

Číslování a adresace telefonních VoIP sítí

Pavel TROLLER

GTS Novera a.s., Přemyslovská 2845/43, 130 00 Praha 3

Abstrakt: *Príspevek se zabývá problematikou číslování VoIP telefonních sítí v návaznosti na číslování ve veřejné síti PSTN. Objasňuje specifika VoIP sítí a jejich přístupových metod, jako je v zásadě negeografický charakter služby, odlišné funkční principy směrování a adresace než u PSTN, jiné způsoby účtování, problematiku přenosu a konverze čísel a adres na bránových prvcích a další. Velká pozornost je věnována standardu ENUM, popsánému v RFC 3761, a jeho technickému řešení a implementaci.*

1 Úvod

Dnešní doba je charakteristická mohutným rozvojem technologií založených na internetové telefonii i jejich akceptováním jak odbornou, tak i širokou laickou veřejností. Systémy VoIP telefonie jako Skype nebo VoipBuster používají miliony uživatelů. V každé zemi existují desítky operátorů, nabízejících levná internetová volání. Internetová telefonie začíná vážně konkurovat klasickým způsobům fixní i mobilní telefonie. Již i v mobilních telefonech se objevují zabudování VoIP klienti, schopní provozu přes WiFi sítě nebo rychlý přístup 3G (UMTS) a na trhu jsou mobilní zařízení pro přístup k neznámějším VoIP sítím (Skype), používající opět WiFi konektivitu. Ceny běžných aparátů pro pevné připojení k síti a standardním protokolem (např. SIP) dnes klesly na akceptovatelnou úroveň. Rovněž infrastruktura VoIP sítí se mohutně rozvíjí, zvyšují se schopnosti síťových prvků a přibývají různé pokročilé funkce.

Jedním ze základních požadavků na síť internetové telefonie je samozřejmě jejich propojení a spolupráce se stávajícími klasickými pevnými (PSTN) i mobilními (PLMN) veřejnými sítěmi. Tato spolupráce by měla být co nejtěsnější – nejenom možnost volat se navzájem mezi oběma druhy sítí, ale i např. samočinně volit takovou cestu pro komunikaci, která vyjde volajícího co nejlevněji či je v ideálním případě zdarma. I tomu je věnována v současné době velká pozornost a ta dala vzniknout několika zajímavým standardům, danou problematiku řešícím. A právě o problematice uzpůsobení adresace a číslování v sítích VoIP telefonie a jednom z nových standardů umožňujícím jejich úzkou spolupráci bude hovořit následující příspěvek.

2 Adresace a číslování v sítích internetové telefonie

Jak již bylo předneseno na prvním semináři internetové telefonie, jsou způsoby adresace ve VoIP sítích odlišné od těch, používaných v PSTN či PLMN sítích. Nebudu zde opět rozebírat nejzákladnější způsoby adresace IP adresami, ani nestandardní způsoby, zavedené byť rozsáhlými, ale uzavřenými typy sítí (Skype). Nadále se budu věnovat perspektivním technologiím, a to hlavně otevřenému protokolu SIP či v menší míře některým dalším (H.323, MGCP).

2.1 Adresace v protokolu SIP

Otevřený protokol SIP je ve dnešní době patrně nejrozšířenější a má před sebou velkou budoucnost, neboť byl zvolen jako základní signalizační protokol pro síť IMS, které se v současné době začínají budovat a lze předpokládat, že se stanou nedílnou součástí technologie veřejných sítí.

Protokol SIP používá pro adresaci svých koncových stanic (terminálů) obecnou formu tzv. SIP URL

sip:<username>@<hostname>

kde <username> představuje uživatelské jméno a <hostname> je obvyklé DNS jméno terminálu, zavedené dle RFC3696. Pro ještě vyšší univerzalitu lze DNS jméno zastoupit i prostou IP adresou. Praktický příklad SIP URL tedy může vypadat např. jako

sip:patrol@tangens.sinus.cz

Tento způsob adresace je zcela universální, avšak není vůbec kompatibilní s číslováním v klasických telefonních sítích. Používá se nejčastěji v případech, pokud si uživatel instaluje vlastní VoIP terminál, např. pomocí telefonní aplikace na svém PC. Tehdy si určí jen své uživatelské jméno, zatímco jméno terminálu v praxi může být i dynamické (např. v případě přístupu k IP síti, realizovaném prostřednictvím dynamicky přidělených IP adres, nebo pokud se připojuje z různých lokalit). To ovšem může ztěžovat dostupnost tohoto uživatele, neboť jeho aktuální SIP URL nemusí být nikde aktuálně uvedeno a nikdo tedy neví, jaké URL má použít, chce-li mu zavolat. Rovněž není bez přítomnosti bránového prvku a existence přepočtecího mechanismu možnost volat či být volán z kla-

sických sítí. Naproti tomu není třeba žádné speciální infrastruktury pro IP telefonii, pro uskutečnění hovoru stačí 2 klienti a prostá otevřená IP síť.

Síť IP telefonie, provozované poskytovateli telekomunikačních služeb, nebo i různými komunitami uživatelů (různé geografické oblasti, studentské koleje, firmy apod.) zpravidla využívají pokročilejší technologie, založené na principu přihlašování účastníků k určitým centrálním prvkům infrastruktury IP sítě. Např. pro protokol SIP hovoříme o SIP proxy a registračním serveru, u H.323 je to gatekeeper. Bylo by nad rámec příspěvku tyto technologie popisovat; je však třeba se zmínit, jaký vliv mají na adresaci svých účastníků. V tomto případě se totiž sice zachovává forma SIP URL, popsaná výše, avšak její elementy mají jiný charakter. Upravené SIP URL bude vypadat takto:

sip:<number>@<domain>

Základním rozdílem je, že položka uživatelského jména byla nahrazena účastnickým číslem <number>. Toto číslo je přiděleno provozovatelem sítě a musí splňovat určité parametry, např. pevnou délku či určitý rozsah. Díky použití čísla ve funkci uživatelského jména se výrazně zjednoduší spolupráce takové VoIP sítě s ostatními sítěmi, používajícími číslovací plán veřejných sítí dle doporučení E.164. Číslo v rámci VoIP sítě buďto může být jen částí čísla, kterým je daný účastník adresován z veřejných sítí; v takovém případě je situace obdobná, jako u klasické pobočkové ústředny s provolbou, kdy veřejné číslo se skládá z tzv. kmene (základ čísla), doplněného o vnitřní číslo linky. I technická realizace bývá podobná – brána předmětné IP telefonní sítě bývá připojena k veřejné ústředně právě obdobně jako pobočková ústředna s provolbou, včetně způsobu účtování. Číslo však může dosahovat i plné délky veřejného čísla platné pro konkrétní zemi, v takovém případě je připojení VoIP sítě obvykle realizováno způsobem, používaným při spolupráci veřejných operátorů a používá se i odlišné signalizace (SS7). Otázka přidělování veřejných čísel VoIP sítím bude ještě řešena v samostatné kapitole.

Druhým rozdílem je, že uživatelé již do svých terminálů konfiguruji společnou doménu <domain>, jež jim je rovněž sdělena provozovatelem sítě. V tomto případě dochází k určité nejednoznačnosti – terminál musí stále pro signalizaci používat svou aktuální IP adresu, ale ta se pro adresaci účastníka např. jinými účastníky při volání nepoužívá díky tomu, že je aktuálně zaregistrovaná v registračním serveru provozovatele (obdobně jako např. aktuální lokalita roamují-

cího mobilního účastníka) a SIP proxy, která s registračním serverem úzce spolupracuje, tedy "ví", kam signalizační zprávy směřovat. Údaj o doméně tedy vlastně specifikuje určitým způsobem adresu SIP proxy daného operátora, které musí všichni účastníci směřovat své signální zprávy.

Z důvodů zajištění spolehlivosti však operátor může provozovat více než jednu SIP proxy. Doménové jméno, konfigurované v terminálu, by mělo být natolik universální, aby z něj bylo možno zjistit všechny potřebné údaje pro přístup ke službě, tj. adresy všech SIP proxy, použitý protokol (TCP, UDP..) a další parametry. Proto se často používá tzv. SRV záznam v DNS, definovaný dle RFC 2782. Příkladem může být záznam

```
_sip._udp.domena.cz IN SRV 0 5 5060 sip1.domena.cz
```

který definuje SIP doménu "domena.cz" s prioritou 0 a vahou 5 s tím, že se používá protokolu UDP na portu 5060 a jméno proxy je sip1.domena.cz. V případě použití dalších proxy se jednoduše vytvoří obdobné záznamy, které se budou lišit jen ve jménu proxy a případně v prioritě či váze. Standardním DNS dle RFC3639 se pak jméno proxy převede na IP adresu a ta se použije pro fyzické směrování signalizačních zpráv do SIP proxy operátora.

Pro úplnost ještě krátce zmíním, že při registraci účastníka ke službě se ještě můžeme setkat s údajem nazývaným "realm", který bývá doplňkem obvyklých autorizačních údajů, jako je jméno uživatele (často v tomto případě totožné s jeho SIP telefonním číslem) a heslo (které může být pro snadnost zadávání na jednoduchých IP telefonních terminálech také omezeno na pouhý řetězec číslic). Údaj realm, česky něco jako "oblast", může být použit např. pro rozřazení účastníků dle geografické příslušnosti v případě, že jde o rozsáhlou síť, která používá více lokalit s navzájem se překrývajícími číslovacími plány, a tím umožnit jednoznačnou identifikaci účastníka v centrálním registračním serveru pro celou síť. Pro jednodušší síť se pak obvykle volí realm totožný se jménem domény, aby se omezilo množství různých informací, které je třeba znát pro úspěšnou konfiguraci terminálu.

2.2 Začlenění VoIP sítí do číslovacích plánů veřejných sítí

Ve veřejných sítích se dnes převážně používá číslovacích plánů založených na standardním doporučení ITU E.164. Bližší informace o tomto doporučení by-

ly již též předneseny na prvním semináři a dnes se k nim není třeba vracet; pouze připomenou, že toto doporučení umožňuje vytvářet a v národním provozu používat jak plány otevřené (s různou délkou čísel) či uzavřené (s pevnou délkou čísla), tak i zjevné (s přístupnými znaky a směrovými kódy pro národní volání) či skryté (s jednotným číslem v celé síti). ČR zvolila uzavřený a skrytý číslovací plán s pevnou délkou 9 číslic. Tento způsob číslování tedy musí síť IP telefonie respektovat.

Služba IP telefonie je svým způsobem zvláštní, její charakter neodpovídá přesně ani charakteru pevné, ani mobilní sítě. Velmi záleží na způsobu implementace, použitých protokolech a dalších faktorech. Například snadno lze dosáhnout mobility VoIP terminálu principy vysvětlenými v předchozí kapitole. To však může být omezujícím faktorem pro přidělování čísel VoIP účastníkům – tato čísla by v případě využití mobility neměla mít geografický charakter, který by nebyl účastníky dodržován a tím by docházelo snadno k nejasnostem v účtování (např. možnost vycestovat do Ameriky a být přitom stále dostupný pod svým geografickým číslem a uskutečňovat volání za prakticky stejnou cenu je pro účastníky velice lákavá, ale pro standardní operátory jen těžko přijatelná). To může vést v praxi až k implementaci umělých omezení procesu registrace účastníka, povolující úspěšnou registraci pouze např. z určitého rozsahu IP adres, které mají jasně definovanou geografickou lokalitu. Tím však dochází k podstatnému snížení použitelnosti VoIP služby, která se může stát pro účastníka nepopulární.

Při přidělování čísel pro VoIP síť a účastníky je tedy nutné vždy přihlídnout k charakteru nasazení VoIP služby. Je nutno rozlišovat tyto případy:

- VoIP technologie použítá v přístupové síti (ADSL, síť CATV, WiFi...): Zde je nutný geografický charakter čísla. Jelikož VoIP technologie zde nahrazuje klasický způsob připojení pevné telefonní linky, nemůže se nikdo pozastavovat nad tím, že připojení bude technicky realizováno tak, že bude funkční pouze ze specifikovaného fyzického přístupového bodu (zásuvky ADSL modemu, zásuvky kabelové televize atd-). Při implementaci těchto omezení je tedy přidělení běžného geografického čísla na místě a je zcela korektní.

- Universální VoIP síť: Zde operátor nabízí universální VoIP službu, kde by její omezení na určitou lokalitu bylo jednoznačně chápáno negativně. To však vylučuje použití geografického čísla. Musí být proto použito vhodného negeografického způsobu číslování, nejspíše realizovaného vhodným prefixem, byť ve

skrytém a uzavřeném číslovacím plánu. V ČR je v současnosti pro tento typ sítí vyčleněn prefix 910 a jednotliví VoIP operátoři mohou získat přiděly číselné kapacity v tomto rozsahu. Až bude tento prefix vyčerpán, bude alokován další. Hovory na tento prefix jsou účtovány dle zvláštního tarifu, odlišného od tarifu v pevných sítích i od tarifů mobilních. Cenově jde o částku pohybující se mezi hodnotami pro pevné a mobilní sítě.

- Mezinárodní IP síť: Zde mám na mysli levně vysloveně mezinárodní hovory přes VoIP technologii, které nabízí operátoři pevných i mobilních sítí jako levnější alternativu ke klasickým voláním. Číslování je v tomto případě řešeno přiděleným prefixem 970, za kterým následuje číslo v mezinárodním tvaru včetně rozlišovacích číslic 00.

3 ENUM

Metody číslování a adresace popsané v předchozí kapitole chápou IP telefonní síť na stejné úrovni jako běžné telefonní síť: účastník má přiděleno určité číslo, které patří buďto do prostoru vyhrazeného klasickým sítím (PSTN, PLMN), nebo do prostoru přiděleného VoIP sítím, ať už na geografickém nebo negeografickém základě. ENUM jde ovšem podstatně dále. Je to princip, který umožňuje vytvářet cosi jako „překryvné VoIP síť“, které pracují paralelně se sítěmi běžnými. Základ systému ENUM představuje nový způsob využití DNS, popsaný v RFC 3761, umožňující mapovat telefonní čísla z číslovacího plánu E.164 na různé druhy adres, používaných VoIP sítěmi. To spolu s technickou podporou zařízeními, která umožní alternativní směrování volání dle výsledku dotazu do ENUM databáze, otevírá velké možnosti zlevňování volání. Hlavní myšlenkou systému ENUM je po volbě běžného E.164 čísla napřed zkusit sestavit velmi levné nebo zcela bezplatné volání pomocí VoIP technologie, a teprve pokud tento pokus skončí neúspěchem, použít běžných telefonních sítí. Následující odstavce přiblíží systém ENUM hlavně po stránce řešení jeho DNS adresační databáze, ale zmíní se i o některých možnostech jeho konkrétní technické realizace.

3.1 Mapování E.164 čísla na DNS záznam

Jak již bylo řečeno, systém ENUM v zásadě představuje systém mapující standardní E.164 telefonní číslo na např. SIP URL či jinou adresu, použitelnou ve VoIP, ale i jiné síti (např. systému instantního messagingu s podporou telefonie, systému okamžitého doručování zpráv atd.)

Prvním krokem je transformace telefonního čísla do formátu, který se následně využije pro DNS dotaz. Tato transformace se provede v následujících krocích:

Číslo se převede do mezinárodního tvaru, ale bez rozlišovacích číslic 00. Pro příklad uvažujme české národní číslo 234 265 234, dostáváme tedy tvar 420 234 265 234.

Číslo se zapíše reverzně (odzadu dopředu) a mezi jednotlivé číslice se vloží znaky „tečka“. Dostáváme: 4.3.2.5.6.2.4.3.2.0.2.4

Za takto vzniklý formát se připojí pevný řetězec „e164.arpa“, typický pro ENUM doménu. Výsledkem je tedy: 4.3.2.5.6.2.4.3.2.0.2.4.e164.arpa.

Vzniklý výsledný řetězec se použije pro hledání ENUM informací v DNS.

3.2 DNS záznamy pro ENUM

Pro vlastní DNS záznamy používá systém ENUM (RFC 3761) tzv. DDDS subsystému, specifikovaného v RFC 3403. Zkratka DDDS znamená „Dynamic Delegation Discovery System“ a jedná se o databázi, která umožňuje, velmi zjednodušeně řečeno, mapovat určité entity transformací jejich identifikátorů prostřednictvím tzv. NAPTR záznamů. Je nutno podotknout, že RFC 3403 je pouze součástí širšího souboru RFC 3401 – 3404, které detailně popisují DDDS systém. Dopodrobna vysvětlit tento systém je zcela nad rámec tohoto příspěvku; prosím proto čtenáře, aby si laskavě případné nejasnosti sám osvětlil jejich studiem.

Jádrem systému DDDS je NAPTR (Name Authority Pointer) záznam ve tvaru

IN NAPTR order pref flags service regexp replacement

což lze demonstrovat na příkladu

IN NAPTR 10 100 "u" "sip+E2U" "!^.*\$!sip:voip@mumlymumly.cz!".

Jednotlivé prvky tohoto řádku specifikují zleva doprava, že jde o NAPTR záznam, jeho pořadí a preferenci, příznak „u“ specifikuje, že jde o konečný odkaz a že již nebude pokračováno prohledáváním DDDS databáze (za normálních okolností mohou být NAPTR záznamy řetězeny) a specifikátor služby

„sip+E2U“, typický pro ENUM záznam a specifický pro RFC 3761. Následují velmi důležité části, a to regulární substituční výraz, který v našem případě specifikuje, že cokoliv ze zdrojového tvaru (tedy původního tvaru dotazu) má být odstraněno a nahrazeno řetězcem „sip:voip@mumlymumly.cz“, což je naše staré známé generické SIP URL. I poslední osamocená tečka (položka replacement) je důležitá a říká, že jelikož žádný nahrazující řetězec není specifikován, má se použít výsledek regulárního výrazu.

Úplný příklad takového ENUM záznamu, převzatý z [2], může být např.

```
$ORIGIN 3.8.0.0.6.9.2.3.6.1.4.4.e164.arpa.
```

```
NAPTR 10 100 "u" "E2U+sip" "!^.*$!sip:info@example.com!" .
```

```
NAPTR 10 101 "u" "E2U+h323" "!^.*$!h323:info@example.com!" .
```

```
NAPTR 10 102 "u" "E2U+msg" "!^.*$!mailto:info@example.com!" .
```

Tento záznam specifikuje, že mezinárodní E.164 číslo +441632960083 má 3 různé možnosti reprezentace ve VoIP světě – dle priorit SIP URL, H.323 URL a na závěr známé mailto:, umožňující kompatibilnímu zařízení v případě nedostupnosti obou předchozích možností např. doručení digitalizované hlasové zprávy elektronickou poštou prostřednictvím SMTP protokolu.

3.3 Příklad praktického použití ENUM

ENUM je velice mocný, ale přitom universální systém, který může být používán mnoha způsoby, počínaje naprosto jednoduchým manuálním vyhledáním a konče plně automatickým směrováním prostřednictvím moderní telefonní ústředny s podporou VoIP či ENUM doplňkem ke standardní ústředně, která dosud VoIP komunikaci nepodporuje.

Jako příklad vyjděme ze stránek <http://enum.nic.cz>, kde jsou v sekci „otestujte ENUM“ uvedena testovací telefonní čísla. Zkusme si číslo 222 745 120, kde je přehrána testovací hudba.

Nejdříve vyvolme toto číslo z běžné telefonní linky. Uslyšíme slovo „PSTN“, které nás informuje, že používáme běžnou síť. Pak uslyšíme kutálení

mince, která tímto definitivně opustila naši peněženku. Nakonec jsme přepojeni na pěknou hudbu.

Nyní zkusme využít ENUM. Předpokládejme, že zatím nemáme žádné zařízení, které by to udělalo za nás, tak to musíme udělat sami. Máme k dispozici běžný počítač (v mém případě s OS Linux) a běžný klient pro VoIP telefonii.

Zkusme tedy manuálně zjistit ENUM data pro uvedené telefonní číslo. Dle principů popsaných výše zadáme například

```
patrol@gonio:~$ host -a 0.2.1.5.4.7.2.2.2.0.2.4.e164.arpa
```

```
Trying "0.2.1.5.4.7.2.2.2.0.2.4.e164.arpa."
```

```
:: ANSWER SECTION:
```

```
0.2.1.5.4.7.2.2.2.0.2.4.e164.arpa. 3600 IN NAPTR 100 50 "u" "E2U+sip"  
"!^.*$!sip:hudba@nic.cz!" .
```

Vidíme, že jsme obdrželi přesně ten formát, který jsme dle předchozího popisu očekávali. Již mu rozumíme, a tak snadno vyluštíme, že SIP URL pro naše číslo je sip:hudba@nic.cz. Spustíme tedy našeho SIP klienta a aniž se musíme registrovat u jakéhokoliv poskytovatele VoIP služeb, zadáme právě zjištěné URL a provedeme volání. Pokud je naše připojení v pořádku, uslyšíme slovo „ENUM“ a pak tutéž hudbu, možná sice v poněkud nižší kvalitě, než přes běžný telefon, ale zato beze zvuku kutálející se mince. Dané volání nás stálo jen náklady na datový tok s hovorem spojený, a ty bývají dnes u většiny standardních způsobů připojení k Internetu velmi nízké, mnohdy i nulové.

3.4 Technické využití ENUM

Přestože již umíme pro osobní potřebu vyzkoušet, jak ENUM funguje, pro praktický provoz se to moc nehodí. Zatím mi není známo, že by běžné klientské programy pro VoIP telefonii na PC ENUM uměly, neexistují ani jednoduchá a laciná zařízení (směrovače), která by uměla např. běžný telefonní přístroj přepojit buďto do pevné sítě nebo přes VoIP podle výsledku ENUM dotazu.

V oblasti zařízení pro větší kapacity však již je situace jiná. Existuje celá řada moderních řešení, která již ENUM podporují a nebo se pro ně podpora v nej-

blíže době plánuje. Jako dobrý příklad lze uvést otevřený systém pobočkové ústředny Asterisk, kde již je podpora ENUM plně funkční. Takový systém pak lze využít buď jako vlastní pobočkové ústředny (s terminály připojenými buďto přes IP nebo pomocí speciálních desek firmy Digium lze použít i běžné analogové a ISDN telefony), která bude mít jak přístup na VoIP spojení přes ENUM (ale může mít i přes „řádné“ VoIP poskytovatele), tak i prostřednictvím desky např. E1 rozhraní i do klasické PSTN sítě. Pak již je využití ENUM zcela automatické a ústředna sama volí cenově optimální způsob uskutečnění hovoru, pokud ji uživatel „nepřebije“ nucenou volbou způsobu spojení. Takový systém lze ale použít i v režimu tzv. ENUM brány, která se zapojí např. opět E1/PRI rozhraním ke stávající pobočkové ústředně a tato se nakonfiguruje tak, aby každý veřejný hovor svých účastníků napřed směrovala do ENUM brány a posléze, pokud ENUM brána odmítne spojení z důvodů, že je přes ENUM nelze realizovat, se teprve pokusila jej realizovat prostřednictvím spojení do PSTN.

3.5 Registrace ENUM

Doposud jsme se zabývali tím, jak ušetřit voláním na ENUM účastníky. Kdyby však měl takový přístup každý, nebylo by komu volat, neboť nikdo by se sám do ENUM neregistroval. Sami registrací ENUM nic nezískáme, naopak utratíme za registrační a verifikační poplatky, ale umožníme tím další rozšiřování tohoto standardu.

Registrace ENUM záznamu je v jistém smyslu podobná registraci domény v Internetu. Existují registrátoři, kteří tuto službu nabízejí a lze ji využít. V současné době nabízí registraci ENUM v ČR řada běžných doménových registrátorů. Nutno však uvést, že se dosud jedná jen o zkušební provoz. Ostrý provoz ENUM se v ČR předpokládá od 1.1.2007.

Jádrem registrace je vytvoření příslušného NAPTR záznamu. V nejjednodušším případě stačí 2 údaje: telefonní číslo a SIP URL, na které bude záznam ukazovat. Jelikož však telefonní čísla jsou představují citlivý materiál privátního charakteru, musí být zajištěno, aby nikdo např. neregulérně neregistroval cizí telefonní číslo na své SIP URL, čímž by na sebe mohl převést část příchozích volání (všechna jdoucí přes ENUM) a tím vážně poškodit majitele čísla. Proto vyžadují registrátoři verifikaci, že uváděné telefonní číslo je skutečně v držení subjektu, který žádá o ENUM záznam. Např. registrátor IGNUK používá 2 metody – jedna využívá SMS, která se zašle na předemné číslo (doručí se i do pev-

ných sítí a je přečtena hlasovým syntetizátorem) a obsahuje kód, který se musí zadat a webové stránce registrátora. Tím dojde k verifikaci registrace. Druhá metoda používá klasický podepsaný a ověřený dokument, dopravený osobně nebo poštou. Tento způsob je dražší, ale jde jej použít i pro případ, kdy by jednoduchá SMS nestačila (např. delegace celého rozsahu čísel pro PBX). Aby byla bezpečnost ještě zvýšena, je verifikace požadována periodicky (u nás s periodou 6 měsíců). Verifikace je navíc zatížena poplatkem (jehož konečné ceny ještě nejsou známy), takže provoz ENUM není jen ziskový, má i svou druhou stránku. O tom, zda se ENUM pro nějaký subjekt skutečně vyplatí, pak bude rozhodovat celá řada kritérií, z nichž nejdůležitější je asi intenzita jeho odchozího provozu a podíl volání uskutečněných přes ENUM proti voláním uskutečněným přes klasické sítě. Pokud by se jednalo o účastníka, který aktivně volá jen málo, bylo by pro něj ENUM nevhodné.

3.6 Úskalí ENUM

Zatím by, až na závěr předchozího odstavce, mohl vzniknout dojem, že ENUM je jednoznačně vynikající věc, která netrpí žádnými problémy a nedostatky a že jeho nasazení přispěje k rozvoji lidstva nejméně stejnou měrou jako vynález kola. ENUM má však i své zásadní odpůrce a kritiky. Následující odstavce nás seznámí s některými jejich argumenty.

- ENUM nijak neřeší fyzické sestavení signalizačního ani hovorového VoIP kanálu, to vše je ponecháno na realizaci podřízeným vrstvám VoIP protokolů (SIP, RTP...) Jenže tyto protokoly nejsou dostatečně robustní pro tak masové a nijak neřízené nasazení, jaké zde může vzniknout. Jelikož ENUM jako takové neuvažuje použití žádných síťových prvků pro podporu VoIP, jako jsou SIP a RTP proxy, SBC, registry atd., vše si budou muset řešit samy koncové VoIP prvky. A čistá, nijak centrálně nepodporovaná VoIP komunikace má obecně problémy např. při průchodu firewally, zvláště s NAT funkcí, fatální je problém nenalezení společného kodeku (tak častý, pokud komunikuje profesionální zařízení s druhým na bázi Open Source řešení, které používá pouze nepatentované technologie) či je jako jediný společný kodek nalezen G.711, pro který však není dostatečná šířka pásma. A k dovršení všeho není na koho se obrátit, když "to nefunguje". ENUM jako takový za to nemůže, závada je způsobena nevhodným použitím VoIP protokolu jako takového, ale jelikož tuto službu nikdo nedodal, nemůže ji účastník ani kde reklamovat a jedině, co mu zbývá, je pokusit se svépomocí problém opravit. Když se to nepodaří, vzdát se této možnosti. To však

omezuje možnost nasazení automatických ENUM směrovačů, neboť ty by se mohly změnit z dobrodiní na "blokátory komunikace", kdy sice navážou cosi jako VoIP spojení, přes které však nepůjde komunikovat a technicky neznalý účastník nebude schopen situaci nikterak řešit.

- Telekomunikační operátoři přistupují k ENUM velmi skepticky. Důvody jsou jasné: Pokud by došlo k opravdu masovému nasazení a služba by fungovala, byl by to pro ně úbytek provozu v klasických, dobře placených telefonních sítích. Dalším problémem je, že technické problémy, zmíněné v předchozím odstavci, operátor může jen těžko akceptovat a službu vycházející z této podstaty nabídnout. A již opravdu málokterý operátor se asi rozhodne ji oficiálně podpořit, neboť by tím jednak kanibalizoval své ostatní služby, dále by si přivodil velké starosti s řešením technických problémů zmíněných výše a pokud by hodlal tyto problémy řešit nasazením profesionálních VoIP technologií, šlo by o náklady, které by pochopitelně chtěl dostat zpět a tedy by takové "operátorsky asistované" volání přes ENUM již asi nebylo tak laciné, jako výše popsany způsob bez účasti operátora. Je pak otázkou, kolik zákazníků by na tuto službu zlákal a zda by se mu nakonec vyplatila.

- Jsou zde i právní otázky. Například existuje názor, že telefonní číslo je vlastně majetkem operátora, který za něj platí ČTÚ pravidelné poplatky. Jeho použití pro ENUM by mohlo být vykládáno jako zneužití tohoto čísla, se kterým smí účastník nakládat jen takovým způsobem, jak mu operátor umožnil. Kromě jiných je zde i právní problém povinnosti operátora zajistit při požadavku orgánů činných v trestním řízení odposlech požadovaného účastníka, obvykle specifikovaného telefonním číslem. Použití ENUM však plnění této povinnosti značně komplikuje. V okamžiku, kdy by operátor oficiálně podpořil ENUM, musel by účinně zajistit, aby i v případě jeho použití byl hovor korektně doručen na odposlechové pracoviště, což je technicky velmi složité, v určitých případech možná i nerealizovatelné.

4 Závěr

Právě dočítáte příspěvek, který měl za cíl vás stručně seznámit se způsoby číslování ve VoIP sítích, zejména s přihlédnutím ke spolupráci se stávajícími veřejnými sítěmi PSTN a PLMN. Byly probrány jak klasické, dnes již dobře propracované metody a principy spolupráce, tak i zcela nový způsob založený na využití technologie ENUM, který se teprve v současné době zavádí. Je asi před-

časné hodnotit jej; má nesporně svá pozitiva, ale upozornili jsme i na určité problémy, s nimiž se jeho nasazení může setkat. Jak se s nimi vypořádá a jak se rozšíří – to je možná vhodné téma na příspěvek přednesený na příštím semináři o VoIP technologiích třeba opět za 2 roky. To už určitě budeme vědět více.

Literatura

- [1] Falstrom, P. – Mealling, M.: The E.164 to Uniform Resource Identifiers (URI) Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Application (ENUM). RFC 3761, Network Working Group, April 2004.
- [2] Mealling, M.: Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Part Three: The Domain Name System (DNS) Database. RFC 3034, Network Working Group, October 2002.
- [3] Stránky semináře o IP telefonii [online, cit. 2004-04-05]. Dostupné z: <<http://www.ip-telefon.cz>>

