

Hálózatok építése és üzemeltetése

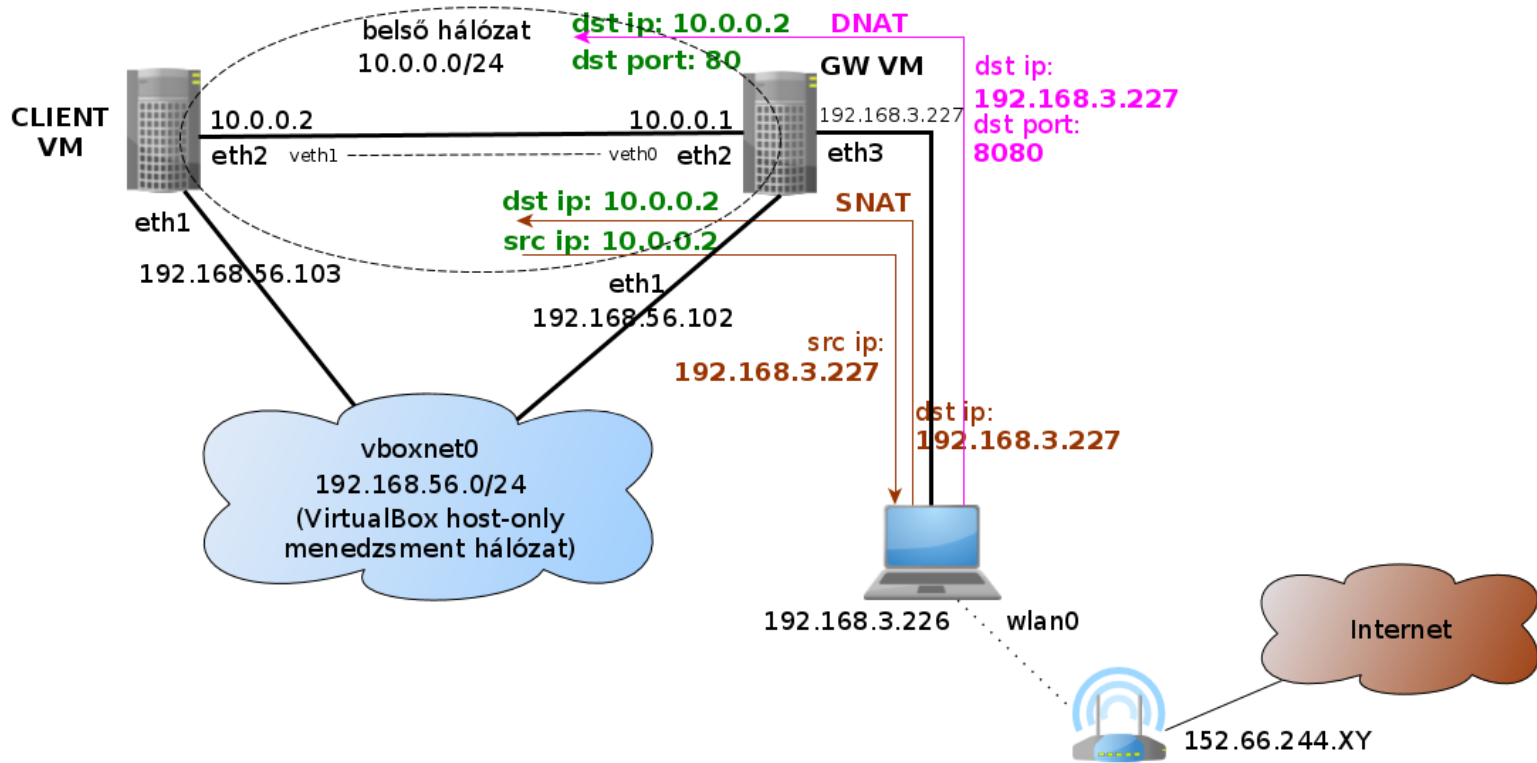
Hálózati funkciók a gyakorlatban

Mai téma

- ▶ Egyszerű hálózat bekonfigurálása
- ▶ egy konkrét példán keresztül
- ▶ lépésről-lépésre

A példa hálózatunk

Hálózati elrendezés



Előkészítés

- ▶ Virtuális link létrehozása
 - ▶ `sudo ip link add veth0 type veth peer name veth1`
 - ▶ `sudo ifconfig veth0 up; sudo ifconfig veth1 up`
 - ▶ virtuális Ethernet pár
 - ▶ egyik oldalon BE, másikon KI
- ▶ Virtuális gépek konfigurálása (VirtualBox)
 - ▶ gateway (GW)
 - ▶ eth1: “Host-only Adapter”, menedzsment interfész
 - hoszt gépről tudunk belépni egy belső hálózaton
 - ▶ eth2: “Bridged Adapter”, veth0
 - virtuális link bekötése
 - ▶ eth3: “Bridged Adapter”, wlan0
 - megkapja a hoszt gép wlan interfészét is bridge módban
 - ▶ kliens (CLIENT)
 - ▶ eth1: “Host-only Adapter”, menedzsment interfész
 - ▶ eth2: “Bridged Adapter”, veth1

Start!

- ▶ Virtuális gépek indítása
 - ▶ belépés a menedzsment interfészen
 - ▶ `ssh -Y mininet@192.168.56.102` (GW)
 - ▶ `ssh -Y mininet@192.168.56.103` (CLIENT)
 - ▶ interfészek manuális konfigurálása
 - ▶ (NAT interfész leállítása: `sudo ifdown eth0`)
 - ▶ virtuális összeköttetés a VM-ek között
 - `sudo ifconfig eth2 up`
 - ▶ GW: külső kapcsolat beállítása
 - `sudo ifconfig eth3 up`
 - `sudo dhclient -v eth3`
 - ▶ közben ellenőrizzük a
 - routing táblát (`route -n`)
 - névfeloldás beállítását (`cat /etc/resolv.conf`)

Összeköttetés tesztelése

- ▶ eth2 interfészek konfigurálása
 - ▶ GW: `sudo ifconfig eth2 10.0.0.1/24`
 - ▶ CLIENT: `sudo ifconfig eth2 10.0.0.2/24`
 - ▶ ping?
 - ▶ `ping 10.0.0.2 <-> ping 10.0.0.1`
 - ▶ web?
 - ▶ `lynx 10.0.0.2`
 - ▶ ssh?
 - ▶ `ssh 10.0.0.2`

Hogyan tovább?

- ▶ Belső hálózatról (CLIENT) szeretnénk “netezni”
- ▶ Azért minden forgalmat nem szeretnénk engedélyezni
- ▶ Manuális konfiguráció???

Hogyan tovább?

- ▶ Belső hálózatról (CLIENT) szeretnénk “netezni”
 - ▶ NAT
- ▶ Azért minden forgalmat nem szeretnénk engedélyezni
- ▶ Manuális konfiguráció???

Hogyan tovább?

- ▶ Belső hálózatról (CLIENT) szeretnénk “netezni”
 - ▶ NAT
- ▶ Azért minden forgalmat nem szeretnénk engedélyezni
 - ▶ Firewall
- ▶ Manuális konfiguráció???

Hogyan tovább?

- ▶ Belső hálózatról (CLIENT) szeretnénk “netezni”
 - ▶ NAT
- ▶ Azért minden forgalmat nem szeretnénk engedélyezni
 - ▶ Firewall
- ▶ Manuális konfiguráció???
 - ▶ DHCP, DNS

DNS

bind9

DNS

▶ Domain Name System

- ▶ fundamentális része a nagyobb számítógép-hálózatoknak, internetnek
- ▶ hierarchikus, decentralizált/elosztott “naming system” (azonosító rendszer)
- ▶ internetre kapcsolt erőforrások (számítógép, szolgáltatások) azonosítására, lokalizálására
- ▶ “worldwide, distributed directory service”
- ▶ és a protokoll, amin keresztül lekérdezhető (UDP 53-as port)
- ▶ leggyakrabban: domain name -> IP cím fordítás
- ▶ korábban már láttuk, hogy nélküle nehéz az élet...
- ▶ (most megnézzük, hogy vele is...)

DNS

- ▶ Domain Name System
 - ▶ név és erőforrás összerendelése
 - ▶ nem kell foglalkoznunk vele, ha változik egy gép helye, IP címe
 - ▶ pl. terheléselosztásnál dinamikusan változhat a feloldás
 - ▶ szerver oldali elemek: névszerverek (name server)
 - ▶ authoritative name server
 - egy teljes domain felelőse
 - ▶ hierarckikus rendszerben tovább delegálható
 - sub-domain delegált kiszolgálóval
 - ▶ kliens oldali elem: névfeloldó (resolver)
 - ▶ névfeloldás különböző információk alapján
 - pl: /etc/hosts fájl: statikus összerendelések
 - pl: resolvconf csomag dinamikusan frissíti az /etc/resolv.conf fájlt
 - ▶ bonyolult rendszer, itt csak az alap dolgokat nézzük meg

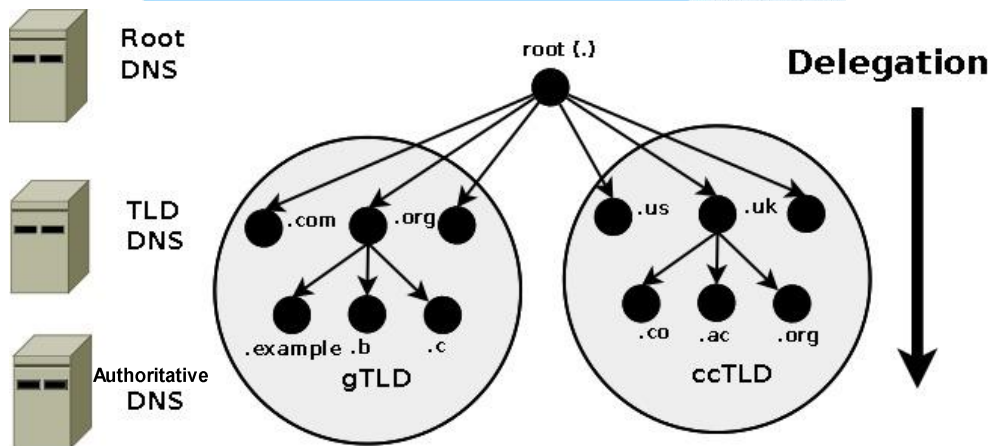
DNS rövid történet

- ▶ **ARPANET idején**
 - ▶ hosts.txt fájl
 - ▶ Stanford Research Institute tartotta karban
 - ▶ statikus név->IP cím összerendelések
 - ▶ operátorok másolatot kaptak
- ▶ **1983: Domain Name System**
 - ▶ Paul Mockapetris (University of California, Irvine) és Jon Postel (ISI, University of Southern California)
 - ▶ RFC 882, 883
 - ▶ ez az alapkoncepció ma is
- ▶ **1984: első UNIX implementáció**
 - ▶ UC Berkeley hallgatók
 - ▶ Douglas Terry, Mark Painter, David Riggle, Songnian Zhou
 - ▶ Berkeley Internet Name Domain (BIND)
- ▶ **1985: revised BIND implementáció**
 - ▶ Kevin Dunlap, DEC
- ▶ **1990-es évek: portolás Windows NT-re**
- ▶ **BIND: a legelterjedtebb DNS szoftver**
 - ▶ mi a bind9 csomagot fogjuk használni

DNS szerverek, domain name delegáció



- ▶ hierarchikus fa struktúra
- ▶ 13 db root szerver: “.” (a-m)
 - ▶ 12 különböző szervezet üzemelteti
 - ▶ több példány (megbízhatóság)
 - ▶ ugyanaz az IP címük
 - ▶ IP anycast
 - ▶ legközelebbi válaszol



<http://www.zytrax.com/books/dns/ch2/>

- ▶ Top Level Domain (TLD)
 - ▶ Generic TLD (gTLD)
 - ▶ Sponsored TLD (sTLD)
 - ▶ Country Code TLD (ccTLD)
- ▶ Kulcs: cache-elés

Névfeloldás

▶ Komponensek

▶ Resource Records (Zone Files)

- ▶ name, [TTL], [class], type, rdata

- ▶ name

 - domain name

- ▶ TTL

 - Time To Live

- ▶ class

 - IN (Internet)

- ▶ type

 - A (IPv4), AAAA (IPv6), NS (name server), glue (NS<->A), CNAME (alias), MX (mail server), SOA (Start of Authority) ...

- ▶ rdata

 - típustól függő adat

- ▶ például A record:

 - `tmit.bme.hu. 1200 IN A 152.66.244.17`

- ▶ Name Server programok

- ▶ Resolver program, library (kliens oldalon)

Névfeloldás

▶ DNS Query fajtái

- ▶ recursive query (nem kötelező támogatni)
 - ▶ mindig teljes válasz
- ▶ iterative / non-recursive query (kötelező támogatni)
 - ▶ teljes válasz (ha elérhető)
 - ▶ “referral” egy másik szerverre
- ▶ inverse query
 - ▶ IP -> név

▶ Példa

```
sonkoly@notty:~$ dig -t A @8.8.8.8 tmit.bme.hu

; <<>> DiG 9.10.3-P4-Debian <<>> -t A @8.8.8.8 tmit.bme.hu
; (1 server found)
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 31147
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 1

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags;; udp: 512
;; QUESTION SECTION:
;tmit.bme.hu.                                IN      A

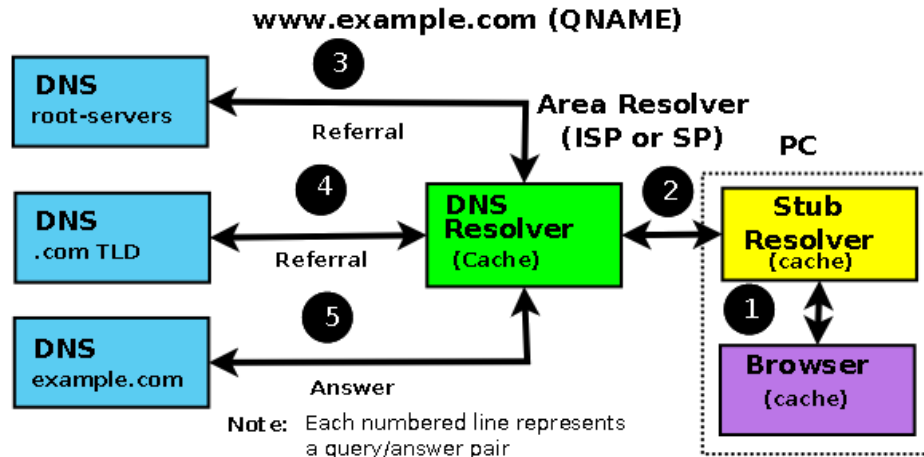
;; ANSWER SECTION:
tmit.bme.hu.                                21406   IN      A      152.66.244.17

;; Query time: 4 msec
;; SERVER: 8.8.8.8#53(8.8.8.8)
;; WHEN: Sun Oct 02 18:48:48 CEST 2016
;; MSG SIZE rcvd: 56

sonkoly@notty:~$ █
```

DNS Query

Recursive and Iterative Queries



Item {2} is a Recursive Query - one question gives one complete answer
Items {3}, {4} and {5} are Iterative queries which may return either a Referral or an answer

- ▶ (1) pl. browser névfeloldást kér (call standard lib function, pl. `gethostbyname()`)
- ▶ (2) lokális resolver recursive query-t küld a közvetlen DNS szerverének
- ▶ (3) ott nincs cache-elve, ezért (iterative) query a root DNS szervernek
- ▶ root nem tudja feloldani, de ismeri a .com-hoz tartozó TLD szerveret, referral-t küld
- ▶ (4) újabb (iterative) query, most a TLD-nek
- ▶ válasz: referral
- ▶ (5) (iterative) query example.com szerverének
- ▶ válasz: "A" (IPv4) record
- ▶ (2) válasz küldése a kliensnek
- ▶ + információ cache-elése
- ▶ (1) álassz küldése a programnak (browser)
- ▶ + információ cache-elése

DNS Query példák

```
sonkoly: bash - Konsole
File Edit View Bookmarks Settings Help
sonkoly@notty:~$ dig tmit.bme.hu +norecurse +short
sonkoly@notty:~$
sonkoly@notty:~$ dig tmit.bme.hu @152.66.246.10 +norecurse

;<<<> DiG 9.10.3-P4-Debian <<<> tmit.bme.hu @152.66.246.10 +norecurse
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 47941
;; flags: qr aa; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 5, ADDITIONAL: 5

;; OPT PSEUDOSECTION:
;; EDNS: version: 0, flags::; udp: 4096
;; QUESTION SECTION:
;tmit.bme.hu.                IN      A

;; ANSWER SECTION:
tmit.bme.hu.                86400  IN      A      152.66.244.17

;; AUTHORITY SECTION:
tmit.bme.hu.                86400  IN      NS      anubis.tmit.bme.hu.
tmit.bme.hu.                86400  IN      NS      nic.bme.hu.
tmit.bme.hu.                86400  IN      NS      ehnaton.tmit.bme.hu.
tmit.bme.hu.                86400  IN      NS      corto.tmit.bme.hu.
tmit.bme.hu.                86400  IN      NS      ns2.tmit.bme.hu.

;; ADDITIONAL SECTION:
ns2.tmit.bme.hu.           86400  IN      A      152.66.246.170
corto.tmit.bme.hu.        86400  IN      A      152.66.246.10
anubis.tmit.bme.hu.       86400  IN      A      152.66.245.198
ehnaton.tmit.bme.hu.     86400  IN      A      152.66.245.197

;; Query time: 6 msec
;; SERVER: 152.66.246.10#53(152.66.246.10)
;; WHEN: Sun Oct 02 18:57:08 CEST 2016
;; MSG SIZE rcvd: 219
```

```
sonkoly: bash - Konsole
File Edit View Bookmarks Settings Help
sonkoly@notty:~$ dig tmit.bme.hu @8.8.8.8 +trace

;<<<> DiG 9.10.3-P4-Debian <<<> tmit.bme.hu @8.8.8.8 +trace
;; global options: +cmd
16834 IN NS h.root-servers.net.
. 16834 IN NS e.root-servers.net.
. 16834 IN NS b.root-servers.net.
. 16834 IN NS c.root-servers.net.
. 16834 IN NS d.root-servers.net.
. 16834 IN NS f.root-servers.net.
. 16834 IN NS g.root-servers.net.
. 16834 IN NS k.root-servers.net.
. 16834 IN NS m.root-servers.net.
. 16834 IN NS l.root-servers.net.
. 16834 IN NS i.root-servers.net.
. 16834 IN NS j.root-servers.net.
. 16834 IN NS a.root-servers.net.
. 16834 IN RRSIG NS 8 0 518400 20161015050000 20161002040000 39291 SztC3M
j9ETTbLmfF4g/q5eWNf90Tm+e3PtCaAAGB5sDvwGLR5q+JtSWS HhInM/4npW051zj4qmi1050x7vHBzER1yPRFu+6ZiBrBV2HR8RaRuLY
W 60MgIssUuN3v1SMMLjNUlIToFcmvZtWk1YoI+hweyXJvf0K/7l7r7iPX1 41nB6K1sRV7tF6C8mIwcevBbvD7N8Ufz0toHeLneoTXSS
ttrzaUcMj CevdVzblGgP90gH92qmpq2MnBzBmuRz1F3Ykats6Dt/NHhbkXDR0L5 D0/ggIn/xkTAWcYF5GcUaP38VdmiZM5WbuTAUine
p1UqMD0vobShCqJnz LIzJ6w==
;; Received 525 bytes from 8.8.8.8#53(8.8.8.8) in 6 ms
hu. 172800 IN NS e.hu.
hu. 172800 IN NS d.hu.
hu. 172800 IN NS c.hu.
hu. 172800 IN NS b.hu.
hu. 172800 IN NS a.hu.
hu. 172800 IN NS ns-com.nic.hu.
hu. 172800 IN NS ns2.nic.fr.
hu. 86400 IN DS 20056 8 2 93FDCE134B52B1B8FDCADDAD9152B0F2CA6E9DE091500F6
24661C6B 9A5B74DA
hu. 86400 IN RRSIG DS 8 1 86400 20161015050000 20161002040000 39291 . Znb0Lc4
8018nWz6vyV/T06cim4/d/QuX+c2osRJnc98Ic6+KET9oftmU iyexts+dy8qUN3pHP5Emr1vLmIPkvdBAtI1H0X5b1XghCR0TWEfh4z+
/jicRmWJANjWfs8LU+VX6xvQdKl0cKfntqtNmC711PzVdCl0R/RmL6N d1rL3M+wxqU/b0UMN8rVPMkc2jbutTLtMP6g1Z0kb8MA5AD6
IKWu1V5b tmxr10/vrHtmOnMnyEoHhGke+XopRaytTvJZuk7TT6X6mSvE0zR5Bn E7gn4Iyy2xo1NGDCL1cU79veFbHrS00ah8P2w7
nQekF6pua8VuLhCR 0wEcwb==
;; Received 756 bytes from 202.12.27.33#53(m.root-servers.net) in 294 ms
bme.hu. 86400 IN NS ns.bme.hu.
bme.hu. 86400 IN NS nic.bme.hu.
bme.hu. 86400 IN NS ns2.pantel.net.
8ab2d3lrnel6sukrtn88nvihc9glv88.hu. 3600 IN NSEC3 1 1 5 09A45AA33A023A65 8ABU575811BQ3JAKRV90N0IV879FR3
NS SOA TXT RRSIG DNSKEY NSEC3PARAM
8ab2d3lrnel6sukrtn88nvihc9glv88.hu. 3600 IN RRSIG NSEC3 8 2 3600 20161029101812 20161001163105 23295 hu.
h14EJIKAYTE48dkjhXtjvBEj83zsvQVPLrrhwV982zb6VUIp61XU0M5 1dF2Z1eud671ntXHTEg8FMC3qJcCmAo61tTh7yVUrn1Cgeuu
UN9pAyR YxEaBmz+4hnfBRkCoJ8IJ+87PeMTYLfXrkd9wclrpEY/LoB27416Vry LNQ=
2r70vs0gsot7p8na739qe3o3ebeb54nm.hu. 3600 IN NSEC3 1 1 5 09A45AA33A023A65 2R80BPANGAS52BCJDLBMQCUIKCJA21A4B
NS DS RRSIG
2r70vs0gsot7p8na739qe3o3ebeb54nm.hu. 3600 IN RRSIG NSEC3 8 2 3600 20161028140039 20160930223100 23295 hu.
Cv0Dhb0/f0y+ob80yBFJ9byhm+l9qXFYU0HyntL0x4VZIG8G1Ej5gc tXoXpPtB4b999HaxXsEnx+c6GHkFTS59LZFN5EPJF5cjneT
ZHZXkXn cgnR+jfw+PFkq6Z+6m53HL5UI8qs07vn2Q/HqvUzPnzaG+oMhug476 YbU=
;; Received 706 bytes from 194.0.1.12#53(ns-com.nic.hu) in 3 ms
tmit.bme.hu. 14400 IN NS ehnaton.tmit.bme.hu.
tmit.bme.hu. 14400 IN NS nic.bme.hu.
tmit.bme.hu. 14400 IN NS corto.tmit.bme.hu.
tmit.bme.hu. 14400 IN NS ns2.tmit.bme.hu.
;; Received 210 bytes from 152.66.116.1#53(ns.bme.hu) in 3 ms
tmit.bme.hu. 86400 IN A 152.66.244.17
;; Received 56 bytes from 152.66.245.197#53(ehnaton.tmit.bme.hu) in 4 ms
```

bind9

- ▶ `sudo apt-get install bind9`
- ▶ `sudo netstat -atpne | grep -i listen`
- ▶ konfigurációs fájlok
 - ▶ `/etc/bind` könyvtár alatt
 - ▶ `named.conf.default-zones`
 - zone entry-k megadása
 - zone db hivatkozás (pl. `db.local`)

```
;
; BIND data file for local loopback interface
;
$TTL      604800
@         IN      SOA     localhost. root.localhost. (
                        2           ; Serial
                        604800      ; Refresh
                        86400       ; Retry
                        2419200     ; Expire
                        604800 )    ; Negative Cache TTL
;
@         IN      NS      localhost.
@         IN      A       127.0.0.1
@         IN      AAAA    ::1
```

```
(mininet) 192.168.56.102 – Konsole
File Edit View Bookmarks Settings Help
File Edit Options Buffers Tools Conf Help
// prime the server with knowledge of the root servers
zone "." {
    type hint;
    file "/etc/bind/db.root";
};

// be authoritative for the localhost forward and reverse zones, and for
// broadcast zones as per RFC 1912

zone "localhost" {
    type master;
    file "/etc/bind/db.local";
};

zone "127.in-addr.arpa" {
    type master;
    file "/etc/bind/db.127";
};

zone "0.in-addr.arpa" {
    type master;
    file "/etc/bind/db.0";
};

zone "255.in-addr.arpa" {
    type master;
    file "/etc/bind/db.255";
};
```

bind9 (db.root)

```
; formerly NS.INTERNIC.NET
;
.
A.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 IN NS A.A.ROOT-SERVERS.NET.
A.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 A 198.41.0.4
A.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 AAAA 2001:503:BA3E::2:30
;
; FORMERLY NS1.ISI.EDU
;
.
B.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 NS B.B.ROOT-SERVERS.NET.
B.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 A 192.228.79.201
;
; FORMERLY C.PSI.NET
;
.
C.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 NS C.C.ROOT-SERVERS.NET.
C.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 A 192.33.4.12
;
; FORMERLY TERP.UMD.EDU
;
.
D.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 NS D.D.ROOT-SERVERS.NET.
D.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 A 199.7.91.13
D.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 AAAA 2001:500:2D::D
;
; FORMERLY NS.NASA.GOV
;
.
E.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 NS E.E.ROOT-SERVERS.NET.
E.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 A 192.203.230.10
;
; FORMERLY NS.ISC.ORG
;
.
F.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 NS F.F.ROOT-SERVERS.NET.
F.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 A 192.5.5.241
F.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 AAAA 2001:500:2F::F
```

(named.conf.options)

```
(mininet) 192.168.
File Edit View Bookmarks Settings Help
File Edit Options Buffers Tools Conf Help
# HeEpUz
acl goodclients {
    10.0.0.0/24;
    localhost;
};

options {
    directory "/var/cache/bind";

    # HaEpUz
    recursion yes;
    allow-query { goodclients; };
    forwarders {
        8.8.8.8;
    };
    forward only;

    dnssec-validation auto;

    auth-nxdomain no; # conform to RFC1035
    listen-on-v6 { any; };
};
```

GW konfigurálása

▶ dhcpd.conf frissítése

```
# HeEpUz internal subnet.  
subnet 10.0.0.0 netmask 255.255.255.0 {  
    range 10.0.0.101 10.0.0.150;  
    option domain-name-servers 10.0.0.1;  
    option domain-name "haepuz.hu";  
    option routers 10.0.0.1;  
    option broadcast-address 10.0.0.255;  
    default-lease-time 600;  
    max-lease-time 7200;  
}
```

▶ tesztelés a kliens gépről

- ▶ sudo dhclient -r -v eth2
- ▶ sudo dhclient -v eth2
- ▶ dig stanford.edu +trace

```
mininet@CLIENT:~$ dig stanford.edu @10.0.0.1 +norecurse +short  
mininet@CLIENT:~$  
mininet@CLIENT:~$  
mininet@CLIENT:~$ dig stanford.edu @10.0.0.1 +short  
171.67.215.200  
mininet@CLIENT:~$  
mininet@CLIENT:~$ dig stanford.edu @10.0.0.1 +norecurse +short  
171.67.215.200  
mininet@CLIENT:~$
```

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
479	8.760786000	10.0.0.2	10.0.0.1	DNS	85	Standard query 0xa142 A stanford.edu
480	8.761045000	10.0.0.1	10.0.0.2	DNS	296	Standard query response 0xa142
593	14.263840000	10.0.0.2	10.0.0.1	DNS	85	Standard query 0xea0b A stanford.edu
594	14.265489000	192.168.1.227	8.8.8.8	DNS	85	Standard query 0x33fb A stanford.edu
595	14.294314000	8.8.8.8	192.168.1.227	DNS	273	Standard query response 0x33fb A 171.67.215.200 RRSIG
596	14.294839000	192.168.1.227	8.8.8.8	DNS	85	Standard query 0x6c22 DNSKEY stanford.edu
597	14.332023000	8.8.8.8	192.168.1.227	DNS	1277	Standard query response 0x6c22 DNSKEY DNSKEY DNSKEY DNSKEY RRSIG RRSIG
598	14.332850000	192.168.1.227	8.8.8.8	DNS	85	Standard query 0xc8d2 DS stanford.edu
599	14.359516000	8.8.8.8	192.168.1.227	DNS	296	Standard query response 0xc8d2 DS RRSIG
600	14.360162000	192.168.1.227	8.8.8.8	DNS	76	Standard query 0x9520 DNSKEY edu
601	14.389508000	8.8.8.8	192.168.1.227	DNS	787	Standard query response 0x9520 DNSKEY DNSKEY RRSIG
602	14.390065000	192.168.1.227	8.8.8.8	DNS	76	Standard query 0xe3bc DS edu
603	14.393985000	8.8.8.8	192.168.1.227	DNS	411	Standard query response 0xe3bc DS RRSIG
604	14.394333000	192.168.1.227	8.8.8.8	DNS	72	Standard query 0xb69a DNSKEY <Root>
605	14.405294000	8.8.8.8	192.168.1.227	DNS	1055	Standard query response 0xb69a DNSKEY DNSKEY DNSKEY RRSIG
606	14.406420000	10.0.0.1	10.0.0.2	DNS	101	Standard query response 0xea0b A 171.67.215.200
1816	25.660057000	10.0.0.2	10.0.0.1	DNS	85	Standard query 0xff9d A stanford.edu
1817	25.660272000	10.0.0.1	10.0.0.2	DNS	101	Standard query response 0xff9d A 171.67.215.200

```

Transaction ID: 0xff9d
  ▸ Flags: 0x80a0 Standard query response, No error
    Questions: 1
    Answer RRs: 1
    Authority RRs: 0
    Additional RRs: 1
  ▸ Queries
  ▾ Answers
    ▾ stanford.edu: type A, class IN, addr 171.67.215.200
      Name: stanford.edu
      Type: A (Host address)
      Class: IN (0x0001)
      Time to live: 21 minutes, 12 seconds
      Data length: 4
      Addr: 171.67.215.200 (171.67.215.200)
  ▸ Additional records

```


Összefoglalás

- ▶ Egyszerű teszhálózat kialakítása
 - ▶ gateway
 - ▶ kliens (belső hálózat)
- ▶ Hálózati funkciók vizsgálata, konfigurálása
- ▶ NAT
 - ▶ SNAT, DNAT
 - ▶ iptables
- ▶ Firewall
 - ▶ iptables
- ▶ DHCP
 - ▶ isc-dhcp-server
- ▶ DNS
 - ▶ bind9

