

# ENUM a mindennapi gyakorlatban: álom vagy lehetőség?

TÉTÉNYI ISTVÁN, SZABÓ GYULA, KISS ANDRÁS, TÓTH ANDRÁS

MTA-SZTAKI, Internet Technológiák és Alkalmazások Központ  
tetenyi@sztaki.hu

Lektorált

**Kulcsszavak:** újgenerációs hálózatok, távközlés, Internet, ENUM

A cikk az ENUM (Electronic Number Mapping) gyakorlati alkalmazhatóságával kapcsolatban foglalja össze azokat a szempontokat, amelyek szolgáltatói környezetben meghatározóak. Bevezetőnkben elhelyezzük a témát, majd röviden tárgyaljuk a legfrissebb tendenciákat, amelyek az ENUM körül zajlanak. A középső részben bemutatjuk azokat a módszereket, amelyekkel az ENUM technológia adta lehetőségeket mérésekkel lehet elemezni; majd összefoglaljuk az általunk készített vizsgálatokat és ezek eredményeit, zárásképpen pedig az ENUM-ot körülvevő tendenciák és a mérések eredményei alapján általánosított eredményeket ismertetjük.

## 1. Bevezetés

Az ENUM egy olyan szabványos eljárás, amely a telefonszámok – E.164 értelemben – és az Internetben használt, úgynevezett domain nevek egyértelmű hozzárendelését biztosítja. Az ENUM nagyon röviden arra tesz kísérletet, hogy a telefonszámok megjelenhessenek a domain nevek között és erre alapozva lehessen szolgáltatásokat építeni. Az ENUM tehát egyike azoknak a technológiáknak, amelyek a konvergens távközlési szolgáltatások illetve az újgenerációs hálózati szolgáltatások (NGN) irányába mutatnak.

Az IETF ENUM munkacsoport 1999-ben alakult meg. Az ENUM, mint szabványt az RFC 2916 (2000), illetve az RFC 3761 (2004) határozzák meg. A legfrissebb szabványfejlesztések az alábbi irányokba mutatnak:

- a DNS szolgáltatás nyújtotta lehetőségek szélesebb körű alkalmazhatósága,
- a szabványosan definiálható, ENUM alapú szolgáltatások DNS deklarációja,
- a felhasználói és szolgáltatói ENUM szétválasztása.

Az E.164 telefonszám-formátum biztosítja azt, hogy egy létező telefonszám bárhol elérhető legyen, sőt emeltszintű szolgáltatások például SMS, MMS is nyújthatóak. Egy Internet-es domain név, illetve általánosabban egy univerzális erőforrás azonosító (URI) hasonlóképpen az Internetre kapcsolt számítógépek közötti kommunikációt teszi lehetővé. Az ENUM elképzelés alapja, hogy a két világ még hosszabb ideig egymás mellett fog élni és ezért szükség van a szabványos átjárhatóságra a hagyományos „telefon”, illetve a hagyományos „Internet” között. Az ENUM önmagában azonban csak egy – a DNS-re épülő – „ragasztó” a két világ között. A konvergens szolgáltatásokat az alkalmazások nyújtják. Közismert, hogy az első VoIP-alapú

hangátvitel a kilencvenes évek közepén valósult meg. A szabványos Internetes jelzésrendszer az 1999-ben definiált SIP (RFC 2546, RFC 3261) protokoll volt.

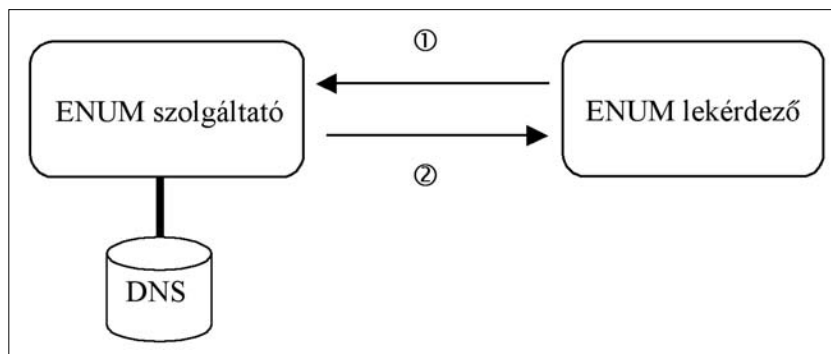
2007-ben a szolgáltatási platformok konvergenciája valóban realitás, mégis a szakmában egy sor fenntartás él bizonyos műszaki megoldások alkalmazhatóságával kapcsolatban. A Nominum cég 2005 márciusi sajtóbejelentése szerint [1] a cég ENUM célú DNS kiszolgáló terméke kiemelkedően jó eredményeket mutat. A SUN Microsystems 2005 májusi nyilvános dokumentuma [2], amely a SUN DNS elképzeléseit összegzi, egyértelműen a Nominum DNS kiszolgáló szerver kiváló teljesítményparamétereit összegzi. Több USA-beli Internet-szolgáltató DNS szolgáltatását elemző tanulmány [3] szerint 2006 márciusában lényeges minőségi kifogások voltak a DNS szolgáltatások színvonalával kapcsolatban.

Cikkünkben azt vizsgáljuk, hogy az ENUM alapú szolgáltatások bevezetésével kapcsolatban felvetett néhány alapvető, az ENUM teljesítményével összefüggő kifogás megállja-e a helyét.

## 2. Az ENUM mérések leírása

Az ENUM-ra épülő szolgáltatások szabványos DNS kéréseket tesznek fel, majd a válaszokat értelmezik.

1. ábra A mérési elrendezés



		BIND 9.3.2			BIND 9.4.0.rc1			NSD 3.0.4		
Fájlnev	#oR	qps	mem	cpu%	qps	mem	cpu%	qps	mem	cpu%
1-1-1	10 <sup>2</sup>	42278	70340	74.12	55798	74664	71.68	65860	20976	10.78
2-1-1	10 <sup>3</sup>	41795	70340	74.78	55079	75632	72.10	59423	23140	12.07
3-1-1	10 <sup>4</sup>	41792	71660	74.71	54313	77048	72.21	53250	23676	13.12
4-1-1	10 <sup>5</sup>	40657	86180	75.28	53267	90384	73.31	46945	85804	14.51
5-1-1	10 <sup>6</sup>	39824	232048	76.06	51917	234720	74.08	40440	645908	15.66
6-1-1	10 <sup>7</sup>	33033	1542756	79.81	48958	1663488	75.41	<i>nem futott le</i>		

3. ábra ENUM feloldás különböző DNS szerverekkel

A mérésben tehát részt vesz az ENUM lekérésekre válaszoló DNS szerver, illetve a kéréseket kibocsátó lekérdező szerver. A mérésben alapesetben egy kétprocesszoros Dell 1855 penge-szerver szerepelt és az egyik penge volt a szolgáltató, illetve a másik penge volt a lekérdező. A penge-szerverek redundánsan voltak hálózati szempontból összekapcsolva, de ennek a mérés szempontjából nincs jelentősége, mivel a hálózati forgalom relatíve alacsony, a penge-szerverek gigabites kapacitású hálózati interface sebességéhez képest. A penge szerverek 2 Gbyte RAM memóriával és Intel 3.2 GHz-es dual, hyper-threading processzorral voltak felszerelve, az operációs rendszer Linux volt, 2.6-os kernellel.

DNS szerverként, egy teszt kivételével a BIND9-es [4] változatát használtuk. Az ENUM-lekérdezést biztosító szerver számítógép a Nominum cég DNS tesztalkalmazása a *dnsperf* volt [5]. A mérés szempontjából ennek azért van jelentősége, mivel így el tudjuk kerülni a tesztelő szoftverek eltéréseiből származó hibákat.

A méréseknél különböző rekordszámú és különböző, az ENUM szempontjából eltérő szerkezetű DNS zóna fájlokat generáltunk egy saját fejlesztésű programmal.

A mérések alapvető célja annak meghatározása volt, hogy:

- amennyiben egy adott ENUM struktúrával rendelkező generált zónafájlból véletlenszerű lekéréseket végzünk, akkor másodpercenként hány kérésre érkezik megfelelő válasz;
- milyen egyéb paramétereiktől függ a másodpercenként kiszolgált DNS kérések száma.

### 3. ENUM-teljesítménymérések

#### 3.1. DNS kiszolgálás a rekordszám függvényében

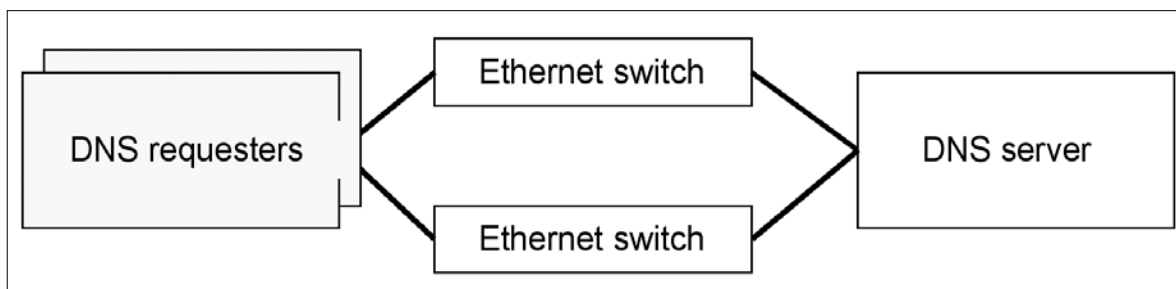
A rekordok egyszerű szerkezetűek voltak, azaz semmi ENUM-specifikus bejegyzést nem tartalmaztak. A mérés azt mutatja, hogy 1 millió DNS rekord esetén is a másodpercenként kiszolgált kérések száma meghaladja a negyvenezretet. A Nominum bejelentés és a [2] cikk alapján ennél lényegesen rosszabb teljesítményértékekre számítottunk.

#oR	qps
10 <sup>1</sup> (0-1)	43770
10 <sup>2</sup> (0-2)	43274
10 <sup>3</sup> (0-3)	42909
10 <sup>4</sup> (0-4)	42854
10 <sup>5</sup> (0-5)	42732
10 <sup>6</sup> (0-6)	42221
10 <sup>7</sup> (0-7)	40412

2. ábra DNS teljesítmény, növekvő rekordszám mellett

#### 3.2. ENUM rekordok feloldása különböző DNS szerverek esetén

A BIND névszerver a verziókon kívül abban is különbözött, hogy gyári előrecsomagolt szoftver-e, vagy helyben optimalizálva fordított. Az NSD [6] az úgynevezett root névszerverek nyilvánosan hozzáférhető szoftverváltozata. A mérésekből látszik, hogy a NAPTR rekordok számának növekedésével a másodpercenként kiszolgált kérések száma csökkenő tendenciájú. Az NSD és a BIND 9.4.0 nagyjából azonos teljesítményt mutat, de az NSD szoftver nem tudta betölteni a 10 millió rekordos állományt.



4. ábra Mérési elrendezés

A mérés legfontosabb tanulsága, hogy szabványos ENUM rekordok kiszolgálása esetén a DNS szerverek teljesítménye eléri a 40000-es határt. A DNS szerverek kihasználták a több processzoros modern kernel és a több szálas futtatás lehetőségét. A 10 millió rekordhoz tartozó memória igény jelzi, hogy a DNS szerver méretezése során elegendő memóriát kell a szerverbe biztosítani.

**3.3. A párhuzamos lekérdezés hatása a DNS teljesítményre**

Ebben a mérésben két kéréseket kibocsátó teszter küldte a kéréseket a DNS szervernek és vizsgáltuk, hogy csökken-e a teljesítmény. A szerver ugyanazokat az ENUM adatokat szolgálta ki, mint az előző mérésben. A mérési adatokból látszik, hogy a szerver függetlenül kezeli a kéréseket, és a teljesítmény nem változik.

Fájlnev	#oR	qps1	qps2	mem	cpu%
1-1-1	10^2	21276	21264	68968	74.91
2-1-1	10^3	21185	21152	69172	75.15
3-1-1	10^4	21021	20953	70492	75.36
4-1-1	10^5	20703	20670	85012	75.78
5-1-1	10^6	19894	19879	107072	76.45
6-1-1	10^7	16693	16633	249344	80.66

5. ábra Kettős terhelés kiszolgálása

**3.4. Nem létező rekordok DNS lekérése**

Ebben a mérésben azt vizsgáltuk, hogy amennyiben nem létező rekordokat kérünk a DNS-től, akkor miképpen alakul a teljesítmény.

A mérésből megállapítható, hogy nincs érezhető teljesítménykülönbség a nem létező rekordokra vonatkozó választeljesítmény szerint.

6. ábra  
Nem létező rekord  
lekérdezésének  
a hatása

Fájlnev	#oR	qps	cpu%
1-1-1	10^2	47041	72.89
2-1-1	10^3	46606	73.67
3-1-1	10^4	45276	74.27
4-1-1	10^5	44862	74.69
5-1-1	10^6	40186	77.33
6-1-1	10^7	34664	80.65

**3.5. EDNSO vizsgálata**

A mérés első fele „hamis”, mivel a mérés során nem kaptuk vissza az összes rekordot, csak annyit, amennyi az első UDP csomagba belefért, ez a szabvány szerinti működést jelenti.

A lekérdezések során a szerver oldalon növeljük az egy domain névhez tartozó rekordok számát. Azaz szimuláljuk, hogy egy telefonszámhoz több sip://, mailto:, IM stb. mező tartozik. Vizsgáljuk, hogy a válasz mérete milyen hatással van a DNS szerver teljesítményére.

A DNS lekérdezésekre adott válasz mérete az eredeti protokoll tervezésekor az UDP csomagok maximális méretéhez lett igazítva, ami alapesetben 512 byte. A DNS szolgáltatás különböző feladatokra való felhasználása miatt ez a korlát alacsonynak bizonyult. A protokollal foglalkozók két megoldást találtak a problémára. Az egyik a TCP használata, UDP helyett, amivel gyakorlatilag bármekkora mennyiséget át lehet vinni, de sokkal lassabb és bonyolultabb. A TCP alapú DNS nem skálázható teljesítmény igényeket támaszt. Ezért is definiálták az EDNSO kiterjesztést. Ez esetben a kliens a kérésébe egy úgynevezett OPT rekordot is beletesz, jelezve, hogy képes az EDNSO használatára (dnsperf esetén -e, dig esetében pedig a +dnssec kapcsoló). A szerver ezt észlelve válaszként 512 byte helyett 4096 bytes-os UDP csomagot használ. Méréseink során 6 rekord volt a határ, ami még belefért a 512-es csomagba (7. ábra).

Fájlnev	mem	cpu%	qps (EDNSO nélkül)	qps (EDNSO)	resp_size (byte)
5-1-1	216112	76.49	39607	36774	149
5-1-2	264316	77.23	39272	35825	210
5-1-3	341016	77.58	38077	34608	271
5-1-4	370132	78.54	36873	34117	332
5-1-5	430564	78.96	36529	33551	393
5-1-6	470260	79.24	35819	32883	454
5-1-7	525376	80.19	35168	32530	515
5-1-8	562648	79.56	35581	31885	576
5-1-9	623440	79.47	35255	31298	637

7. ábra  
A DNS válasz méretének hatása a teljesítményre

Ezt a három mérési eredményt befolyásolta az EDNSO mentes

A mérésből megállapítható, hogy a hosszabb válaszcsoomag körülbelül 10%-kal lassítja a DNS szerver működését (EDNS0 opció), azonban az elvárható igényeknek ez is messze megfelel.

**3.6. A processzor teljesítmény hatása a DNS teljesítményre**

A szervert egy viszonylag kis teljesítményű gépen futtatjuk (8. ábra). A 6-1-1 (tízmillió domain név) mérést nem lehetett elvégezni, mivel memória korlátba ütközött indulásnál a szerver. Azért látunk csökkenő CPU terhelést, mert a többi rendszerhívásokat szolgált ki, amelyből egyre több lett.

Fájlnev	#oR	qps	cpu%
1-1-1	10 <sup>2</sup>	975	73.05
2-1-1	10 <sup>3</sup>	982	72.56
3-1-1	10 <sup>4</sup>	974	71.54
4-1-1	10 <sup>5</sup>	929	69.89
5-1-1	10 <sup>6</sup>	914	69.82

8. ábra  
Alacsony teljesítményű DNS szerver adatai

A hatodik mérés tanulsága, hogy alacsony teljesítményű DNS szervert nem célszerű üzembe állítani. Másfelől jelzi azt is, hogy miért jelentett akadályt a hazai Internet hálózat fejlődésének útjában a régi BIND névszerver és az alacsony teljesítményű gépek együtt.

**3.7. A DNS szerver válaszáinak hosszától való függés**

A dns szerver válaszáinak méretét növeljük a határokig és vizsgáljuk a DNS szerver teljesítményének alakulását.

Az **DNS Response Size Issues** internet-draft bevezetője:

1.1. The DNS standard (see [RFC1035 4.2.1]) limits message size to 512 octets. Even though this limitation was due to the required minimum UDP re-assembly limit for IPv4, it is a hard DNS protocol limit and is not implicitly relaxed by changes in transport, for example to IPv6.

1.2. The EDNS0 standard (see [RFC2671 2.3, 4.5]) permits larger responses by mutual agreement of the requestor and responder. However, deployment of EDNS0 cannot be expected to reach every Internet resolver in the short or medium term. The 512 octet message size limit remains in practical effect at this time.

1.3. Since DNS responses include a copy of the request, the space available for response data is somewhat less than the full 512 octets. For negative or positive responses, there is rarely a space constraint. For positive and delegation responses, though, every octet must be carefully and sparingly allocated. This document specifically addresses delegation response sizes.

**Idézet a RFC1035 4.2.1 Domain Implementation and Specification RFC-ből:**

2.3.4. Size limits

Various objects and parameters in the DNS have size limits. They are listed below. Some could be easily changed, others are more fundamental.

Labels	63 octets or less
Names	255 octets or less
TTL	positive values of a signed 32 bit number
UDP messages	512 octets or less

Amit vizsgálunk tehát az, hogy miként változik az egy telefonszámhoz tartozó bejegyzések számának növeledésével a sikeres lekérdezések száma másodpercenként.

Két mérést végeztünk; az elsőben 100 telefonszám, a másodikban pedig 100.000 telefonszám volt a DNS-ben. Tulajdonképpen a  $\sum(\text{telefonszám}(i) \cdot \text{számosság}(\text{NAPTR}(i)))$  szorzat egy metszetét vizsgáltuk.

A mérési tartomány 1-től 65 rekordig terjed, a 66. rekord felvételekor a válaszcsoomag meghaladja a 4096 byte-ot, azaz az EDNS0 kiterjesztés már nem használható.

A 9. ábrán a **resp\_size** mutatja a DNS válasz méretét byte-ban.

A második méréssorozatban az 5-1-x zónákat használjuk, azaz 100.000 telefonszám van a rendszerben. A zone-5-1-33-at a BIND már nem képes betölteni: „File too large”. A fájlt így kettévágva és a main konfigurációban két include-ként lett összeállítva. Az egyes fájlok mérete 1,1 G.

Az 5-1-41 jelzésű zóna használatakor már szükség volt a swap igénybevitelére, a zóna már nem fért el a 2G fizikai memóriába.

9. ábra  
A DNS szerver teljesítményének változása az ENUM rekordok számának függvényében

Fájlnev	#oR	Resp_size	N=100	N=100000	cpu%
			qps	qps	
1-1-1	1	141	38722	36861	76.54
1-1-9	9	629	32789	31307	81.15
1-1-17	17	1124	29315	27386	83.54
1-1-25	25	1620	24427	21238	82.35
1-1-33	33	2116	20962	20033	83.97
1-1-41	41	2612	19255	18046	84.97
1-1-49	49	3108	17053	16274	84.99
1-1-57	57	3604	16049	14379	85.59
1-1-65	65	4068	14760	Out of memory	

A mérést értékelve látszik, hogy ha egy bejegyzéshez növeljük a NAPTR rekordok számát, akkor még kis rekordszám esetén is csökken a teljesítmény. Azonban az egy bejegyzéshez tartozó NAPTR rekordok számától való függése a teljesítménynek jelentősebb, mint a zóna teljes méretétől. A mérés rávilágít arra, hogy ha bonyolult és hosszú ENUM rekordstruktúrát alkalmazunk, akkor ennek teljesítmény ára van.

### 3.8. DNS bejegyzés frissítés és ENUM

A mérés célja a DNS szerver vizsgálata, hogy milyen teljesítményérték várható dinamikus zóna változtatás esetén. Ebben az esetben az update/second – **ups** egységet használjuk a mérés során.

A DNS listafájlokban 5000 véletlenszerűen kiválasztott telefonszám van, amelyekhez a mérés során dinamikusan hozzáadunk egy-egy NAPTR rekordot. Mérjük a másodpercenként elvégezhető frissítést a telefonszámok számának függvényében.

Fájlnev	#oR	Bind 9.3.2			Bind 9.4.0.rc1		
		ups	cpu%	iow	ups	cpu%	iow
1-1-1	10 <sup>2</sup>	11468	25.45	1.82	12942	24.28	1.49
2-1-1	10 <sup>3</sup>	7382	15.98	9.88	11504	23.18	2.53
3-1-1	10 <sup>4</sup>	26	0.10	23.78	39	0.13	24.03
4-1-1	10 <sup>5</sup>	24	0.22	23.78	21	0.08	24.02
5-1-1	10 <sup>6</sup>	23	0.08	23.97	20	0.08	24.05
6-1-1	10 <sup>7</sup>	23	0.05	23.95	19	0.10	24.05

10. ábra A DNS szerver update teljesítményének mérése

A mérés során tapasztalni lehetett, hogy a mérés kezdetekor a kis számú rekord esetén is alacsony volt az ups teljesítmény, a másodpercenkénti update műveletek száma. A mérés során valószínűleg beindult egy cache folyamat, ami miatt megnőtt a teljesítmény. A magasabb rekordszámú méréseknél ez az effektus nem volt megfigyelhető.

A mérés során az IO wait paraméter értéke növekedett meg, mivel a BIND egy journal fájlban tárolja a változtatásokat, a rendszer ennek a fájlnak az írásával volt elfoglalva.

A BIND 9 verzióknak az DNS NAPTR rekordokat feldolgozó teljesítménye nem kifejezetten az erőssége. Ettől függetlenül, mivel a rekord bejegyzések ritkán változnak, ez a teljesítmény igény elegendőnek tűnik a hazai felhasználásra. Nem szabad elfelejtenünk arról, hogy mindez a *dinamikus update* teljesítmény, amelynek a felhasználását valószínűleg a már konszolidált IMS roaming során fognak a felhasználók tömegesen használni. Tekintettel azonban arra, hogy a hazai roaming menynység illetve a külföldről Magyarországra látogató felhasználói roaming nem túl jelentős, így a mért *ups* érték megfelelőnek tűnik.

### 3.9. A mérési eredmények összehasonlítása nyilvános forrásokkal

Az alábbiakban összehasonlító mérési adatokat foglalunk össze.

1. Az NLnetlabs 2005 októberében publikálta a Bind 9-cel kapcsolatos mérési eredményeit [7]. A mérés során elért eredmények nagymértékben hasonlítanak az általunk elvégzett mérésekre. Az NLnetlabs legfontosabb tanulsága: modern 2.6-os Linux operációs rendszer kernelen kell futtatni a Bind kódot.
2. Különböző nemzetközi sajtóorgánukok 2006 nyarán több helyen megjelent, hogy a DNS szerverek lassúsága okoz az Interneten lassuló szolgáltatásokat. Véleményünk szerint az egész mögött a Nominum média kampánya állhat, amely arra irányult, hogy a Nominum DNS előnyeire felhívják a figyelmet. Egy ausztrál fórumon teljesen egyértelműen válaszolnak a Nominum kampányára [8]. Ahogyan azt tanulmányunk korábbi részében bemutattuk, a DNS

mechanizmus eleve nagyon tartalékolts és jól skálázható. A Nominum szoftver reális alternatívája a hétköznapi méretű ügyfélszámú ISP-k esetében a BIND. Méréseinkből az következik, hogy a határ a ~10 milliós bejegyzés.

3. Végül nézzük meg az eredeti Nominum bejelentést 2005-ből [9]:

*Running on commodity hardware\*, Nominum's Foundation Authoritative Name Server (ANS) answered to 45,000 queries per second against 200M NAPTR records with an average latency of 2 milliseconds. Nominum's*

*ANS outperformed by as much as four times all other tested software. The company is also hosting a demonstration of its ENUM solution and benchmarks during the VON Conference in San Jose, California.*

*\* DNS servers were running on the following configuration: Red Hat Enterprise Linux 3.0, Intel Pentium XEON 2.4 GHz, 2 GB RAM, 160 GB Raid 5 Disk array, Gigabit Ethernet Interface.*

A bejelentés, az adott hardware-software környezetben egyértelműen a Nominum előnyét mutatja. Ami miatt azonban a teljesítmény ennyire kedvezőtlennek mutatkozik az a 2.4-es RedHat kernel, és a valószínűleg nem optimalizált BIND. A tanulmányban bemutatott mérések egyértelműen igazolják, hogy a BIND egy adott rekordszám esetén a Nominum 2005-ös teljesítményét hozza!

4. Érdekes részletesen tanulmányozni a Nominum ENUM-ra vonatkozó bejelentését [10]. Ebből egyértelműen kiderül, hogy a Nominum DNS (ANS) szerver update teljesítménye körülbelül 30 update/sec, ami nem különbözik jelentősen az általunk mért és lényegében hangolatlan 24 update/sec értéktől.

*For example, Nominum tested the Navitas server with a load representative of production carrier environments: 200 millions records, 30 updates/sec serving simultaneous queries.*

5. Végül egyértelműen meg kell adni azokat a jól látható műszaki előnyöket, amelyekben a Nominum szoftver jobb:

- jóval kevesebb memóriát igényel, kifejezetten nagy zónafájlok betöltéséhez.
- a DNS EPP protokoll támogatása
- várhatóan beépített „policy” ágens van, amely különféle extra VoIP társszolgáltatói kapcsolat (peering) megvalósítása esetén előnyösebb.

#### 4. ENUM DNS méretezési szempontok

Az ENUM DNS méretezésének elsődleges szempontja, hogy a telefonhívások illetve az általános értelemben vett ENUM szolgáltatások biztosításához a névfeloldáshoz szükséges időt egy adott késleltetési küszöb érték alá célszerű szorítani.

A tényleges névfeloldási idő komponensei:

- a) DNS kérést kibocsátó program feldolgozási késleltetése
- b) DNS kérés tranzit ideje – az idő amíg a kérés elér a szerverhez,
- c) DNS kérés feldolgozási ideje
- d) DNS válasz tranzit ideje – az idő, amíg a válasz visszaér a szervertől
- e) DNS válasz feldolgozási ideje, késleltetése

A „c” pontra vonatkozó ENUM teljesítmény adatokat a korábbiakban ismertettük. „a” és „e” teljesen a partnerektől függ, erre vonatkozóan semmiféle befolyása nincs a távközlési szolgáltatóknak. Feltételezhető azonban, hogy „a”+„e” < 2-5 msec.

A tranzit időket elsősorban a globális IP hálózatok késleltetése korlátozza, erre azonban szintén nincs a szolgáltatóknak befolyása.

11. ábra

A DNS kérés+válasz együttes tranzitideje	
Európán belül	kb. 50 msec
Amerika keleti partja	kb. 100 msec
Amerika nyugati partja	kb. 180 msec
Ausztrália	kb. 200 msec
Dél-Amerika	kb. 250 msec
Japán	kb. 300 msec

Lényeges szempont tehát az, hogy *milyen közel van* a potenciális 3 Md telefonszámhoz tartozó ENUM bejegyzés. Erre ad megoldást a későbbiekben röviden ismertetett „anycast” DNS.

##### 4.1. A DNS szolgáltatás modernizálása

Az utóbbi években az úgynevezett root DNS szerverek rendszerében jelentős változások zajlottak le. Összesen továbbra is 13 root névszerver van, azonban

ezek mellé „anycast” csoportokat szerveztek. Az erre vonatkozó információk több helyen megtalálhatók [11].

Amennyiben az e164.arpa, illetve az ie164.arpa domain-ben biztosítani kell az auditált és autoritív globális telefonszámok ENUM rekord bejegyzéseit, akkor ehhez a jelenlegi „anycast” DNS-hez hasonló mechanizmus fog majd működni. Az „anycast” DNS szerverek tulajdonképpen azonos IP címmel rendelkező szerverek, amelyeket egy adott autonóm rendszertől hirdetnek. A lekérdező „helyétől” függ az, hogy melyik „anycast” root név szerver kópiát éri el. Ehhez hasonló mechanizmussal lesz szükség az ENUM rekordok tekintetében is.

Ettől függetlenül azonban működnek a cache szerverek és a secondary zónák, amelyek módot adnak arra, hogy egy autoritív zónának több secondary vagy „cache only” kópiája legyen. Ez a mechanizmus azonban, tipikusan a „kis” környezetre vonatkozik majd.

Ha Magyarországon az NHH elindítja a szolgáltatói ENUM bevezetést, illetve próbát, akkor a jelenlegi számhordozáshoz hasonló központi adatbázist fog nyújtani a hordozott számok tekintetében, amelyet az ENUM rekordok kezelésére kell használni. Az NHH, illetve egy a nevében eljáró szervezet fogja felügyelni, hogy a számhordozott számok esetében ki jogosult a megfelelő ENUM zónafájlokat kezelni.

- Magyarországon a konvergens szolgáltatások miatt óhatatlanul lesz egy „anycast” típusú és az ie164.arpa vagy az átmeneti e164.arpa zóna „tetejét” tartalmazó anycast szerver. Ezzel biztosítható, hogy az ENUM feloldás kezdeti fázisa gyors legyen.
- Erre is építve kell a hazai szolgáltatóknak kialakítaniuk a hazai ENUM DNS infrastruktúráját.

#### 5. A magyarországi telefonszolgáltatás ENUM teljesítmény igénye

Ennek a vizsgálatnak az a célja, hogy a hazai telefonforgalom nyilvános adataiból meghatározza az ENUM felhasználásra vonatkozó *telefonhívás/másodperc* alapértéket. A kiinduló adatok forrása a KSH 2006 III. negyedévre vonatkozó nyilvános jelentése [12].

Ebben az időszakban:

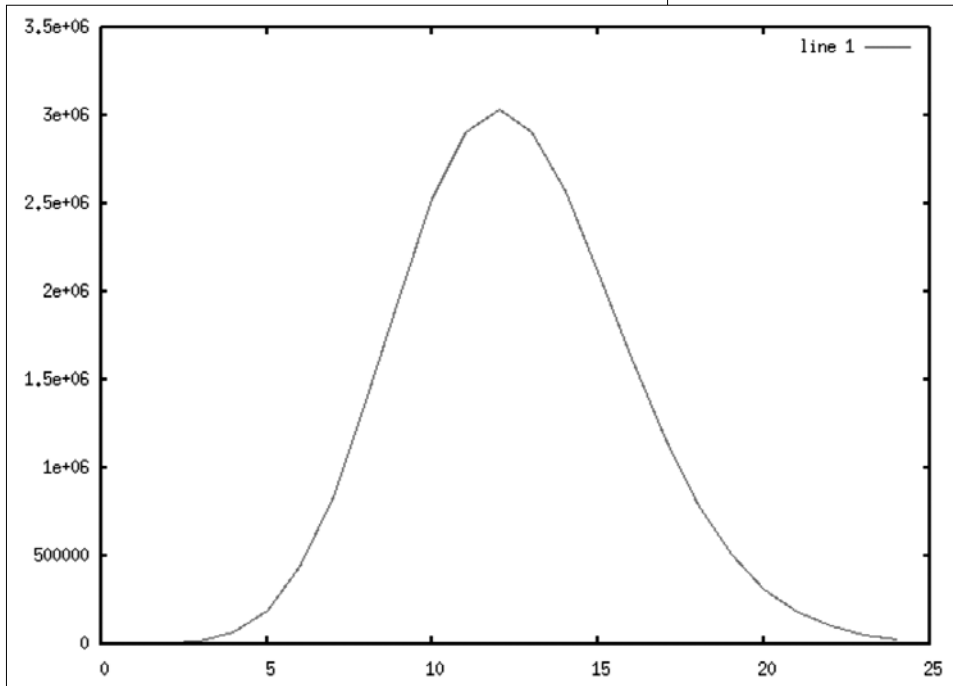
- Az összes vezetékes kimenő hívás száma: 640 millió
- Összes mobil hívás száma: 1724 millió
- Összes kimenő hívás száma összesen: 2364 millió
- Az időszak hossza: 92 nap
- Egy napra jutó átlagos hívások száma: 25,696 millió
- Egy mp-re jutó átlagos hívások száma: 297,40 db

A statisztika nem tartalmaz információkat a hívások eloszlásáról, ezért a távközlési statisztikákban a napi forgalom elemzésére gyakran használt Poisson eloszlást alkalmazzuk:

$$x = [0;23] \quad \Lambda = 13,7$$

(ezzel az értékkel a 0-23 tartomány az összes görbe alatti terület 99,915%-át adja, a hívási valószínűség 10-15 óra között a legnagyobb)

A kapott valószínűségeket mindenütt 25,696 millióval (az összes napi hívás – a görbe alatti terület) beszorozva a 12. ábrán látható görbét kapjuk.



12. ábra

Amint látható, csúcsidőben (11 órakor) 3 millió hívás/óra adódott, ami **833,33 hívást** jelent másodpercenként. Azonban a hét napjain nyilvánvalóan nem azonos a terhelés.

- Egy, a napi átlagot háromszorosan meghaladó terhelés esetén (ugyanazt a görbét tekintve): 2500,33 hívást jelent másodpercenként.
- Egy, a napi átlagot tízszeresen meghaladó terhelés esetén: 8333,3 hívást jelent mp-ként.

A fentiek alapján megállapítható, hogy országos méretekben a maximális másodpercenkénti hívás szám 800 és 8000 közé esik. Mivel ez nagyon sok szolgáltató rendszerének az összessége, gyakorlatilag ez a terhelés szolgáltatónként elosztva jelentkezik.

A fenti statisztika alapján biztosra vehető, hogy a magyarországi populációhoz tartozó hívásszám és az ehhez majd potenciálisan tartozó ENUM (DNS) igények kielégítése már a jelenleg ismert számítógép és szoftver lehetőségekkel kényelmesen kielégíthetőek, valamint a bevezetőben felvetett műszaki problémák Magyarországon nem képeznek akadályt az ENUM bevezetésének kapcsán.

## 6. Összefoglalás

Cikkünkben összefoglaltuk azokat a mérési eredményeket, amelyeket az egyes ENUM implementációk vizsgálata során nyertünk.

Meghatároztuk azokat a paramétereket, amelyektől egy E.164 telefonszám, illetve az E164.ARPA bejegyzés közötti leképzés – domain név feloldás – sebessé-

ge függ. Ennek alapján a következő lényeges eredményeket találtuk: az elvárható névfeloldási sebességet a jelenleg kapható egyszerűbb PC kategóriájú számítógépek teljesítményével és nyilvánosan hozzáférhető szabad szoftverekkel is biztosítani lehet egy magyarországi telefonos populáció számára; az ENUM-hoz szükséges névfeloldás idejét a hívó és a hívott telefonszám közötti földrajzi távolság határozza meg elsődlegesen, ugyan a névfeloldó szerverek teljesítménye a kiszolgált populáció méretétől függnek, ez azonban fűrtözési technikákkal kompenzálható.

Az ENUM bevezetéshez szükséges műszaki feltételek és gyakorlati tapasztalatok már rendelkezésre állnak, azaz az új konvergencia szolgáltatások bevezetésére hamarosan sor kerülhet.

## Irodalom

- [1] <http://www.nominum.com/popupPressRelease.php?id=338>  
(letöltve 2007. július 26.)
- [2] [http://www.sun.com/solutions/documents/white-papers/te\\_dns.pdf](http://www.sun.com/solutions/documents/white-papers/te_dns.pdf)  
(letöltve 2007. július 26.)
- [3] [http://www.lionbridge.com/competitive\\_analysis/reports/nominum/Nominum\\_2006\\_03\\_DNS\\_Survey\\_v3.1.pdf](http://www.lionbridge.com/competitive_analysis/reports/nominum/Nominum_2006_03_DNS_Survey_v3.1.pdf)  
(letöltve 2007. július 26.)
- [4] <http://www.isc.org/index.pl?sw/bind/>
- [5] [http://www.nominum.com/testing\\_tools.php](http://www.nominum.com/testing_tools.php)  
(letöltve 2007. július 26.)
- [6] <http://www.nlnetlabs.nl/nsd/>
- [7] <http://www.nlnetlabs.nl/downloads/bind9-measure.pdf>
- [8] <http://www.nik.com.au/archives/2006/08/19/346/>
- [9] <http://www.nominum.com/popupPressRelease.php?id=338>
- [10] [http://www.nominum.com/getFile.php?file=nominum\\_wp\\_enum.pdf](http://www.nominum.com/getFile.php?file=nominum_wp_enum.pdf)
- [11] [http://root-servers.org/http://en.wikipedia.org/wiki/DNS\\_root\\_zone](http://root-servers.org/http://en.wikipedia.org/wiki/DNS_root_zone)
- [12] <http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xftp/gyor/tav/tav20609.pdf>