

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE



TEZE K DISERTAČNÍ PRÁCI

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
KATEDRA TELEKOMUNIKAČNÍ TECHNIKY

Ján Kučerák

Koncept nomadickej VoIP siete

Doktorský studijní program: Elektrotechnika a informatika
Studijní obor: Telekomunikační technika

Teze disertace k získání akademického titulu "doktor", ve zkratce "Ph.D."

Praha: 2012

Disertační práce byla vypracována v prezenční formě doktorského studia na katedře Telekomunikační techniky Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze.

Uchazeč:

Ing. Ján Kučerák
Katedra telekomunikační techniky.
Technická 2 Praha 6 Dejvice

Školitel:

Ing. Tomáš Zeman Ph.D.
Katedra telekomunikační techniky.
Technická 2 Praha 6 Dejvice

Oponenti:

.....

.....

.....

Teze byli rozeslány dne:.....
Obhajoba disertace se koná dne v hod. před
komisí pro obhajobu disertační práce ve studijním oboru Telekomunikační
technika, v zasedací místnosti č Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze.

S disertací je možno se seznámit na děkanátu Fakulty elektrotechnické ČVUT
v Praze, na oddělení pro vědu, výzkum a zahraniční styky, Technická 2,
Praha 6.

(jméno)
předseda komise pro obhajobu disertační práce ve studijním oboru
Telekomunikační technika

Fakulta elektrotechnická ČVUT, Technická 2, Praha 6

SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY

Inštitút nomadických VoIP čísel vznikol ako snaha lokálnych regulátorov legislatívne podchytiť skutočnosť, že VoIP oprátor môže poskytovať prístup k telefónnej službe okrem iného aj skrze verejný Internet. To však automaticky znamená, neschopnosť operátora geograficky „stopovať“ účastníka. Na túto skutočnosť existujúce pojetie telefónnych sietí nie je zvyknuté a nie je na ňu pripravená ani legislatíva. Napríklad v ČR podľa posledného zákona z roku 2012 musí byť u všetkých verejných čísel povinne zaistené správne smerovanie tiesňových hovorov podľa geografickej príslušnosti čísla. U nomadických liniek je táto podmienka za súčasného stavu technicky neriešiteľná. Operátor u nomadického čísla nemá žiadne páky, aby spoľahlivo zistil polohu účastníka a teda ani príslušnú lokálnu centrálu tiesňovej linky, kam by mal prípadný tiesňový hovor prepojiť. Samozrejme operátori sa nechú pripraviť o možnosť poskytovať VoIP služby účastníkom z verejného Internetu a tak zavádzajú napríklad zmluvné pojmy ako je „adresa obvyklá“, ktorú nechajú účastníka pre dané číslo staticky vyplniť a smerujú tiesňové hovory aspoň podľa nej.

Ak sa nechceme vzdať práva účastníkov na prístup k telefónnej službe z verejného Internetu a zároveň sa nechceme vzdať ani myšlienky, že telefónna sieť musí nutne mať informáciu o tom, kde sa jej účastník práve nachádza, musíme prijať vhodné technické opatrenia. Nomadické čísla je potrebné vytrhnúť z bludného kruhu, kedy regulátor hovorí „Musíte!“, operátori hovoria „Nedokážeme!“, lokálneho IP poskytovateľa to nezaujíma a užívateľia to pre istotu radšej nepoužívajú, lebo „to má divnú predvolbu!“.

Samozrejme jediným subjektom, ktorý naozaj má technické páky na zisťovanie aktuálnej geografickej polohy nomadického účastníka, je lokálny poskytovateľ IP pripojenia. Tento však v súčasnom modeli nemá nikde šancu do procesu signalizácie vstupovať. Pritom by pre nášho účastníka mohol toho urobiť oveľa viac, než len poskytnúť jeho hovorom vierohodnú geolokačnú informáciu. Práca si kladie za cieľ poskytnúť koncept národnej nomadickej siete ktorý by bol schopný vyššie uvedené problémy riešiť.

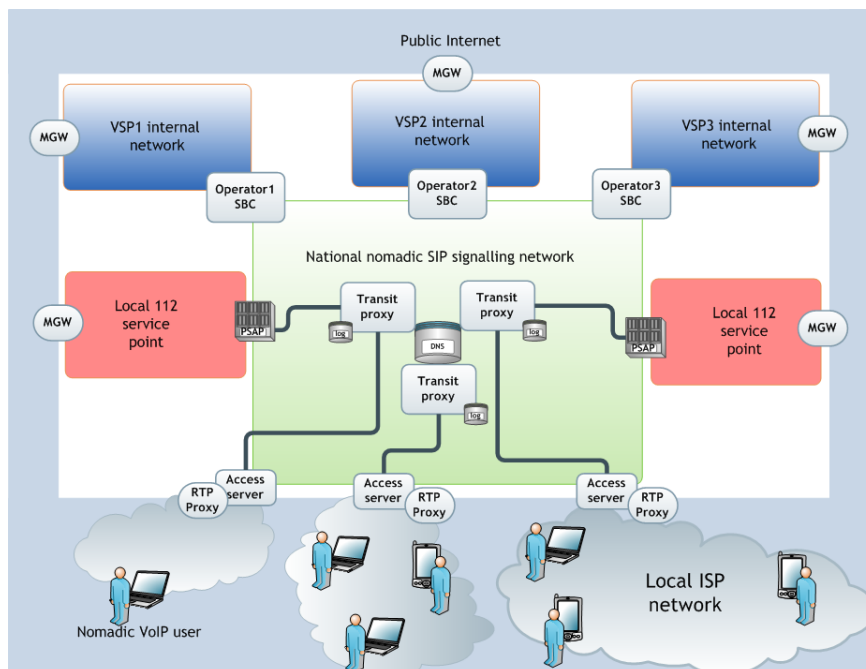
CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Cieľom práce je navrhnúť koncept pre národnú nomadickú VoIP sieť, ktorej nosným signalizačným protokolom je protokol SIP. Koncept si kladie za cieľ vyriešiť najpálčivejšie problémy vyplývajúce z nutnosti vzájomného oddelenia subjektov poskytujúcich koncovému účastníkovi prístup k internetu, od subjektov poskytujúcich vlastné VoIP služby. Cieľom je definovať prvky siete, ich vlastnosti, metodiky fungovania, signalizčné procedúry a v neposlednej rade aj zodpovednosť participujúcich subjektov za konkrétne prvky siete.

METODY ZPRACOVÁNÍ

Jedná sa o teoretický návrh konceptu siete s popisom jej entít ich vzájomných vzťahov a signalizačných procedúr. Schéma siete s jej stavebnými prvkami je na obrázku 1. Základné vlastnosti siete sú nasledovné:

- **Orientácia na signalizáciu** - sieť je orientovaná na signalizačnú rovinu „Control plane“, oddeluje užívateľskú rovinu „User Plane“ od kontrolnej a sústredí sa výhradne na smerovanie, prenos a zpracovanie signalizačných informácií (správ protokolu SIP).
- **Užívateľská informácia je prenášaná mimo signalizačnej časti siete**. Na prenos užívateľských informácií (RTP paketov) koncept navrhuje použiť prevažne bežnú verejnú IP sieť a to predovšetkým na úrovni prístupu k bráne operátora (Operator SBC). Zabezpečenie QOS medzi užívateľským terminálom a operátorovou bránou MGW/SBC je záležitosťou lokálneho poskytovateľa IP pripojenia. Koncept poskytuje jednoduchý nástroj na uľahčenie zabezpečenia QOS v lokálnej prístupovej IP sieti.
- Základnou úlohou siete a hlavnou motiváciou celého konceptu je poskytnúť rozhranie pre vzájomnú interakciu dvoch subjektov, ktoré najviac ovplyvňujú koncovú kvalitu VoIP služieb teda IAP a VSP. Koncept poskytuje signalizačné spojenie medzi koncovým účastníkom UT (User terminal) a jeho poskytovateľom VoIP služieb (VSP) tak, aby do jejich vzájomnej interakcie vhodne zasahoval aj IAP.
- **Základným signalizačným protokolom je protokol SIP** podľa RFC-3261, včetně prípadných rozšírení tam kde je to nevyhnutné. Koncept sa snaží používať podľa možnosti čo najštandardnejšie vlastnosti protokolu SIP. Tam kde je to pre fungovanie siete nevyhnutné, sú využité niektoré pokročilé vlastnosti definované v rozširujúcich RFC.



Obrázek 1: Nomadická signalizačná sieť

Do procesu budovania a používania VoIP národnej siete vstupuje celý rad subjektov ich pohnútky, motivácie, nároky a povinnosti sú rôzne často protichodné. Koncept by mal umožňovať bezproblémovú vzájomnú kooperáciu všetkých zúčastnených a uspokojenie najdôležitejších ich nárokov.

- **Koncový účastník**, (*End User*) je zákazník VoIP operátora, jedná sa o verejnosť využívajúcu služby poskytované VoIP operátormi. Účastník zmluvou s operátorom získava **národné telefónne číslo**, ktoré využíva za účelom odchozích a prichozích hlasových hovorov a s tým súvisiacich doplnkových služieb, **všetne služby tiesňových volaní**. Číslo môže byť nomadické, alebo geografické, Hlavné záujmy koncového účastníka sú samozrejme jednoduchosť použitia, koncová cena, bezpečnosť a uspokojivá úroveň QOS.
- **VoIP operátori**, v anglickej literatúre sú tieto subjekty označované ako **VSP „Voice Service Provider“**. Jedná sa o poskytovateľov hlasových VoIP služieb. Operátor má zmluvný vzťah s koncovým účastníkom, ktorému sa (väčšinou za úplatu) zaväzuje poskytovať prístup k medzinárodnej telefónnej sieti s využitím nosných technológií na báze IP. Operátor disponuje rozsahmi národných, pevných(nomadických aj geografických, prípadne aj mobilných) telefónnych čísel podľa ITU-T E.164. Číslo dostáva operátor pridelené lokálnym regulátorom na základe vlastníctva príslušnej licencie¹. Číslo operátor prideliť koncovým staniciam účastníkov a zaisťuje správne smerovanie odchozích/prichozích hovorov, obsluhu doplnkových služieb, IN služieb, služieb súvisiacich so zabezpečením legálneho odposluchu, tiesňových volaní, atď. Hlavným záujmom operátora je samozrejme komerčný zisk. Povinnosťou operátora je poskytovať svoje služby rešpektujúc nariadenia lokálneho regulátora.
- **Poskytovateľ IP prístupu**, v anglickej literatúre označovaný ako **IAP „Internet Access Provider“ alebo ISP „Internet Service Provider“**. Jedná sa o subjekt, ktorý poskytuje koncovému užívateľovi prístup k službám siete Internet. Motivácia IAP je v drvivej väčšine prípadov tiež komerčný zisk. IAP však nemusí mať priamy zmluvný vzťah s koncovým účastníkom, väčšinou nemá priamy vzťah k užívateľovmu VoIP operátorovi (VSP). Kvalita prístupovej IP siete je každopádne najvýznamnejším faktorom ovplyvňujúcim výslednú kvalitu VoIP služieb. Významnou vlastnosťou IAP je, že spomedzi všetkých subjektov, má najlepší technické možnosti na dodávanie dôveryhodných lokalizačných informácií o koncovom termináli účastníka.
- **Subjekt spravjúci systém tiesňových volaní**, v anglickej literatúre označovaný ako **PSAP „Public Safety Answering Point“** jedná sa o národnú sieť bodov schopných prijímať a obsluhovať tiesňové volania. Pravidlá smerovania tiesňových volaní určuje lokálny regulátor. Prevádzka systémov tiesňových volaní nebýva väčšinou motivovaná komerčným záujmom, ide o verejný záujem a preto sú tieto siete väčšinou financované z verejných rozpočtov. Siete tiesňových volaní bývajú tvorené skupinou geograficky distribuovaných uzlov, schopných prijímať tiesňové volania a

¹V ČR sa jedná Telekomunikačnú licenciu, ktorú udeľuje ČTU

adekvátnym spôsobom ich odbavovať. Z telefónneho hľadiska sa v prípade tiesňového volania jedná o klasickú IN službu UAN“ *Universal Access Number*“ Za smerovanie tiesňových volaní je podľa súčasnej legislatívy zodpovedný VoIP operátor (VSP). Tento je ale v prípade nomadických účastníkov v silnej nevýhode pokiaľ ide o určovanie ich geografickej polohy. Navrhovaný koncept sa preto snaží preniesť túto zodpovednosť bližšie k účastníkovi.

- **Lokálny regulátor**, je štátny úrad pre reguláciu telekomunikačného trhu a stanovovanie podmienok pre vykonávanie podnikateľskej činnosti v oblasti elektronických komunikácií. Tento subjekt okrem iného prideluje operátorom rozsahy národných telefónnych čísel. Koncept navrhuje aby práve lokálny regulátor (alebo ním poverený subjekt) bol správcom národnej nomadickej signalizačnej siete.

Princípy smerovania, adresovanie a základné procedúry

Metodika smerovania signalizačných správ v navrhovanej sieti sa čitateľovi sama od seba hodne ozrejní, keď zdôrazníme fakt, že v sieti vlastne nedochádza k žiadnemu skutočnému smerovaniu hovorov ako takému. Smerovanie hovorov na základe zdrojových a cieľových čísel je aj naďalej výhradne záležitosťou VoIP operátora a jeho vnútornej siete. Jedinou úlohou navrhovanej nomadickej siete je signalizčne spájať koncový SIP terminál nomadického účastníka so SIP serverom jeho VoIP poskytovateľa. Smerovanie v sieti sa potom náhle zjednodušuje na dve prosté úlohy:

1. **Smerovať SIP žiadosti koncového UA k jeho VoIP poskytovateľovi.**
 - jednoznačnou adresou cieľa je potom doménové meno bránového servera poskytovateľa, napríklad `home1.net` toto meno sa dá priamo preložiť na príslušnú IP adresu pomocou DNS dotazu. Celá sieť je neverejná spravovaná jedným konkrétnym subjektom (regulátorom) a adresy sú v tejto sieti pridelené kompletne staticky.
 - adresa bránového serveru poskytovateľa je staticky nakonfigurovaná v terminále účastníka a s jeho pohybom po sieti sa nemení
2. **Smerovať žiadosti od bránového serveru poskytovateľa k nomadickým účastníkom tam, odkiaľ sa práve zaregistrovali.**
 - Na riešenie tejto úlohy je použité štandardné SIP rozšírenie „Path“ podľa RFC-3327
 - Zjednodušene možno princíp „Path“ popísať tak, že pri registrácii sa aktuálny AS pod ktorého pôsobnosť sa nomadický účastník práve zatúlal „podpíše“ do signalizácie a domovský registrar server účastníka potom smeruje všetky žiadosti určené účastníkovi na adresu z tohoto podpisu. Koncové doručenie potom zabezpečí samotný AS.

Zjednodušene možno vyhlásiť, že tam, kde doteraz bol bránový server (SBC) VoIP operátora „vystrčený“ do verejného internetu, aby zbieral SIP registrácie od nomadických užívateľov (túlajúcich sa po celom verejnom internete),

je toto prakticky dost' problematické rozhranie novo nahradené práve navrhovanou signalizačnou sieťou, ktorá umožňuje bránový server operátora „schovať“ do neverejnej siete a registrácie nomadických účastníkov zbierať sofistikovanejším spôsobom. Zdôraznime že navrhovaná sieť sa zaoberá výhradne signalizáciou. Prenos užívateľskej informácie zostáva naďalej záležitosťou verejnej IP siete. Aj v oblasti prenosu RTP poskytuje navrhovaný koncept isté zlepšenia.

Rozšírenia protokolu SIP Okrem konceptu nomadickej VoIP siete sú v práci navrhnuté tri rozšírenia protokolu SIP:

- Podpora transparentného prenosu RTP paketov pomocou RTP proxy:

Zmyslom rozšírenia je, aby odosielateľ SDP ponuky mohol vymenovať deskriptory zamýšľaného média oklieštené o položky, ktoré transparentné RTP proxy nemusia zaujímať. Skutočný popis média potom môže byť zabezpečený spôsobom akým koncové UA uznajú za vhodné, ak pritom vezmú v úvahu modifikácie IP adresy a portov vykonané entitou ovládajúcou RTP proxy. Správne priradenie položiek transparent k tým skutočným, zaisťujú samotné poradie ich zápisu. Príklad takto štruktúrovanej správy nasleduje:

```

INVITE sip:bob@biloxi.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP pc33.atlanta.com;branch=z9hG4bKnashds8
To: Bob <sip:bob@biloxi.com>
From: Anonymous <sip:anonymous@atlanta.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710
CSeq: 314159 INVITE
Max-Forwards: 70
Date: Thu, 21 Feb 2002 13:02:03 GMT
Contact: <sip:pc33.atlanta.com>
Content-Type: multipart/signed; protocol="application/pkcs7-signature"; micalg=sha1; boundary=boundary42
Content-Transfer-Encoding: base64
Content-Disposition: attachment; filename=smime.p7m; handling=required
Content-Length: XYZ
*****Začiatok transparentného SDP*****
--boundary42
Content-Type: application/sdp
c=IN IP4 pc33.atlanta.com
m=transparent 3456
***** Zafiltrovaná správa SIP ... *****
***** ...všetne kľúčov pre SRTP*****
--boundary42
Content-Type: message/sip
INVITE sip:bob@biloxi.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP pc33.atlanta.com;branch=z9hG4bKnashds8
To: Bob <bob@biloxi.com>
From: Alice <alice@atlanta.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710
CSeq: 314159 INVITE
Max-Forwards: 70
Date: Thu, 21 Feb 2002 13:02:03 GMT
Contact: <sip:alice@pc33.atlanta.com>
Content-Type: application/sdp
v=0
o=Alice 53655765 2353687637 IN IP4 pc33.atlanta.com
s=Session SDP
t=0 0
c=IN IP4 pc33.atlanta.com
a=key-mgmt:mikey HRoYXQgYnkgYSBw...
a=key-mgmt:hypokmp mR1ZmF0aVdhYmx1...
m=audio 3456 RTP/AVP 0 1 3 99
a=rtcpmap:0 PCMU/8000

```

- Overenie kontinuity prenosu RTP paketov - RTP *continuity check* (RTP-COT)

– Rozšírenie navrhuje vznik novej signalizačnej procedúry s názvom COT. V prostredí reálnych VoIP sietí na báze protokolu SIP nezriedka nastáva situácia, keď parametre RTP relácie(RTP session) dohodnuté pomocou protokolu SDP, neodrážajú skutočné podmienky a možnosti IP siete. Výmenu RTP paketov medzi koncovými bodmi potom nie je možné realizovať a to napriek predchádzajúcej úspešnej SIP/SDP

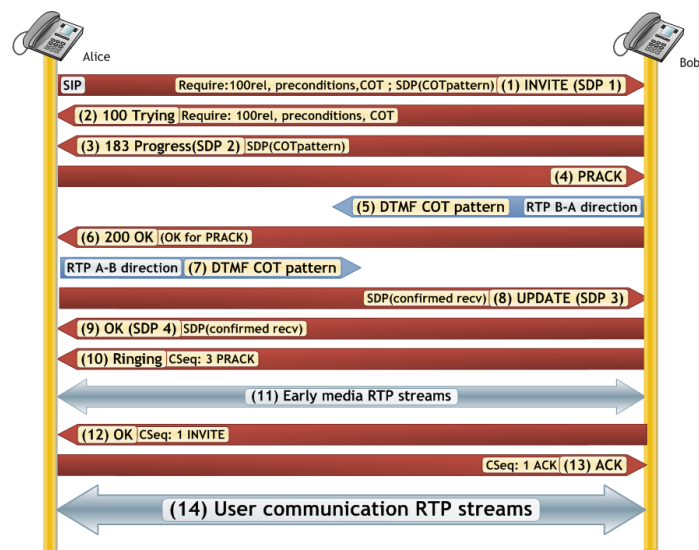
signalizačnej výmene². Takáto situácia sa najčastejšie v praxi prejaví tak, že SIP telefón volaného zazvoní, tento hovor prijme, ale účastníci sa navzájom nepočujú (prípadne počujú iba jedným smerom). Z hľadiska SIP signalizácie však hovor prebieha ďalej, pričom môže byť (a často býva) tarifkovaný. Samozrejme „škoda“ nebýva veľká, nakoľko takýto hovor pravdepodobne veľmi skoro ukončia sami účastníci (položia). Aj tak je ale nepríjemné, že v SIP signalizácii za súčasných podmienok nemožno rozoznať korektný krátky hovor (napríklad omyl) od vyššie uvedeného nežiadúceho scénára.

Navrhované rozšírenie nie je prvým pokusom o vysporiadanie sa s týmto problémom. Všeobecný model, ktorý SIP pre tieto prípady navrhuje je systém takzvaných predpokladov „Preconditions“. Zjednodušene ide o to, že UA vystupujúci ako SDP navrhovateľ (SDP offerer) uvedie do svojej SDP ponuky (SDP offer) zoznam podmienok, ktorých naplnenie vyžaduje predtým, než sa má multimediálna relácia uskutočniť. V SDP odpovedi podobný zoznam uvedie aj príjemca a až sa podmienky na oboch stranách podarí naplniť, vzájomne sa o tom obidve strany informujú SIP výmenou UPDATE+OK, následne vlastná relácia započne. Táto problematika sa v doporučeníach rozoberá z viacerých uhlov a na viacerých miestach. Konkrétne „connectivity preconditions“ rieši RFC 5898, rozoberá ale iba prípady, kedy RTP relácia je nadväzovaná buď pomocou spojovo orientovaného protokolu (napríklad TCP) alebo s využitím ICE protokolu podľa RFC 5245. ICE režim si však vyžaduje podporu príslušného protokolu pre NAT traversing a to na strane UAC, aj UAS. V neposlednom rade tiež vyžaduje prítomnosť spolupracujúceho STUN-servera. Takáto konfigurácia sa v praxi všeobecne málo vidí (pokiaľ vôbec) a oveľa častejšia je situácia, kedy sa na strane užívateľských terminálov žiadna špeciálna podpora SIP NAT traversingu nevyžaduje (naopak sa užívateľom doporučuje ju vypínať) a prekonávanie NAT sa rieši použitím symetrického RTP (symmetric-RTP) v kombinácii s RTP proxy, alebo B2BUA servera s verejnou IP adresou na strane operátora. Navrhovaná procedúra COT dáva koncovým zariadeniam možnosť prakticky overiť, že RTP pakety sú skutočne schopné sieťou prúdiť tak, ako bolo v SDP signalizácii dohodnuté a to ešte pred zazvonením terminálu volaného. Procedúra je rozšírením „connectivity preconditions“ definovaného v RFC 5898 a využíva model v tomto dokumente navrhnutý. Procedúru COT znázorňuje obrázok 2

- Ztrata RTP komunikácie - *RTP lost*

V SIP sieťach nastávajú stavy, kedy prúd RTP paketov v rámci predtým úspešne nadviazanej RTP relácie z ničoho nič ustane. Dôvodom pre vznik takejto situácie býva najčastejšie expirácia „diery“ v NAT alebo všeobecne chybné fungujúce zariadenie ALG na lokálnom prístupovom smerovači užívateľa. Protokol SIP je navrhnutý tak, že svoje nadviazané RTP relácie nedohľadá a nemá žiadnu páku, ako sa korektne signalizačne vysporiadať s ich nečakanou stratou. Neželaný scénár býva keď sa účastníci jedným alebo aj oboma smermi jednoducho zrazu prestanú počuť, pričom však SIP hovor z hľadiska signalizácie „beží ďalej“. Samozrejme jeden z účastníkov

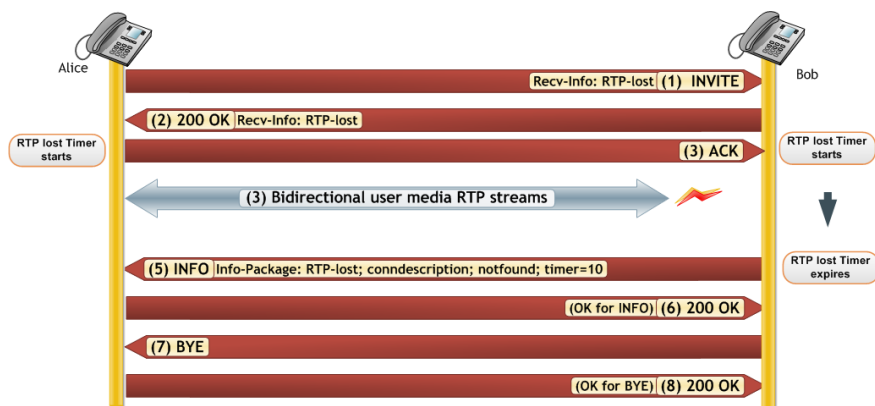
²Najčastejším dôvodom takéhoto stavu býva samozrejme nezvládnutie prechodu cez NAT



Obrázek 2: procedúra COT

v takom prípade skôr, či neskôr sám hovor ukončí(zavesí). Výsledkom je ukončenie hovoru použitím metódy BYE, ktoré sa v signalizácii nijako nedá rozoznať od štandardne ukončeného SIP hovoru.

- Účelom procedúry je nič viac, než na úrovni protokolu SIP signálne zachytiť skutočnosť, že na strane UA odosielajúceho správu INFO došlo k neočakávanému prerušeniu RTP spojenia. Teda informovať o strate komunikujúcu protistranu (prípadne nejaký SIP server na trase napríklad SBC).
- Procedúra RTP-lost neznamená automatické ukončenie hovoru ale môže k nemu viesť, to je záležitosť preferencií zúčastnených UA.
- Rozšírenie RTP-lost v rámci terminológie RFC 6086 definuje nový takzvaný „INFO-balík“ (INFO-package) s názvom **RTP-lost**.
- Podporu rozšírenia „RTP lost“ delkaruje UA vo svojich správach v hlavičkách **Recv-Info**, tým dáva protistrane najavo, že si želá byť informovaný o prípadnej strate RTP relácie.
- Samotný informačný obsah sa prenáša v hlavičke **Info-Package** podľa RFC 6086 a jeho obsahom sú nasledujúce položky:
 1. Názov balíka: **RTP-lost**
 2. Popis chýbajúceho media ako kópia „m“ a „c“ riadkov SDP protokolu popisujúcich IP adresu a port príslušnej RTP relácie
 3. Informácia o tom, či popisované RTP pakety v minulosti dorážali:
 - * **notfound** v prípade, že dotknuté RTP pakety do miesta určenia nikdy v minulosti nedorážili
 - * **lost** v prípade, že dotknuté RTP pakey v minulosti dorážali a neskôr prestali.
 4. Informácia o časovači, ktorý bol použitý pri detekcii straty :
timer=XY



Obrázek 3: procedúra RTP lost

Priebeh navrhovanej procedúry ukazuje obrázok3

VÝSLEDKY

Práca poskytuje návrh konceptu pre vybudovanie národnej nomadickej siete, a rozvalu nad možnosťami jej nasadenia. Najdôležitejším prvkom navrhovanej nomadickej VoIP siete je AS prístupový server. Tento umožňuje geografickú distribúciu rozhodovacej logiky tam kde to má význam a zároveň vytvára toľko potrebnú väzbu medzi poskytovateľom VoIP služby a lokálnym poskytovateľom IP prístupu. Nomadická sieť, spravovaná regulátorom túto väzbu sprostredkováva.

V praxi bude potrebné postupovať zhruba nasledovne.

- Najprv samozrejme musí regulátor vyhodnotiť zámer budovania navrhovanej siete ako užitočný.
- Regulátor položí základ takejto siete vo forme niekoľko málo tranzitných serverov a zaistenia na začiatok aspoň obmedzeného počtu prepojov do národného systému tiesňových volaní (PSAP) Je možné si ľahko predstaviť, že časom vznikne komerčný subjekt, ktorého regulátor poverí správou a prevádzkou národnej nomadickej siete (obdobne ako dnes napríklad spoločnosť CNPAC spravuje databázu prenesených čísel v ČR)
- Ďalej je nutné definovať presne signalizačné vlastnosti AS a parametre konfigurácie AS. Potom môžu vzniknúť subjekty, ktoré budú dodávať IP poskytovateľom funkčné AS, vo forme hotových riešení na kľúč. Pravdepodobne vzniknú spoločnosti schopné dodať hotové AS s kapacitou a schopnosťami podľa zadania a zároveň vybaviť aj formality potrebné pre získanie adresy pre AS od regulátora. Takisto je pravdepodobné, že subjekt spravujúci národnú nomadickú sieť bude sám schopný aktívne ponúkať a prenajať funkčné AS, ISP ktorí o to prejavia záujem. Služby týchto spoločností môže poľahky využiť každý ISP, ktorý bude chcieť zlepšiť podmienky pre poskytovanie VoIP služieb vo svojich sieťach.

- Na tomto mieste zdôrazníme, že taký AS nie je na dnešné pomery nijako zložité, ani nákladné zariadenie. Jedná sa o SIP proxy s pridruženým RTP proxy. Vzhľadom na možné počty účastníkov a bežné výkony systémov tohoto typu je úplne namieste vyhlásiť, že AS postavený napríklad na Open-Source systéme Kamailio spolu s Sippy RTPproxy by bol na HW bežného kancelárskeho PC schopný s rezervou odbaviť celú nomadickú premávku dajme tomu sídliska, alebo mestskej časti.
- S rastúcim počtom účastníkom by samozrejme bolo možné počty AS, ich kapacitu a s tým potrebné počty tranzitných serverov v regulátorovej sieti patrične navyšovať.
- pokiaľ ide o VoIP operátorov, tak tí z technického hľadiska nemusia robiť takmer nič.
 - Stačí ak pripoja rozhranie svojej existujúcej VoIP infraštruktúry, ktoré doteraz zbieralo registrácie od účastníkov z verejného Internetu do novo vzniknutej nomadickej siete. Počíta sa s tým že tento krok bude za poplatok prevádzkovateľovi.
 - Pokiaľ ide o nároky na rozšírenia signalizačného protokolu SIP, tak jediným naozaj nevyhnutným rozšírením je „Path“ túto podmienku splní už teraz bez problémov 99% existujúcich VoIP CN inštalácií u operátorov.
- Účastníkovi nevyplývajú zo zavedenia navrhovaného konceptu prakticky nijaké povinnosti, okrem potreby konfigurovať adresu miestneho AS pri návšteve novej siete. Tento akt je porovnateľný s aktom konfigurácie hesla do WiFi pri návšteve novej siete navyše existujú už technológie, ktoré by v prípade podpory v zariadeniach boli schopné pohodlne aj túto konfiguráciu zvládnuť automaticky.

Autor sa nazdáva, že navrhovaný koncept predstavuje životaschopnú variantu, ktorá by mohla umožniť kontinuálny a bezproblémový rozvoj nomadických VoIP služieb na národnej úrovni (pokiaľ by si ju dotknuté subjekty osvojili). Najtvrdšími odporcami navrhovaného riešenia budú s najväčšou pravdepodobnosťou zavedení veľkí operátori. Naopak alternatívni operátori, regulátor a nezávislí ISP by navrhované riešenie mohli uvítať a podporiť. Je možné si predstaviť aj variantu, kedy by navrhovaná nomadická sieť bola najprv vyskúšaná takpovediac „nanečisto“ napríklad v nejakej akademickej sieti.³ Rozhodujúci bude v každom prípade postoj regulátora.

ZÁVĚR

Práca poskytuje návrh originálneho spôsobu riešenia problémov nomadických VoIP účastníkov na národnej úrovni s ohľadom na uspokojenie požiadaniek všetkých subjektov do tohoto procesu vstupujúcich. (účastníka, VSP, ISP, regulátora). Poskytuje rozbor konceptu ako takého a popis jednotlivých modulov navrhovanej siete, ich funkčných vlastností a signalizačných procedúr medzi

³Rozsiahlu celonárodnú IP sieť schopnú simulovať všetky zúčastnené úrovne vlastní v ČR napríklad združenie CESNET

nimi. Koncept sa snaží využívať štandardné a na trhu dostupné komponenty. Garantuje možnosť postupného a nenásilného prechodu od súčasného stavu k nasadeniu navrhovaného konceptu.

Druhotným cieľom práce bolo navrhnúť čiastkové rozšírenia protokolu SIP, ktoré by umožnili rozšíriť všeobecné možnosti nasadenia protokolu SIP. Rozšírenia sú priamo využiteľné v rámci navrhnutého modelu nomadickej VoIP siete.

Seznam v teziích použité literatury

[1] RFC-3261 SIP: Session Initiation Protocol

Publikace vztahující se k disertační práci:

Publikace v impaktovaných časopisech:

- ne

Publikace v recenzovaných časopisech:

- Ján Kučerák Ing, SIP protocol extension proposal, RTP Continuity Check RTP-COT, Access Server 2012
- Ján Kučerák Ing, Architecture of national nomadic VoIP network. Access Server 2012

Patenty:

- ne

Publikace excerptované WOS:

- ne

Publikace ostatní:

- ne

Publikace ostatní:

Publikace v impaktovaných časopisech:

- ne

Publikace v recenzovaných časopisech a odborných konferencích:

- Ján Kučerák Ing. SIP Protocol IPv4 & IPv6 Interoperability 13th International Conference on Research in Telecommunication Technologies 2011
- Ján Kučerák Ing., Šafránek Miroslav Ing - Peering in IMS Network, 12th International Workshop Research in Telecommunication Technologies 2010
- Ján Kučerák Ing. Principy technologie IMS. Teorie a praxe IP telefonie - 3. 2008 Stať ve sborníku z konf. 2008
- Ján Kučerák Ing. Utilization of Open-Source Technologies in Practical Education Proceedings of the 18th EAEEIE Annual Conference 2007

Patenty:

- ne

Publikace excerptované WOS:

- ne

Publikace ostatní:

- Ján Kučerák Ing. UMTS signalling in Core Network, soubor neveřejných přednášek/výukový materiál AJ, 3denní odborné školení, 2008
- Ján Kučerák Ing. Telecommunication Basis, soubor neveřejných přednášek/výukový materiál AJ, 4denní odborné školení, 2008
- Ján Kučerák Ing. Mobile telecommunication networks, soubor neveřejných přednášek/výukový materiál AJ, 5denní odborné školení, 2008
- Ján Kučerák Ing. SIP basic, neveřejná přednáška, soubor neveřejných přednášek/výukový materiál AJ, 2denní odborné školení,
- Ján Kučerák Ing. SIP advanced, soubor neveřejných přednášek/výukový materiál AJ, 3denní odborné školení, 2011
- Ján Kučerák Ing. IMS fundamentals soubor neveřejných přednášek/výukový materiál AJ, 2denní odborné školení, 2010

Bez ohlasů a recenzí

SUMMARY

In the present work author is proposing a concept of national VoIP nomadic network which aims to support the needs of generic nomadic VoIP user. Nomadic user is characterised by the fact that his IP access provider has nothing in common with his Voice over IP services provider. This generates many problems, which no current VoIP network architectures are solving satifyingly. Proposed concept tends to solve majority of problems related to nomadic VoIP services, including location services and geohraphical routing of emergency calls.