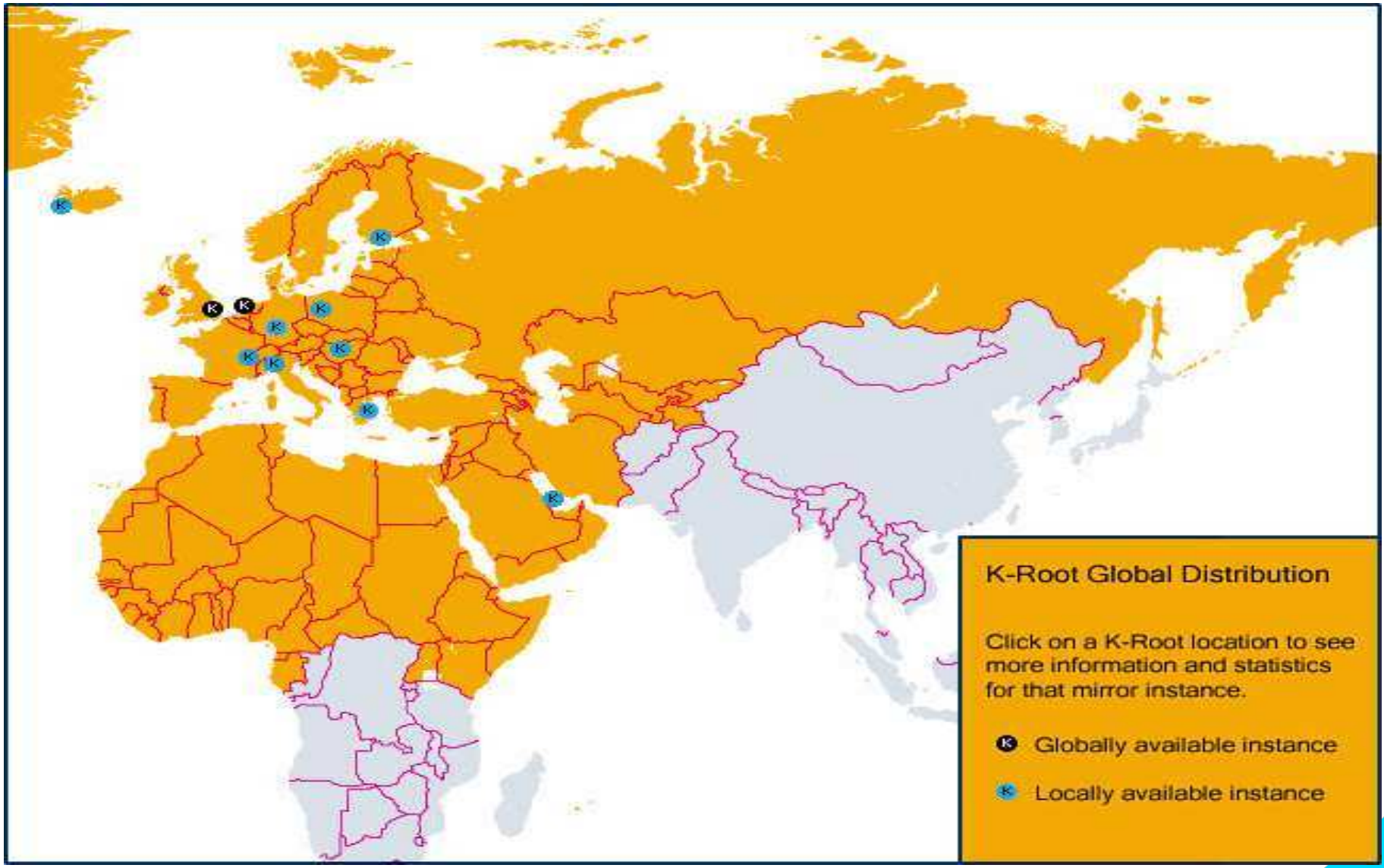
- name servery tvoří stromovou hierarchii
  - kořen stromu je tzv. kořenový (root) name server, který uchovává odkazy na všechny name servery pro TLD
  - ve skutečnosti je těchto name serverů více (a.root-servers.net – m.root-servers.net)
  - odkazy na nižší zóny se řeší pomocí tzv. *glue records*
- name server uchovává informace pro celou zónu
- pro jednu doménu existují aspoň dva name servery
  - ochrana proti výpadkům uzlu/sítě



Root name servers



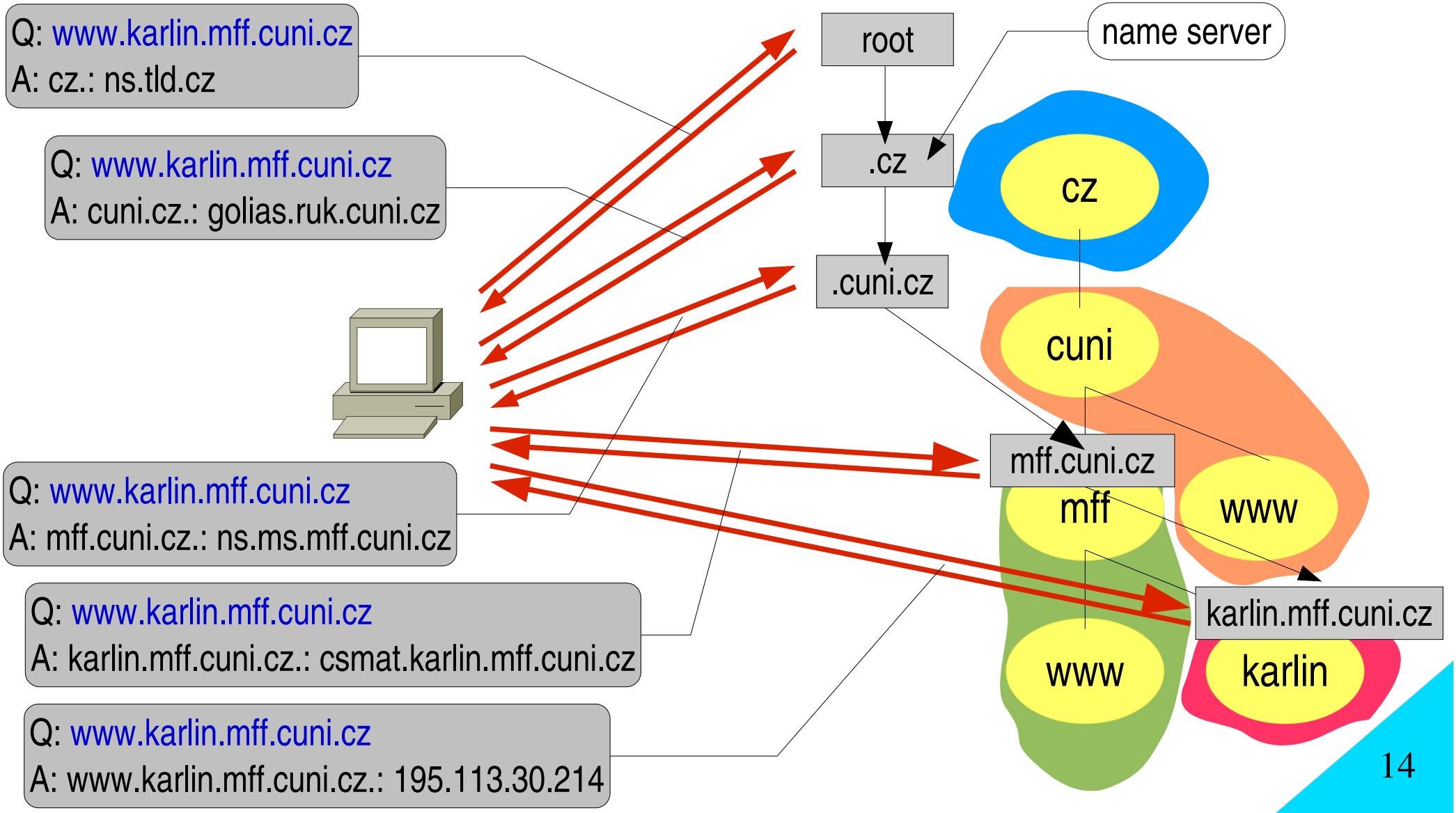
Root name servers



Primární a sekundární NS

- primární NS pro doménu
  - pro každou doménu existuje právě jeden
  - je na něm uložen zónový soubor
  - slouží jako primární zdroj dat
- sekundární NS
  - obsahuje obraz dat pro doménu primárního NS
  - pravidelně si aktualizuje tento obraz dat (pomocí zone transfer)
  - odpovídá na dotazy stejně jako primární NS
  - měl by být od primárního NS dostatečně vzdálen (v jiné síti)
  - pro každou doménu by měl existovat alespoň jeden
- primární i sekundární NS jsou autoritativní pro danou doménu
  - neboli vždy vrací platné informace (aspoň by měly)

DNS dotaz


Q: www.karlin.mff.cuni.cz
A: cz.: ns.tld.cz
Q: www.karlin.mff.cuni.cz
A: cuni.cz.: golias.ruk.cuni.cz
Q: www.karlin.mff.cuni.cz
A: mff.cuni.cz.: ns.ms.mff.cuni.cz
Q: www.karlin.mff.cuni.cz
A: karlin.mff.cuni.cz.: csmat.karlin.mff.cuni.cz
Q: www.karlin.mff.cuni.cz
A: www.karlin.mff.cuni.cz.: 195.113.30.214
root
name server
.cz
.cuni.cz
cz
cuni
mff.cuni.cz
mff
www
karlin.mff.cuni.cz
www
karlin

DNS dotaz: www.cuni.cz

```
; <<>> DiG 9.2.1 <<>> +trace www.cuni.cz
;; global options:  printcmd
.                       272471  IN      NS      A.ROOT-SERVERS.NET.
.                       272471  IN      NS      B.ROOT-SERVERS.NET.
.                       272471  IN      NS      C.ROOT-SERVERS.NET.

.                       272471  IN      NS      I.ROOT-SERVERS.NET.
.                       272471  IN      NS      J.ROOT-SERVERS.NET.
.                       272471  IN      NS      K.ROOT-SERVERS.NET.
.                       272471  IN      NS      L.ROOT-SERVERS.NET.
.                       272471  IN      NS      M.ROOT-SERVERS.NET.
;; Received 324 bytes from 195.113.0.2#53(195.113.0.2) in 36 ms
cz.                     172800  IN      NS      NS2.NIC.FR.
cz.                     172800  IN      NS      NS.RIPE.NET.
cz.                     172800  IN      NS      SUNIC.SUNET.SE.
cz.                     172800  IN      NS      NS-EXT.VIX.COM.
cz.                     172800  IN      NS      NS.TLD.cz.
cz.                     172800  IN      NS      NSS.TLD.cz.
;; Received 269 bytes from 198.41.0.4#53(A.ROOT-SERVERS.NET) in 122 ms
cuni.cz.                18000   IN      NS      golias.ruk.cuni.cz.
cuni.cz.                18000   IN      NS      ns.ces.net.
;; Received 94 bytes from 192.36.125.2#53(SUNIC.SUNET.SE) in 37 ms
www.cuni.cz.            86400   IN      CNAME   tarantula.ruk.cuni.cz.
tarantula.ruk.cuni.cz.  86400   IN      A       195.113.0.123
ruk.cuni.cz.            86400   IN      NS      cucc.ruk.cuni.cz.
ruk.cuni.cz.            86400   IN      NS      golias.ruk.cuni.cz.
ruk.cuni.cz.            86400   IN      NS      ruzenka.prf.cuni.cz.
;; Received 187 bytes from 195.113.0.2#53(golias.ruk.cuni.cz) in 0 ms
```

DNS resolver

- knihovny, které zajišťují kontakt s DNS serverem
  - DNS: klient – server architektura
  - klient přijímá od aplikací dotazy a pokládá je NS
  - vyhodnocuje a vrací odpověď aplikaci
  - obvykle forma sdílené knihovny
- name server
  - odpovídá na dotazy ohledně vlastních domén (vlastní zóny)
  - a řeší dotazy od klienta, hledá a vrací odpověď
  - musí obsahovat také resolver
  - dotazy si ukládá v cache (non-authoritative answer)

Optimalizace DNS

- redundandní name servery
  - primární a sekundární
  - rozkládání zátěže
- cachování dotazů
  - nameserver, který vyřeší dotaz pro klienta si ho uloží do dočasné paměti
  - každá položka má dobu, po kterou může zůstat nacachovaná
  - při dalším dotazu vrátí záznam z dočasné paměti (největší optimalizace)
    - tzv. neautoritativní odpověď
- caching only name server
  - NS, který pouze řeší dotazy
  - není autoritativní pro žádnou zónu
- forwarding name server
  - ani neřeší dotazy, jen přeposílá na jiný NS

Resource records

- obsah DNS databáze: položky – RR (resource records)
- každá položka RR se skládá z
  - jméno (identifikace položky)
  - TTL (jak dlouho může client držet záznam v cache)
  - class (třída) – pro Internet IN
  - typ (A, NS, MX, ...)
  - RDATA – data, interpretace záleží na typu
- položky jsou většinou uloženy v jednoduché textové databázi
  - zónovém souboru
  - jedna položka na jednom řádku
  - pochází z BIND

Typy RR

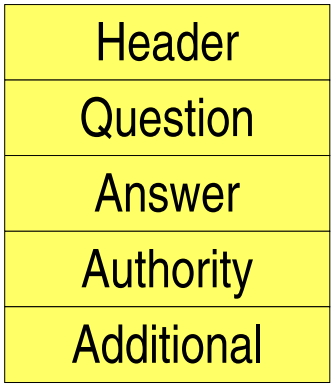
- SOA: Start of Authority – informace o zóně
  - na začátku každého zónového souboru
  - e-mail na osobu zodpovědnou za danou zónu
  - časy pro synchronizaci mezi primárním a sekundárním NS
- A: překlad na IP adresu
- CNAME: alias pro jiné jméno
- NS: Name Server pro danou doménu (FQDN)
- MX: Mail eXchange
  - mail server pro doménu
  - může jich být více, liší se prioritou, čím nižší číslo, tim vyšší priorita
- PTR: ukazatel jinam do jiné části DNS stromu
  - pro reverzní překlad

Zóna

```
$TTL 3D
@       IN      SOA     ns.linux.bogus. hostmaster.linux.bogus. (
                        199802151       ; serial, todays date + serial #
                        8H              ; refresh, seconds
                        2H              ; retry, seconds
                        4W              ; expire, seconds
                        1D )            ; negative TTL
;
                NS      ns              ; Inet Address of name server
                MX      10 mail.linux.bogus.    ; Primary Mail Exchanger
                MX      20 mail.friend.bogus.   ; Secondary MX
;
localhost       A       127.0.0.1
ns              A       192.168.196.2
mail            A       192.168.196.4
```

DNS protokol

- běží nad UDP (TCP), port 53
  - na dotazy na jméno preferován UDP
  - na transfery zón se používá TCP
- stejný formát paketu pro dotaz i odpověď
- Header: hlavička požadavku
  - jestli se jedná o dotaz či odpověď, kolik položek je v které části
- Question: dotaz (třída, typ, jméno)
- Answer: odpověď (RR odpovědi, může jich být více)
- Authority: NS, odkud záznam(y) pochází
- Additional: další informace, které souvisí s dotazem
  - např. překlad NS/MX na IP adresu



DNS dotaz

```
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 3018
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 3, ADDITIONAL: 3
;; QUESTION SECTION:
;idnes.cz.                      IN      A

;; ANSWER SECTION:
idnes.cz.               2940    IN      A       194.228.207.200

;; AUTHORITY SECTION:
idnes.cz.               2940    IN      NS      ns2.mafra.cz.
idnes.cz.               2940    IN      NS      ns.mafra.cz.
idnes.cz.               2940    IN      NS      ns2.tel.cz.

;; ADDITIONAL SECTION:
ns.mafra.cz.            1579    IN      A       194.228.207.7
ns2.tel.cz.             1712    IN      A       194.228.2.1
ns2.mafra.cz.           1579    IN      A       62.209.231.7
```

nslookup

- příkazy pro testování DNS
- **nslookup** může fungovat také v interaktivním módu
- hodí se pro jednoduché testování DNS
- umí automaticky převádět i obráceným směrem: IP -> jméno
- původem z BIND (Berkeley Internet Name Domain)
- najdete je všude (Linux, UNIX, Windows, ...)
- pokročilejší nástroj: **dig**

```
bug:~# nslookup
> idnes.cz
Server:         62.24.64.2
Address:        62.24.64.2#53

Non-authoritative answer:
Name:   idnes.cz
Address: 194.228.207.200
> quit
Server:         62.24.64.2
Address:        62.24.64.2#53

** server can't find quit: NXDOMAIN
>
```

Reverzní záznamy

- chceme obrácenou službu: z IP adresy získat doménové jméno
  - např. web/mail server chce do logu zapsat, odkud přišel požadavek
- funguje pomocí záznamu PTR
- speciální doména: in-addr.arpa
  - v ní je po jednotlivých bytech uveden celý IPv4 rozsah
  - např. pro adresu 195.113.31.125 je to 125.31.113.195.in-addr.arpa
  - bajty jsou uvedeny v obráceném pořadí (!)
  - pro toto jméno existuje překlad pomocí PTR na jméno: artax.karlin.mff.cuni.cz

```
1.33.168.192.in-addr.arpa    1D  IN  PTR test1.aups.cz.
2.33.168.192.in-addr.arpa    1D  IN  PTR test2.apus.cz.
3.33.168.192.in-addr.arpa    1D  IN  PTR test3.apus.cz.
```

CIDR a reverzní záznamy

- výše uvedený postup se příliš nehodí pro CIDR
  - členění na podsítě nemusí být po byte, je problém s autoritou nad danou zónou
- řešení: místo PTR ukazatelů se uvede odkaz (glue records) na NS nižší úrovně

```
1.33.168.192.in-addr.arpa. IN NS ns
2.33.168.192.in-addr.arpa. IN NS ns
3.33.168.192.in-addr.arpa. IN NS ns
ns.33.168.192.in-addr.arpa IN A 192.168.33.1
```

```
@    1D  IN  SOA ns hostmaster.in-addr.arpa. (0 3600 120 3600 3600)
@    1D  IN  NS  ns
ns   1D  IN  A   192.168.33.1
1.33.168.192.in-addr.arpa    1D  IN  PTR apus.example.
2.33.168.192.in-addr.arpa    1D  IN  PTR prunella.example.
3.33.168.192.in-addr.arpa    1D  IN  PTR otus.example.
```

Diakritika v DNS

- v původním návrhu DNS se s národními znaky nepočítalo
  - pouze anglická abeceda, čísla a „-“
- byla snaha povolit národní znaky
  - např.: košíčky.cz
- řešení: IDN (Internationalized Domain Names)
  - RFC 3490
  - v doménových jménech je možné používat podmnožinu UNICODE
  - nadstavba nad DNS, překládá se na straně klienta (neboli v DNS se nic nemění)
- jméno se nejprve přeloží do speciální formy (ne-ASCII znaky se zakódují podobně jako UTF-7)
- toto zakódované jméno se použije pro DNS dotaz
  - již je v čistém ASCII, jen pro člověka nečitelné

IDN Překlad

- nejprve se jméno (v UNICODE) převede na kanonický tvar
  - sjednocení variant zápisu (velká a malá písmena)
- poté se jméno převede na tzv. punycode
  - algoritmus převodu je reverzibilní (je možné převést punycode zpět na UNICODE)
  - přidá se prefix xn--, za ním znaky bez diakritiky, zakódované znaky nakonec
  - např. košíčky.cz => xn—koky-wpa6qow.cz
- takto převedené jméno (vyhovuje původním požadavkům DNS) se pošle jako dotaz
- problémy:
  - je potřeba registrovat domény speciálního tvaru
  - ne všude je možné zadat jméno v UNICODE => pak je potřeba používat přeloženou formu
  - pishing