

Principy a správa DNS

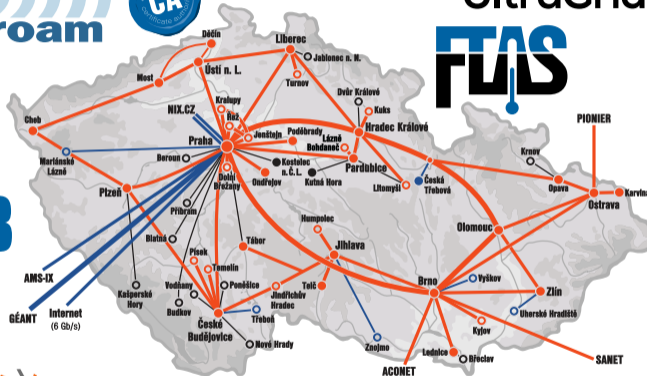
Ondřej Caletka, CESNET

3. prosince 2015



Uvedené dílo podléhá licenci Creative Commons Uvedte autora 3.0 Česko.

O sdružení CESNET

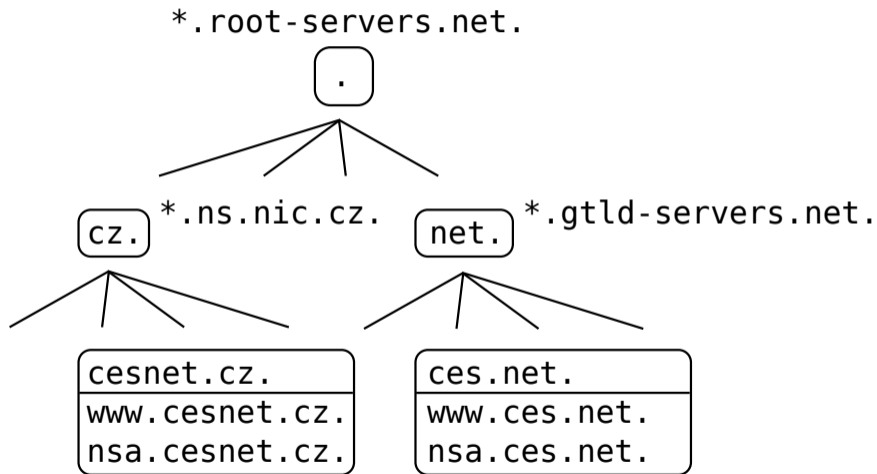


- 1 O službě DNS
- 2 Lab 1: Instalace rekurzivního resolveru
- 3 Autoritativní servery
- 4 Dynamické DNS
- 5 Lab 2: Zprovoznění autoritativního DNS serveru
- 6 DNSSEC na autoritativním serveru
- 7 Lab 3: DNSSEC na autoritativním serveru
- 8 Útoky zneužívající DNS
- 9 Budoucnost, tipy a triky

Domain Name System

- navrženo v roce 1982 jako náhrada HOSTS.TXT
- hierarchická distribuovaná databáze
- důraz na dostupnost, namísto rychlých změn a plné konzistence
- binární protokol používající UDP a TCP spojení na známém portu 53

Hierarchická struktura DNS zón



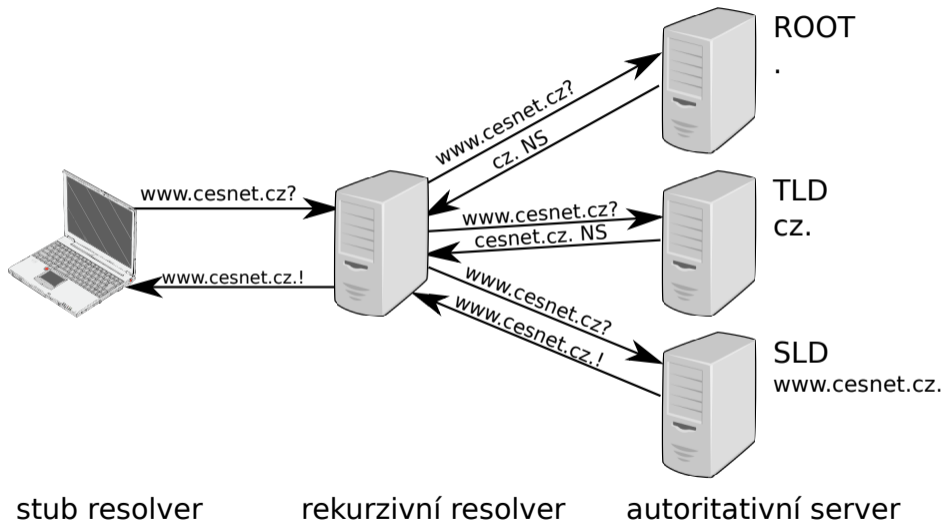
zóna část globální databáze, samostatně spravovaná
např.: zóna cz. spravovaná cz.nic

autoritativní server server poskytující odpovědi ze zón, které drží
např.: a.ns.nic.cz.

rekurzivní server/resolver server, který dokáže postupnými dotazy
zjistit odpověď na libovolný DNS dotaz
např.: Google Public DNS 8.8.8.8

stub resolver knihovná funkce, tvoří rozhraní mezi aplikací a rekurzivním
serverem
např.: glibc

Tři druhy DNS nodů



- binární formát
- společné záhlaví
 - ID transakce
 - stavový kód
 - příznaky
 - AA Authoritative Answer
 - RD Recursion Desired
 - RA Recursion Available
 - TC TrunCated message
- čtyři sekce s *resource records*
 - QUERY dotaz
 - ANSWER konečná odpověď
 - AUTHORITY odkaz (referral)
 - ADDITIONAL doplňující informace

DNS Resource Record

- udržován v cache po dobu TTL
- názvy domén jako spojový seznam *labels*
- komprese opakujících se názvů

www.cesnet.cz. 3600 IN A 195.113.144.230

```
- Questions: 1
- Answer RRs: 2
- Authority RRs: 4
- Additional RRs: 11
v Queries
  > www.cesnet.cz: type A, class IN
v Answers
  > www.cesnet.cz: type A, class IN, addr 195.113.144.230
  > www.cesnet.cz: type RRSIG, class IN
> Authoritative nameservers
> Additional records
.....
0000 78 2b cb aa 53 cf 00 15 2c 31 b8 00 08 00 45 00 x+..S... ,1....E.
0010 05 10 8b 97 00 00 37 11 75 42 9e c4 95 09 c3 71 .....7. uB.....q
0020 86 c4 00 35 96 7c 04 fc 33 a5 d1 5e 84 10 00 01 ...5.|.. 3.^....
0030 00 02 00 04 00 0b 03 77 77 77 06 63 65 73 6e 65 .....w ww.cesne
0040 74 02 63 7a 00 00 01 00 01 c0 0c 00 01 00 01 00 t.cz.... .....
0050 00 0e 10 00 04 c3 71 90 e6 c0 0c 00 2e 00 01 00 .....q. ....
0060 00 0e 10 00 04 c3 71 90 e6 c0 0c 00 2e 00 01 00 .....q. ....
```



Typy záznamů

A IPv4 adresa

AAAA IPv6 adresa

PTR reverzní záznam

adresa se převrátí a připojí pod strom `in-addr.arpa.`, nebo `ip6.arpa.`

MX Mail eXchange - SMTP server

CNAME Canonical Name - alias

nelze kombinovat s jiným typem RR pro stejné jméno;
neměl by se řetězit

SRV hledání služeb (SIP, XMPP, atd.)

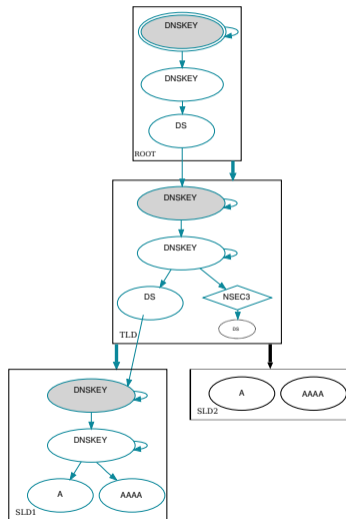
SSHFP SSH finger print

TLSA TLS certifikát (DANE)



- historický limit UDP DNS paketu 512 B
- později přidána rozšiřující hlavička jako záznam typu EDNS0 v poli ADDITIONAL
 - inzeruje podporovanou délku UDP paketu (např. 4096 B)
 - další pole s příznaky
 - DO DNSSEC OK
- větší UDP zpráva šetří používání TCP, zhoršuje ale následky zesilujících útoků
- EDNS0 může další volby:
 - informaci o klientské podsíti (problém CDN vs. 8.8.8.8)
 - informaci o podporovaných DNSSEC algoritmech

- rozšíření zajišťující autenticitu DNS odpovědí
- využívá princip elektronického podpisu
- nepoužívá PKI model, důvěra je delegována hierarchicky
- validaci provádějí obvykle rekurzivní resolvers
- k validaci je potřeba nakonfigurovat pevný bod důvěry (*Trust Anchor*; obvykle otisk klíče kořenové zóny)



Výsledek DNSSEC validace

secure validátor úspěšně sestavil řetěz důvěry od TA až po koncovou entitu a všechny podpisy souhlasí

insecure validátor úspěšně sestavil řetěz důvěry od TA až k podepsanému důkazu neexistence bezpečné delegace

bogus řetěz důvěry se nepodařilo sestavit (nesprávné nebo chybějící klíče, expirované podpisy,...)

indeterminate pro daný podstrom není nakonfigurován TA

Poznámka: Používá-li bezpečná delegace algoritmus, kterému validátor nerozumí, má se za to, že jde o důkaz neexistence bezpečné delegace.

Lab 1: Instalace rekurzivního resolveru

Lab 1: Instalace rekurzivního resolveru

- osahání příkazů dig a host
- instalace a konfigurace serverů Unbound a BIND

Autoritativní servery

Zónový soubor

- normalizovaná textová podoba jedné DNS zóny
- začíná záznamem typu SOA (Start of Authority)
 - jméno primárního serveru
 - e-mail hostmastera
 - sériové číslo
 - časovací parametry
- apex zóny (@)
 - obsahuje SOA, NS, apod. pro doménu bez prefixu
- tečka na konci jména určuje FQDN oproti relativnímu jménu
- řídicí direktivy
 - \$ORIGIN doména připojená za relativní názvy
 - \$INCLUDE vložení dalšího souboru
 - \$TTL výchozí hodnota TTL

Zónový soubor – příklad

```
$TTL      3600
@         IN      SOA  nsa.cesnet.cz. ( ;primary nameserver
                        hostmaster.cesnet.cz. ;admin e-mail
                        2012072500 ; serial
                        28800      ; refresh  ( 8 hod)
                        7200       ; retry   ( 2 hod)
                        1814400    ; expire  (21 dni)
                        900        ; neg. TTL (15 min)

                        IN  NS     nsa.cesnet.cz.
                        IN  NS     nsa.ces.net.
                        IN  NS     decsys.vsb.cz.

;
localhost IN  A     127.0.0.1
```

Delegace a subdelegace

- způsob, jak je sestaven DNS strom
- nadřazená zóna obsahuje NS záznam s adresou serveru s zónou nižší úrovně
např.: `cz. IN NS a.ns.nic.cz.`
- pokud server pro zónu leží uvnitř stejné zóny, je třeba navíc *glue* záznam
např.: `a.ns.nic.cz. IN A 194.0.12.1`
- tyto informace se použijí pouze pro prvotní nasměrování (*priming*)
po spojení s delegovaným serverem jsou v cache přepsány informacemi z apexu cílové zóny
- záznamy patřící do subdelegace DNS server ignoruje

Subdelegace – příklad

```
$ORIGIN example.com.  
$TTL      3600  
@         IN  SOA  ...  
         IN  NS   ns1          ; NS v apexu není delegace  
ns1      IN  A    192.0.2.1  
  
sub      IN  NS   ns.sub       ; toto je delegace  
         IN  NS   server.nekde.cz.  
ns.sub   IN  A    192.0.2.2    ; glue záznam - nutný  
server.nekde.cz. IN A 192.0.2.3 ; nonsens - out-of-zone data  
server.sub IN A    192.0.2.4    ; nonsens - data v delegované  
                                ; zóně, která nejsou glue
```

Reverzní delegace

adresa se převrátí (IPv4 po oktetech, IPv6 po nibblech) a připojí pod strom in-addr.arpa., nebo ip6.arpa.

IPv4

```
server.example.com.      IN A    192.0.2.1
1.2.0.192.in-addr.arpa. IN PTR  server.example.com.
```

IPv6

```
server.example.com.      IN AAAA 2001:db8:123:456::1
1.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.\
6.5.4.0.3.2.1.0.8.b.d.0.1.0.0.2.ip6.arpa.
                           IN PTR  server.example.com.
```

Reverzní classless delegace

Problém: rozsahy IPv4 adres jsou menší, než celá třída.

zóna 2.0.192.in-addr.arpa.

```
128/25  IN NS server.example.com.  
        IN NS secondary.example.com.  
128     IN CNAME 128.128/25  
129     IN CNAME 129.128/25  
...  
255     IN CNAME 255.128/25
```

zóna 128/25.2.0.192.in-addr.arpa

```
129     IN PTR server.example.com
```

- synchronizace autoritativních serverů
- slave servery periodicky dotazují SOA master serveru
- došlo-li ke zvýšení sériového čísla, požádají pomocí TCP o záznam typu AXFR, nebo IXFR
- master server odpoví kompletním obsahem zóny (AXFR), nebo změnou proti předchozímu sériovému číslu (IXFR)
- není-li master dlouho dostupný, zóna expiruje
- master může upozornit slave servery zprávou NOTIFY

Zabezpečení přenosu pomocí TSIG

- zabezpečení DNS dotazu elektronickým podpisem
- využívá sdílené tajemství a algoritmus HMAC
- lze použít např. místo omezování IP adres pro zónové přenosy
- chrání před softwarovými chybami (pád DNS serveru uprostřed přenosu)

Vygenerování sdíleného tajemství

```
$ openssl rand -base64 32  
UKoj75Qy5B0Gb0KxRDJhtKRQkdYXmrsIPcdy2nBchJI=
```


Časování a synchronizace

- odpovědi serverů kešovány po TTL daného záznamu
- negativní odpovědi kešovány podle hodnoty SOA minimum
- nesynchronnost serverů vede ke *split-brain*:
o odpovědi rozhoduje náhoda

Za jak dlouho se změna nejpozději projeví?

	s NOTIFY	bez NOTIFY
nový změna	SOA minimum TTL starého	SOA minimum + SOA refresh TTL starého + SOA refresh

Dynamické DNS

- tradiční DNS servery načítají zónový soubor
- změna dat vyžaduje změnu zónového souboru a reload serveru
- dynamické DNS je rozšíření DNS protokolu o možnost aktualizace dat
- server změny aplikuje automaticky a zvyšuje sériové číslo
- po zapnutí DDNS není již nadále možné editovat zónové soubory

Zprovoznění DDNS

- 1 nastavíme TSIG klíč
- 2 povolíme dynamické aktualizace
- 3 aktualizujeme utilitou nsupdate

Příklad nsupdate

```
> server nXX.nebula.cesnet.cz
> update delete test.example.com.
> update add test.example.com. 60 IN TXT "test"
> send
```

- nevýhodou DDNS je ztráta formátování a komentářů ve zdrojových souborech
- není možné kombinovat DDNS a editaci zónového souboru na jedné zóně
- možným řešením je utilita `nsdiff`. Ta porovná starou zónu s novou a vygeneruje skript pro `nsupdate`, který změny aplikuje.

```
$ nsdiff example.com example.com.zone | nsupdate
```

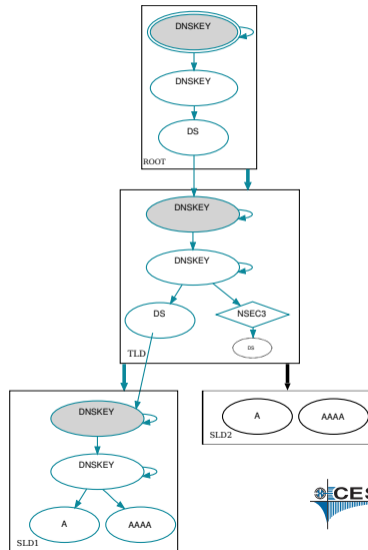
Lab 2: Zprovoznění autoritativního DNS serveru

Lab 2: Zprovoznění autoritativního DNS serveru

- instalace a konfigurace serverů BIND, Knot, NSD
- vytvoření delegace z nadřazené zóny
- master-slave replikace

DNSSEC na autoritativním serveru

- rozšíření zajišťující autenticitu DNS odpovědí
- navržen pro podporu off-line podepisování
- nové typy záznamů:
 - RRSIG podpis RR
 - DNSKEY veřejný klíč
 - NSEC next secure
- nové příznaky:
 - AD Authenticated Data
 - CD Checking Disabled



- ke každému RR je vygenerován podpis RRSIG
- platnost podpisu je časově omezena (typ. 14 dnů)
- veřejný klíč, pomocí kterého je možné RRSIG ověřit, je uložen v záznamu DNSKEY v apexu zóny
- nadřazená zóna přidá k delegaci DS záznam s otiskem veřejného klíče zóny
- otisk klíče kořenové zóny získá validátor jinou cestou

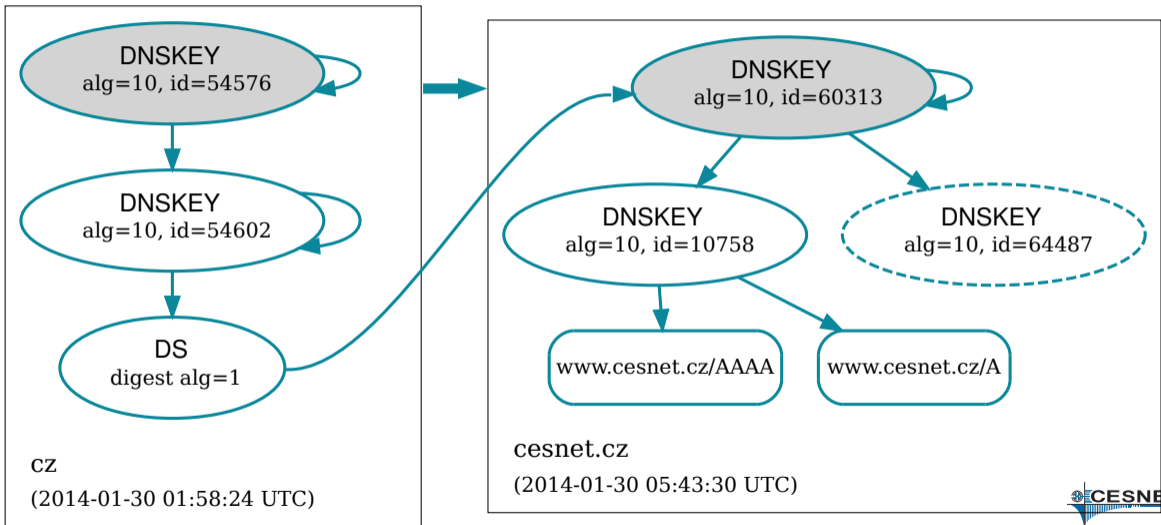
Klíče a podpisy – příklad

```
cesnet.cz. IN DNSKEY 257 3 10 (
    AwEAAJGR0Kw52qqSwZsxLRfIu
    ...
    cC3rtivHNCzPX/xafCBBalwZE=
    ) ; KSK; alg = RSASHA512; key id = 60313

cesnet.cz. IN RRSIG DNSKEY 10 2 3600 (
    20140907110144 20140808092435
    60313 cesnet.cz.
    08MIEeUT/reCCKZd0W57hDdP4b1mnd+zE
    ...
    UdHhvKkTyI0KPJx2BQh+cV+pub+6rEFycw== )
```

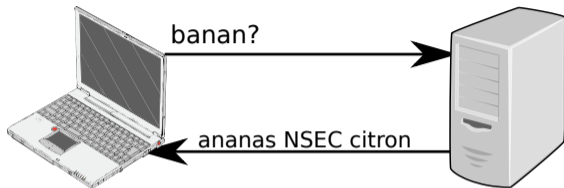
- snaha učinit podpisy dostatečně krátké vede k používání ne příliš bezpečných klíčů (1024bit RSA)
- takové klíče by se měly často měnit
- komunikace s nadřazenou zónou nemusí být jednoduchá a je snaha se jí vyhnout
- řešením je dvojice klíčů: *Zone Signing Key* a *Key Signing Key*
- KSK je silný klíč, který podepisuje jen DNSKEY záznam; jeho otisk je v nadřazené zóně
- ZSK je slabý klíč, který podepisuje všechny RR; při jeho výměně se jen přepodepíše DNSKEY pomocí KSK

KSK a ZSK – příklad



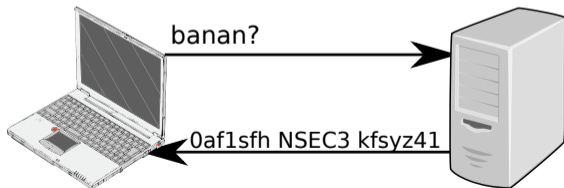
- řeší problém věrohodného popření existence záznamu (bez generování podpisů v reálném čase)
- při dotazu na neexistující záznam je vrácen podepsaný záznam NSEC pokrývající lexikální prostor mezi předchozím a následujícím existujícím záznamem
- NSEC záznamy tvoří spojový seznam, pomocí kterého je možné projít všechny záznamy v zóně
- při online signingu lze dynamicky generovat nejmenší možné NSEC záznamy (NSEC white lies)
- NSEC3 používá solené jednosměrné hashe, které procházení znesnadňují

NSEC a NSEC3



```
@      IN NSEC ananas  
ananas IN NSEC citron  
citron IN NSEC @
```

```
hash(@)      = 0af1sfh  
hash(ananas) = z781sfa  
hash(citron) = kfsyz41  
hash(banan)  = 27acj54
```



```
0af1sfh IN NSEC3 kfsyz41  
kfsyz41 IN NSEC3 z781sfa  
z781sfa IN NSEC3 0af1sfh
```

Wildcard záznamy a DNSSEC

- server k syntetické odpovědi přiloží RRSIG k wildcardu s nižším počtem v poli labels
- navíc musí přiložit NSEC důkaz, že neexistuje specifitější záznam
- spouta *buggy* implementací
 - djbdns vrací špatné NSEC záznamy
 - NSD dříve nevracelo redundantní NSEC záznamy, které potřeboval BIND
 - rekurzivní BIND <9.9 neposílá NSEC záznamy dalšímu, problém s řetězením

Možnosti nasazení DNSSEC

- 1 ruční podepisování utilitou `signzone`
- 2 DNSSEC blackbox (komerční, OpenDNSSEC)
- 3 on-line podepisování v nameserveru (vyžaduje obvykle DDNS)
 - BIND
 - Knot DNS
 - PowerDNS

Vygenerování klíčů

```
# dnssec-keygen -a RSASHA256 -b 2048 -f KSK example.com
Generating key pair.....+++ .....+++
Kexample.com.+008+32797
# dnssec-keygen -a RSASHA256 -b 512 example.com
Generating key pair...+++++..... ..+++++.....
Kexample.com.+008+46884
```

Vzniknou soubory `.key` a `.private`. Obsah prvního vložíme do zóny.

```
# dnssec-signzone -3 cafe -x -N unixtime example.com
Verifying the zone using the following algorithms: RSASHA256.
Zone fully signed:
Algorithm: RSASHA256: KSKs: 1 active, 0 stand-by, 0 revoked
                    ZSKs: 1 active, 0 stand-by, 0 revoked
example.com.signed
```

Vznikne soubor `example.com.signed`. Toto je třeba opakovat po každé změně dat zóny, stejně jako po určité době (životnost podpisů je standardně 30 dnů)

Metoda předpublikace

- 1 vystavíme nový klíč
- 2 počkáme, až se rozšíří
- 3 začneme podepisovat novým klíčem
- 4 počkáme až zmizí staré podpisy
- 5 vymažeme starý klíč

- ✓ vždy pouze jedna sada podpisů
- ✗ zdlouhavé
- ✗ při použití na KSK nutná dvojí komunikace s nadřazenou zónou

Metoda dvojího podpisu

- 1 vystavíme nový klíč, podepíšeme oběma
- 2 počkáme, až se rozšíří
- 3 vyměníme *DS záznam v nadřazené zóně*
- 4 počkáme, až se změna *DS rozšíří*
- 5 odstraníme starý klíč a staré podpisy

- ✓ rychlejší
- ✓ jediná komunikace s nadřazenou zónou
- ✗ při použití na ZSK by objem dat enormě narostl

- kompletní nástroj na nasazení DNSSEC
- nepodepsaná zóna na vstupu – podepsaná zóna na výstupu
- k uložení klíčů používá HSM s PKCS#11 rozhraním, případně SoftHSM
- politika *Key and Signature Policy* určuje všechny volitelné parametry DNSSECu
- může pracovat jako mezistupeň v zónovém přenosu

- dostupné v BIND, Knot, PowerDNS
- obvykle vyžaduje DDNS přístup
- klíče je obvykle nutno generovat ručně

Lab 3: DNSSEC na autoritativním serveru

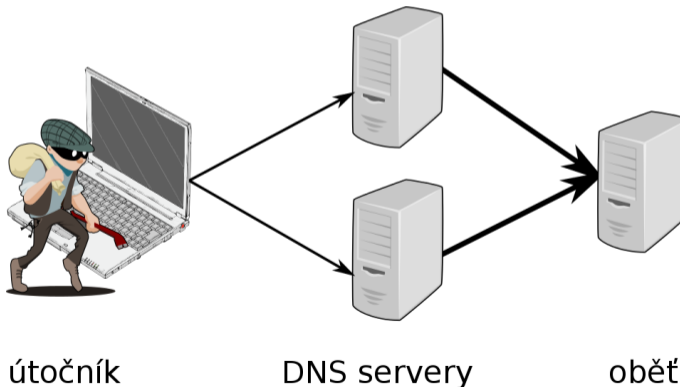
Lab 3: DNSSEC na autoritativním serveru

- vygenerování klíčů
- podepsání zóny nástroji `bind9utils`
- výměna klíčů

Útoky zneužívající DNS

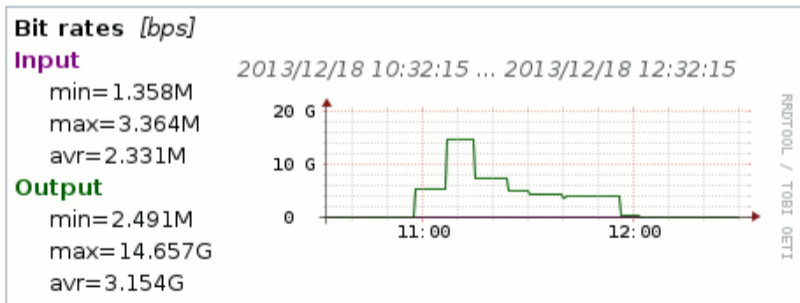
Útoky na/pomocí DNS

- odepření služby zahlcením
- odepření služby vyčerpáním prostředků
- zesilující útok odrazem od DNS serverů



Odepření služby zahlcením

- incident 18. 12. 2013 11:00 – 12:00 CET
- zahlcení hlavního DNS resolveru UDP pakety na náhodná čísla portů, *obsahující 128 × 0x00*
- provoz přicházel ze všech zahraničních linek z náhodných adres
- možné protiopatření: ACL na hraničních routerech



Potírání zesilujících útoků

- implementujte BCP 38 (a nuťte ostatní)
- neotvírejte rekurzivní servery do světa
a zkontrolujte taky NTP servery a zařízení se SNMP ☺
- na autoritativních serverech zapněte RRL

Response Rate Limiting

Obecná technika limitování odpovědí autoritativních serverů na opakující se dotazy ze stejné adresy. Implementováno nativně v Knot DNS, NSD, i BIND 9.9.

DNS Water Torture – princip

- nová forma útoku zneužívající otevřené rekurzivní resolvery
- pro rekurzivní resolver připomíná Slowloris útok
- postihuje zároveň rekurzivní i autoritativní servery
- útočící botnet pokládá dotazy ve stylu
`<random string>.www.obet.com`
- dotaz je vždy přeposlán autoritativnímu serveru
- autoritativní server se buď pod nápořem zhroutí, nebo zasáhne rate limiting
- rekurzivní server čeká na odpověď a zkouší dotazy opakovat

<http://www.root.cz/clanky/utok-na-dns-nahodnymi-dotazy/>

důsledky

- zahlcení serverů dotazy
- DoS rekurzivních resolverů, např. BIND:
 - maximum 1000 současně probíhajících rekurzí
 - každá rekurze používá jeden file descriptor
 - pro víc než ~4000 rekurzí přestává být spolehlivý

obrana

- definování prázdných SLD zón obětí na rekurzoru
 - riziko zablokování významných domén jako `in-addr.arpa`, nebo `co.uk`
- volba `ratelimit` v Unbound, `fetches-per-server` v BIND

Omezení velikosti UDP odpovědi

- rozšíření EDNS0 zvětšuje délku UDP zpráv nad 512 B
obvykle na 4096 B
- omezením velikosti k ~ 1 kB snížíme účinnost zesilujícího útoku
- také se tím zlepší situace resolverům s nefunkčním *Path MTU Discovery*
- příliš nízká hodnota může naopak rozbít resolversy bez TCP konektivity
 - obzvláště při použití DNSSEC
 - takto postižených uživatelů je ~ 2 % (měření Geoffa Hustona)

RRL v linuxovém firewallu

- pouze jako dočasné řešení před nasazením RRL
- modul hashlimit pro netfilter
- vlastní modul xt_dns pro klasifikaci typu DNS provozu

```
Domain Name System (query)
├── [Response In: 2]
├── Transaction ID: 0x3aab
├── > Flags: 0x0100 (Standard query)
├── Questions: 1
├── Answer RRs: 0
├── Authority RRs: 0
├── Additional RRs: 0
├── Queries
│   └── nebezi.cz: type ANY, class IN
│       ├── Name: nebezi.cz
│       └── Type: ANY (Request for all records)
│           └── Class: IN (0x0001)
└── ...
0000  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 08 00 45 00  .....E.
0010  00 37 88 40 00 00 40 11  f4 73 7f 00 00 01 7f 00  .7.@..@. .s.....
0020  00 01 cc 4f 00 35 00 23  fe 36 3a ab 01 00 00 01  ...0.5.# .6:.....
0030  00 00 00 00 00 00 06 6e  65 62 65 7a 69 02 63 7a  .....n ebezi.cz
0040  00 00 ff 00 01  .....
```

Budoucnost, tipy a triky

Proč nepoužívat obskurní DNS servery

```
$ host www.skvelabanka.cz  
www.skvelabanka.cz has address 192.0.2.7  
Host www.skvelabanka.cz not found: 3(NXDOMAIN)
```

```
$ host www.skvelabanka.cz  
Host www.skvelabanka.cz not found: 3(NXDOMAIN)
```

- programátor nepředpokládal, že se někdo zeptá na MX záznam pro `www.skvelabanka.cz`
- jeho implementace na takový dotaz vracela NXDOMAIN s TTL = 1 hodina
- BIND takovou odpověď nakešoval a po dobu TTL nevracel žádná data pro `www.skvelabanka.cz`

On-line kontroly

DNSCheck

Test domény Test nedelegované domény [FAQ](#)

Otestujte DNS-server a najdete chyby

Název domény: ces.net
Vložte název domény pro otestování, například "ic.cz"

Testovat

V testu se vyskytují chyby
ces.net, 2013-03-26 02:04:26
Test byl proveden nástrojem DNSCheck verzei 4.0

Souhrnné výsledky **Detailní výsledky**

- Delegace
- DNS server**
 - DNS server decays.vsb.cz
 - DNS SERVFAIL při dotazování 158.196.149.9 na SOA
 - Ďnejný server decays.vsb.cz (158.196.149.9) neodpovídá na dotazy přes TCP
 - DNS SERVFAIL při dotazování 2001.718.1001.149.0.0.0.9 na SOA
 - Ďnejný server decays.vsb.cz (2001.718.1001.149.0.0.0.9) neodpovídá na dotazy přes TCP
 - DNS server nsa.ces.net
 - DNS server nsa.cesnet.cz
- Konzistence
- SOA
- Konektivita
- DNSSEC

Historie testů

- 2013-03-26 02:04:26

Vysvětlení

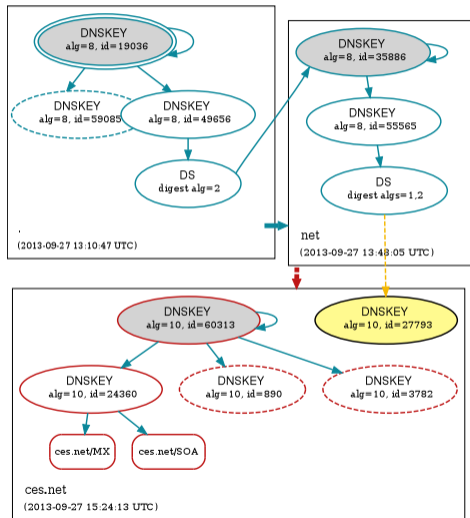
- Test je v pořádku
- Test obsahuje varování
- Test obsahuje chyby
- Test se nezaukateřil

Odkaz na tento test:
<http://dnscheck.labs.nic.cz/?time=1364259866&id=42686&view=basics&test=standard>

DNSCheck (v.4.0) plat P 2001.718.1.6. 134.136

Výběr jazyka: **Česky**

CZ NIC SPRÁVCE DOMÉNY CZ



Zjištění IP adresy resolveru

Zjištění vlastní adresy

```
$ dig +short o-o.myaddr.l.google.com txt \
  @ns1.google.com
"195.113.134.196"
```

Zjištění adresy DNS resolveru

```
$ dig +short o-o.myaddr.l.google.com txt
"195.113.187.90"
```

Podpora EDNS0 client subnet

```
$ dig +short o-o.myaddr.l.google.com txt @8.8.8.8
"74.125.47.19"
"edns0-client-subnet 195.113.134.0/24"
```

SSHFP záznamy

umístění otisku serverového klíče do DNS

Vygenerování klíče

```
$ ssh-keygen -r server
server IN SSHFP 1 1 b2...16
server IN SSHFP 1 2 e9...a307881a26da5961f41ef41ccc
server IN SSHFP 2 1 6c...57
server IN SSHFP 2 2 1e...44963ffbf82b1c028d365b859e
server IN SSHFP 3 1 3f...a3
server IN SSHFP 3 2 a9...9d7dd752bea56ff505281c7ed1
```

Validace

```
$ echo "VerifyHostKeyDNS yes" >> ~/.ssh/config
```

<http://www.root.cz/clanky/dnssec-jako-bezpecne-uloziste-ssh-klicu/>



TLSA záznamy (DANE)

- generujte pomocí utility swede
- zvolte usage podle vašeho vztahu s CA:
 - 0/2 připíchnutí/vložení nové CA
 - 1/3 připíchnutí/vložení nového koncového certifikátu
- **dodržujte správnou proceduru výměny otisků**
- **informujte všechny, kdo certifikáty vyměňují**



<http://www.root.cz/clanky/pripichnete-si-ssl-certifikat-k-domene/>

Dynamické IPv6 záznamy

- běžná praxe v IPv4: vygenerování záznamů pro každou IP adresu
- pro IPv6 nemožné, zóna pro /64 zabere stovky EiB (2^{60})
- řešením je dynamické generování, podporované v Knot DNS 1.5+
- vyžaduje podporu ve všech autoritativních serverech zóny

Příklad

```
example.cz {
  file "/etc/knot/empty.zone";
  query_module {
    synth_record "forward dyn- 60 2001:db8:1::/64";
    synth_record "forward dyn- 60 192.0.2.0/24";
  }
}
```


IDN záznamy - Punycode

- umožňuje používat národní abecedy
- kompatibilní software automaticky převádí do punycode formy
- převod provádí stavový automat:
 - opakovaně prochází bufferem zleva doprava
 - po každém průchodu zvýší kód vkládaného znaku o 1
 - po uběhnutí zadaného počtu kroků vloží na danou pozici bufferu znak s daným kódem

Příklady Punycode

xn--esnet-gya

česnet

xn--esnet-gyab

čečsnet

xn--a-iga9gb

číča

xn--eda7db

číč

Eliptické křivky v DNSSEC

- výrazně kratší klíče a podpisy při srovnatelné síle
- umožní opustit koncept KSK a ZSK klíčů
- problematická validace staršími resolversy

DNSSEC u CloudFlare

- první z velkých hráčů, který přislíbil DNSSEC
- eliptické křivky, jediný klíč, online signing
- odpovědi menší než 512 B
- expanze žolíků před podpisem, NSEC white lies

Kompatibilita validátoru s různými algoritmy

```
$ go run alg_rep.go -r adns1.cesnet.cz
Zone dnssec-test.org. Qtype DNSKEY Resolver [adns1.cesnet.cz]
  debug=false verbose=false Prime= V
DS      :  1  2  3  4 |  1  2  3  4
ALGS    :      NSEC   |      NSEC3
alg-1   :  -  -  -  - |  x  x  x  x => RSA-MD5 OBSOLETE
alg-3   :  V  V  -  - |  x  x  x  x => DSA/SHA1
alg-5   :  V  V  -  - |  x  x  x  x => RSA/SHA1
alg-6   :  x  x  x  x |  V  V  -  - => RSA-NSEC3-SHA1
alg-7   :  x  x  x  x |  V  V  -  - => DSA-NSEC3-SHA1
alg-8   :  V  V  -  - |  V  V  -  - => RSA-SHA256
alg-10  :  V  V  -  - |  V  V  -  - => RSA-SHA512
alg-12  :  -  -  -  - |  -  -  -  - => GOST-ECC
alg-13  :  -  -  -  - |  -  -  -  - => ECDSAP256SHA256
alg-14  :  -  -  -  - |  -  -  -  - => ECDSAP384SHA384
V == Validates  - == Answer  x == Alg Not specified
T == Timeout  S == ServFail  0 == Other Error
DS algs 1=SHA1 2=SHA2-256 3=GOST 4=SHA2-384
```

https://github.com/ogud/DNSSEC_ALG_Check



Root DNSSEC KSK rollover

- podpis kořenové zóny 15. 7. 2010
- rolování kořenového klíče podle potřeby, nebo jednou za pět let
- vyžaduje aktualizaci *trust anchor* ve všech validátorech
- proběhne automaticky ve většině případů (RFC 5011)
- testovací prostředí na <http://keyroll.systems/>
- podrobnosti rolování zatím nejsou stanoveny

RFC 7344 – automatická údržba DS záznamů

- klient publikuje v zóně CDS nebo CDNSKEY záznamy
- nadřazená zóna si toho všimne a upraví DS záznamy
- není určeno pro bootstrapping DNSSECu

RFC 7477 – synchronizace delegací

- klient publikuje v apexu zóny CSYNC záznam
- nadřazená zóna si toho všimne a upraví NS záznamy a glue záznamy

Závěr

- virtuální servery budou smazány
- předem díky za zpětnou vazbu

Děkuji za pozornost

Ondřej Caletka
Ondrej.Caletka@cesnet.cz
<https://Ondrej.Caletka.cz>

