Principy a správa DNS

Ondřej Caletka

19. dubna 2017

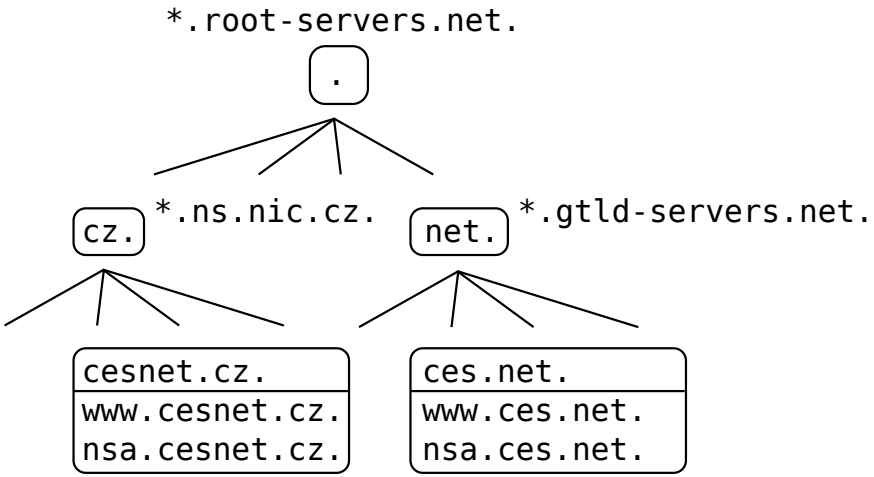
Obsah

CESNET

Domain Name System

- navrženo v roce 1982 jako náhrada `H0STS.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



Pojmy z DNS

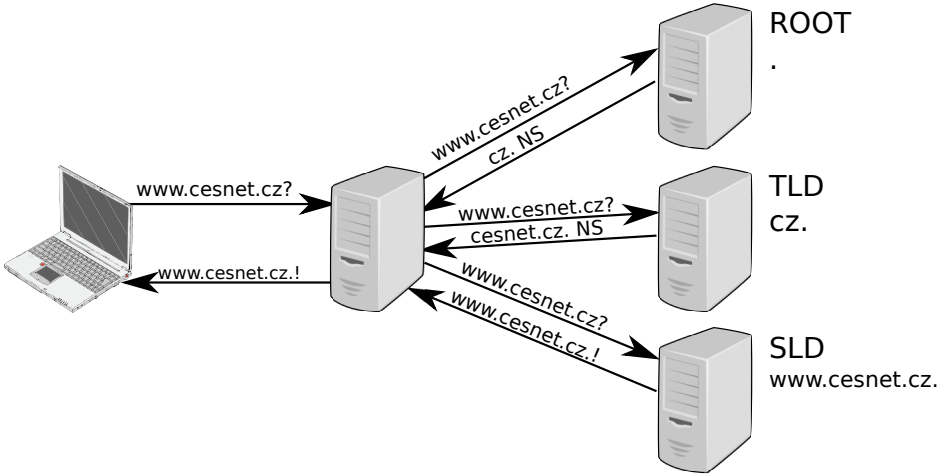
zóna část globální databáze, samostatně spravovaná
např.: zóna `cz.` spravovaná sdružením CZ.NIC

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 knihovní funkce, tvoří rozhraní mezi aplikací a resolverem
např.: GNU C library (glibc)

Tři druhy DNS nodů



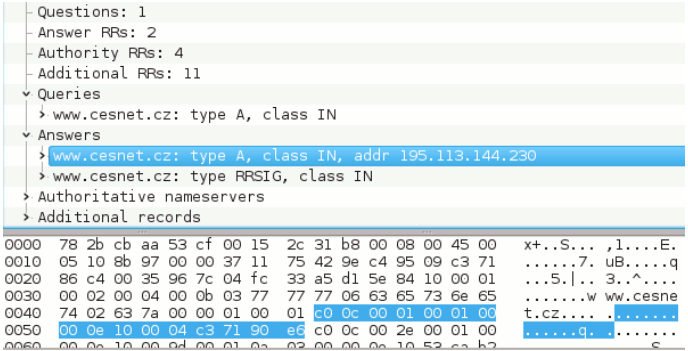
DNS zpráva

- binární formát
- společné záhlaví
  - ID transakce
  - stavový kód
  - příznaky (později rozšířeny o DNSSEC)
    - `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
```



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)

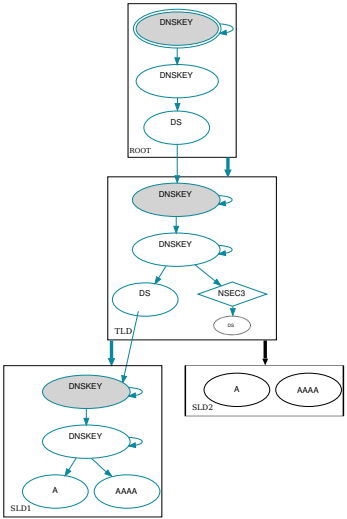
EDNS0

- 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 klienské podsíti (problém CDN vs. 8.8.8.8)
  - informaci o podporovaných DNSSEC algoritmech

DNSSEC

- zaručení autenticity DNS zpráv
- využívá princip elektronického podpisu
- bez PKI, hierarchická důvěra
- validace nejen rekurzivními resolvery
- k validaci je potřeba nakonfigurovat pevný bod důvěry (*Trust Anchor*; obvykle otisk klíče kořenové zóny)
- nové příznaky:
  - `AD` Authenticated Data
  - `CD` Checking Disabled
  - `DO` DNSSEC OK



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

- připojení k virtuálním serverům
- práce s příkazy `dig` a `host`
- instalace a konfigurace serverů Unbound a/nebo 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
```

Zónové přenosy

- 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
UKoj75Qy5BOGbOKxRDJhtKRQkdYXmrsIPcdy2nBchJI=
```

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 záznam	SOA minimum TTL starého	SOA minimum + SOA refresh TTL starého + SOA refresh

Dynamické DNS

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

nsdiff

- 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

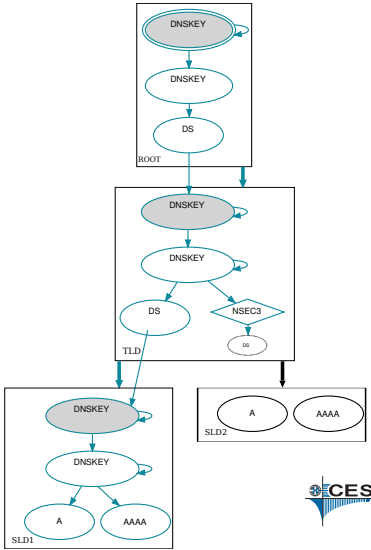
Lab 2: Zprovoznění autoritativního DNS serveru

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

DNSSEC na autoritativním serveru

DNSSEC

- 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
  - `DO` DNSSEC OK



Klíče a podpisy

- 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

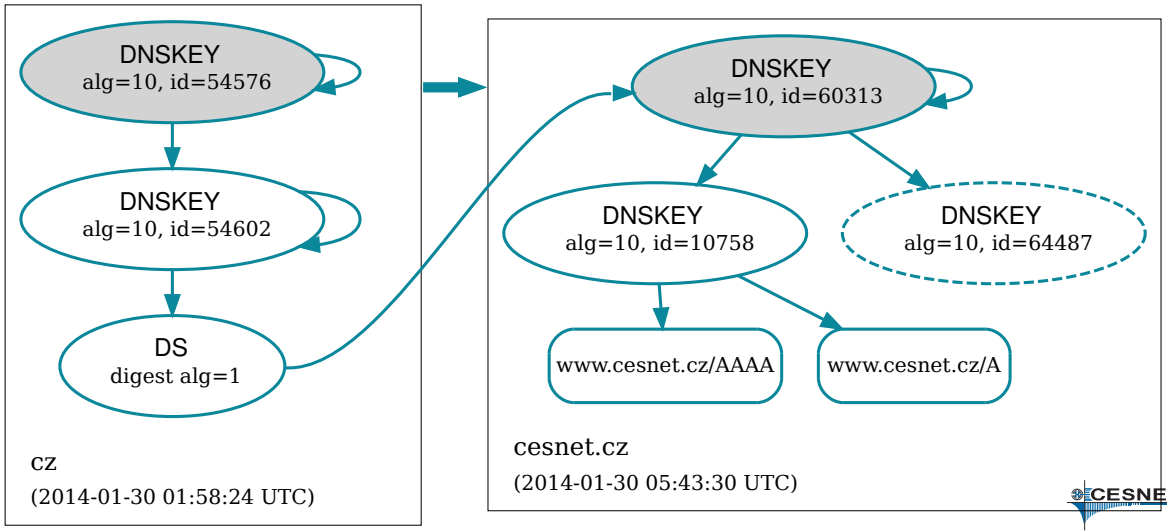
```
cesnet.cz. IN DNSKEY 257 3 10 (
              AwEAAdJGR0Kw52qqSwZsxLRfIu
              …
              cC3rtivHNCzPX/xaFCBBalwZE=
              ) ; KSK; alg = RSASHA512; key id = 60313

cesnet.cz. IN RRSIG DNSKEY 10 2 3600 (
              20140907110144 20140808092435
              60313 cesnet.cz.
              O8MIEeUT/reCCKZdOW57hDdP4b1mnd+zE
              …
              UdHhvkKTyI0KPJx2BQh+cV+pub+6rEFycw== )
```

KSK a ZSK

- 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

CESNET

KSK a ZSK – příklad

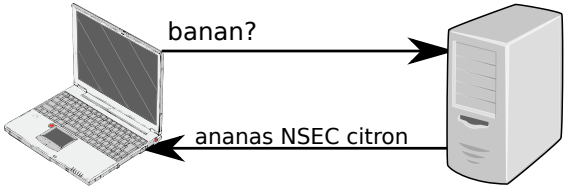


NSEC záznamy

- 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

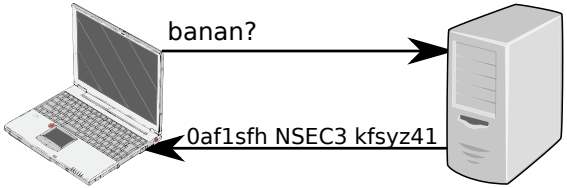
RFC 7129: Authenticated Denial in DNS

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 specifičtější 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

Základem je dostatek entropie

- generování klíčů i podpisů potřebuje náhodná čísla
- standardně se používá `/dev/random`
- není-li v systému dostatečná entropie, krypto funkce vytuhávají
- použití `/dev/urandom` *nemusí být* bezpečné při nedostatku entropie
- *jiné* řešení: instalace haveged

```
# apt-get install haveged
```

LCE: Don’t play dice with random numbers

Vygenerování klíčů

```
# dnssec-keygen -a RSASHA256 -b 2048 -f KSK example.com
Generating key pair......+++ ..........+++
Kexample.com.+008+32797
# dnssec-keygen -a RSASHA256 -b 1024 example.com
Generating key pair...++++++++++++ ..++++++++++++
Kexample.com.+008+46884
```

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

Podepsání 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)

Výměna ZSK klíče

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

Výměna KSK klíče

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

OpenDNSSEC

- 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

On-line podepisování

- dostupné v BIND, Knot, PowerDNS
- obvykle vyžaduje DDNS přístup
- klíče je často nutné generovat ručně
- dva přístupy:
  - předgenerování podepsané zóny – BIND, Knot
  - generování podpisů v reálném čase – PowerDNS, Knot

In-line signing v BIND 9.9

- automaticky pravidelně podepisuje zónu
- nemění původní zónové soubory
- vyžaduje ruční generování klíčů

Na nás tedy zbývá:

1. vygenertovat klíč
2. upravit konfiguraci
3. publikovat DS záznam v nadřazené zóně

`https://www.root.cz/clanky/dnssec-s-bind-9-9-snadno-a-rychle/`

Lab 3: DNSSEC na autoritativním serveru

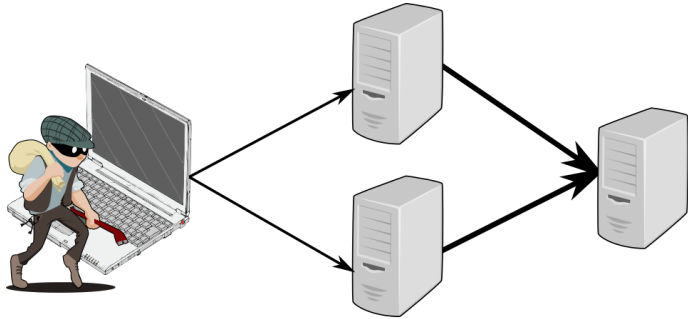
Lab 3: DNSSEC na autoritativním serveru

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

Útoky zneužívající DNS

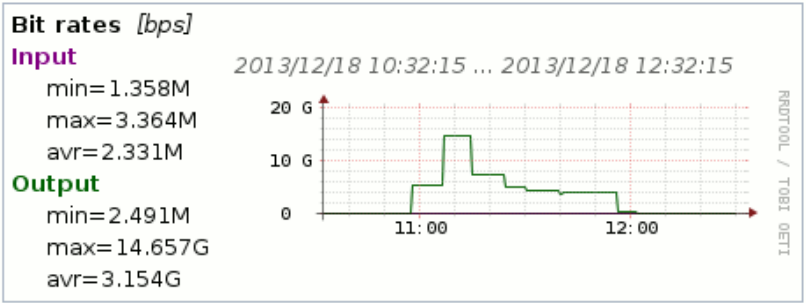
Útoky na/pomocí DNS

- 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.

Útok náhodnými subdoménami

- mladá forma útoku (2014) 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 náporem zhroutí, nebo zasáhne rate limiting
- rekurzivní server čeká na odpověď a zkouší dotazy opakovat

https://www.root.cz/clanky/utok-na-dns-nahodnymi-dotazy/

Náhodné subdomény – důsledky a obrana

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

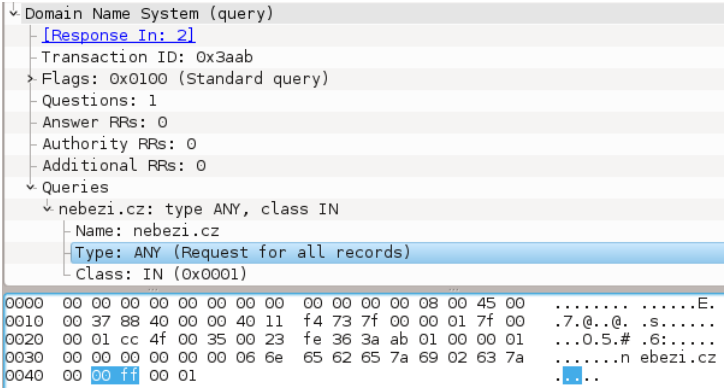
- definování prázdných SLD zón obětí na rekurzoru
  - riziko zablokování významných domén jako `in-addr.arpa`, nebo `co.uk`
- volba `ratelimit` v Unbound, `fetches-per-server` v BIND

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 resolvery 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



https://www.root.cz/clanky/zabezpecte-svuj-dns-server/

Únos domény

- týká se zejména vysoce hodnotných domén
- nejčastěji předelegování na jinou sadu serverů
- extrémně dlouhá TTL (týden)
- útočné vektory:
  - zastaralé delegace v TLD
  - únos IP adresy autoritativního serveru
  - **hacknutí registrátora**
- obrana:
  - DNSSEC
  - TSIG
  - registry-level lock (`https://www.domenovyprohlizec.cz`)

`https://www.root.cz/clanky/za-vypadek-znameho-blacklistu-mohla-unesena-domena/`

Budoucnost, tipy a triky

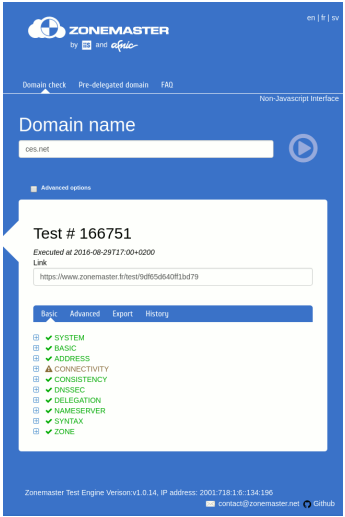
Proč nepoužívat obskurní DNS servery

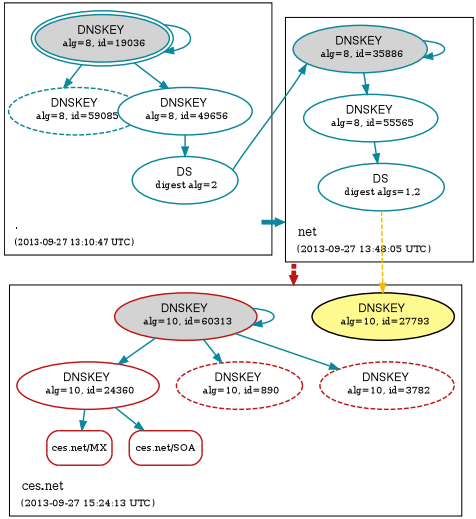
```
$ host www.skvelabanka.cz
www.skvelabanka.cz has address 192.0.2.7
Host www.skvelabanka.cz not found: 3(NXDOMAIN)

$ 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 odpověd nakešoval a po dobu TTL nevracel žádná data pro www.skvelabanka.cz

https://github.com/dns-violations/dns-violations

On-line kontroly





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
```

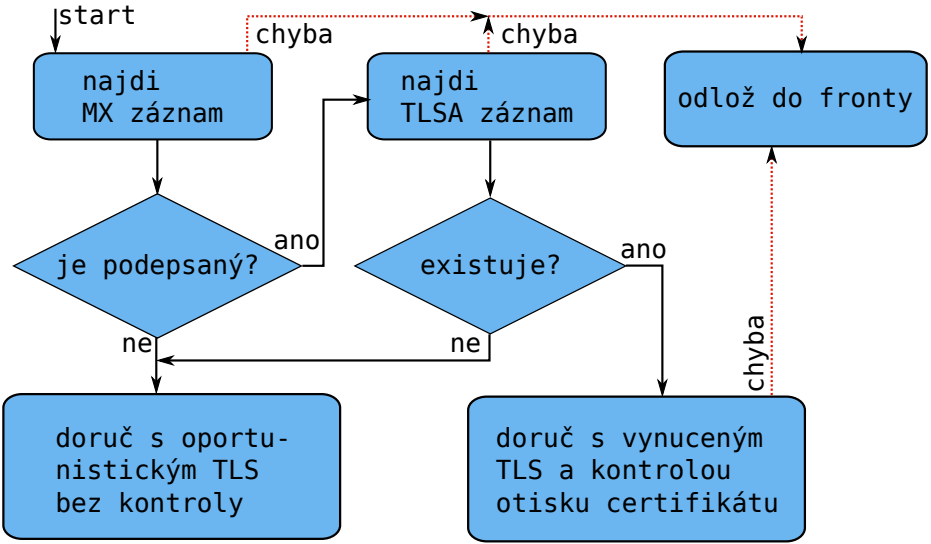
https://www.root.cz/clanky/dnssec-jako-bezpecne-uloziste-ssh-klicu/

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**

https://www.root.cz/clanky/pripichnete-si-ssl-certifikat-k-domene/

Použití DANE pro SMTP



Opt-in for security

- TLSA záznamem deklarujeme, že poštu přijímáme pouze šifrovaně
- validující klienti případný *downgrade* útok odhalí a zprávu nedoručí
  - Postfix od 2.11 (leden 2014)
  - Exim – ve vývoji
  - OpenSMTPd – ve vývoji
- na rozdíl od webu na SMTP serverech není problém s funkčností DNSSEC validace
- bezpečené spojení s validujícím DNS serverem **je nutné** (ideálně Unbound na localhost)
- doručování na adresy bez DNSSECu nebo bez TLSA záznamu funguje jako doposud

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 resolvery

DNSSEC u CloudFlare

- první z velkých hráčů, který implementoval DNSSEC
- eliptické křivky, 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 O == Other Error
DS algs 1=SHA1 2=SHA2-256 3=GOST 4=SHA2-384
```

https://github.com/ogud/DNSSEC_ALG_Check

Posílení ZSK klíče kořenové zóny

- kořenová zóna dlouho používala RSASHA256 s klíči 2048 a 1024 bitů
- 1024bitové RSA podle některých není dostatečně bezpečné
- slabý klíč kořenové zóny *kompromituje* celý DNSSEC
- klíč byl vyměněn 1. října 2016 za 2048bitový
- vzrostla velikost odpovědi (a bude hůře)

Root DNSSEC KSK rollover

- podpis kořenové zóny 15. července 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://go.icann.org/KSKtest`
- mohou nastat problémy s velikostí odpovědi kořenových serverů
- aktuální jízdní řád:
  - nový KSK publikován 3. února 2017
  - ukončení používání starého KSK naplánováno na 11. října 2017

Geoff Huston: Scoring the DNS Root Server System

CDS, CDNSKEY a CSYNC záznamy

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 bootstraping DNSSECu

RFC 7477 – synchronizace delegací

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

Soukromí v DNS

RFC 7816 – minimalizace dotazů

- místo celého jména se k autoritativnímu serveru posílá jen část
- naráží na rozbité servery s *obsahem pod* `NXDOMAIN` (RFC 8020)
- implementováno v Unboundu 1.5.7

RFC 7858 – DNS-over-TLS

- tunelování DNS provozu TLS na novém portu 853
- volitelná autentizace serveru

https://www.root.cz/clanky/soukromi-v-dns-kratke-dotazy-a-sifrovana-komunikace/

CESNET

Závěr

Závěr

- virtuální servery budou smazány
- předem díky za zpětnou vazbu

Závěr

Děkuji za pozornost

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