

Hodnotenie kvality služieb VoIP

**Ing. Milan Kováčik
VÚS, n.o.**

**Odborný seminár „Slovenská VoIP telefónia“
Banská Bystrica, 29-30.9.2010**

AGENDA

- **Základné pojmy (hlas, , telefónna služba, VoIP, QoS, QoE).**
- **Verejné telefónne siete (TDM, IP) a spôsob zaručenia kvality služby.**
 - **Parametre ovplyvňujúce kvalitu služby VoIP.**
 - **Hodnotenie QoS (z hľadiska prevádzkovateľa siete, používateľa služby), systém hodnotenia QoS.**
 - **Normatívne dokumenty.**
 - **Poruchy kvality služby v sieti VoIP.**

Hovor

- Hovor je prenos jednotlivých častí ľudského hlasu (reči) vo frekvenčnom pásme **90 Hz až 8000 Hz**.
- Kritérium kvality hovoru je možné zjednodušene prezentovať ako vernosť prenosu hlasu - poznanie volajúceho a volaného.
- Referenčná trasa: **1 m** od úst hovoriaceho po ucho počúvajúceho.

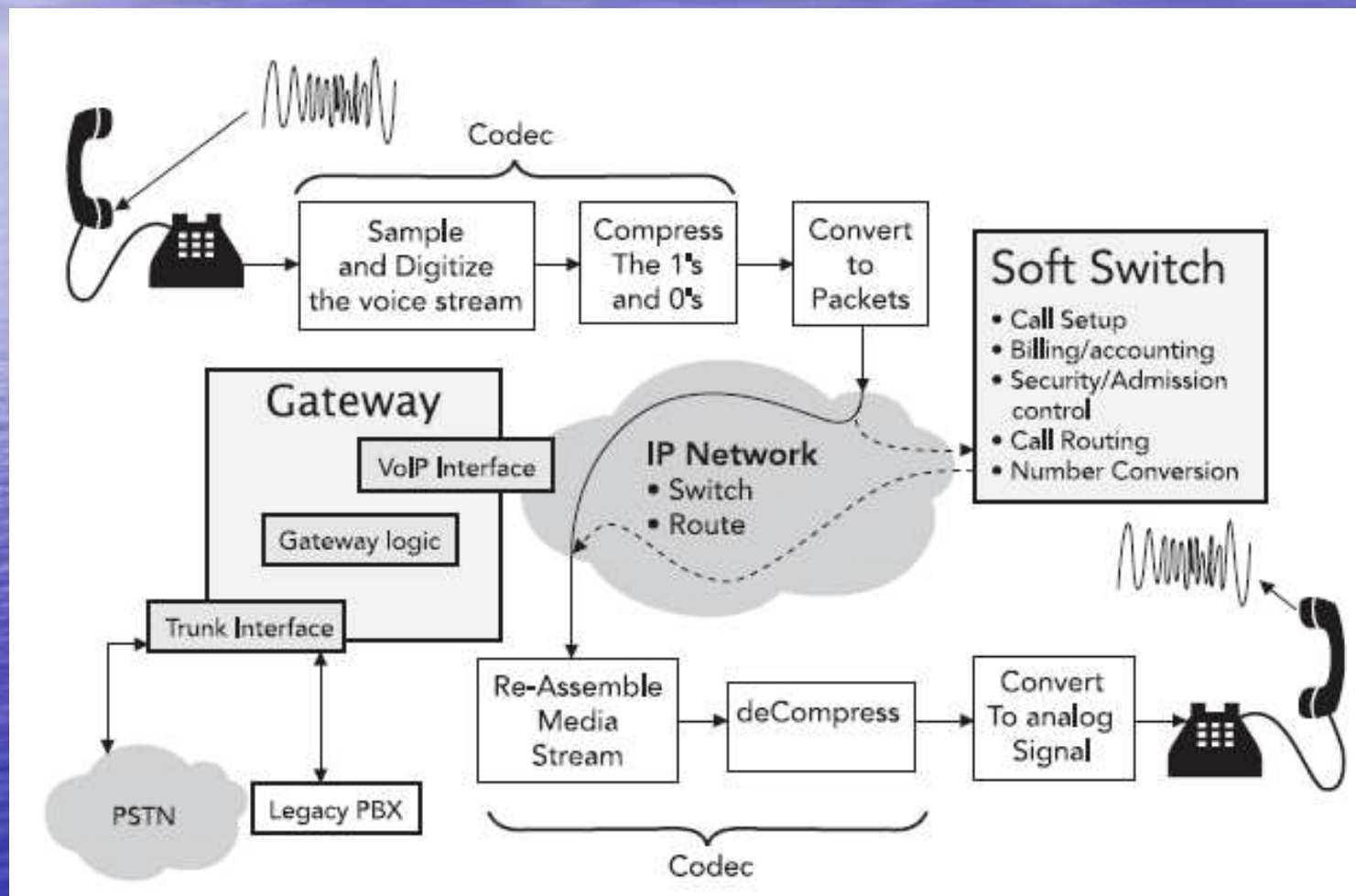
Prenos hlasu

Prenos hlasu **v reálnom čase** musí zabezpečiť komunikácia:

- samostatne v oboch smeroch,
- s minimálnymi časovými oneskoreniami,
- spoľahlivú v oboch smeroch,
- prenos hlasu musí byť identický s kvalitou reči pre verejnú telefónnu službu vo verejnej telefónnej sieti.

Dostupnosť, spoľahlivosť a kvalita hlasu dosahujú určené hodnoty.

Prenos hlasu



Slovenska VoIP telefonija, Banska
Bystrica, 29-30.9.2010

Hlas v EKS

- Technická realizácia prenosu hlasu je **telefónne volanie**:
 - telefónny prístroj a telefónna sieť a komunikačný kanál vytvorený medzi volajúcim a volaným.
 - **analógový prenos** sa uskutočňuje kanálom v pásme 300 Hz až 3400 Hz, + 25 Hz, (50 Hz), 16 kHz (signalizácia).
 - **digitálny prenos** sa uskutočňuje kanálom 64 kbit/s + 16 kbit/s (signalizácia).
 - **paketový prenos** sa uskutočňuje v prenosovom pásme podľa typu kodeka: 21 kbit/s až 106 kbit/s + 150 bit/s (signalizácia)

ZEK

- **Volanie** je elektronické komunikačné spojenie zostavené prostredníctvom **verejnej telefónnej služby**, ktoré umožňuje obojsmernú komunikáciu v reálnom čase (§ 5 ods. 3 ZEK).
- Verejná služba je verejne dostupná služba, o ktorej používanie sa môže uchádzať každý záujemca. **Verejná telefónna služba** je verejná služba na uskutočnenie a príjem národných a medzinárodných **volaní** a na prístup k tiesňovým **volaniam** prostredníctvom jedného alebo viacerých čísel národného alebo medzinárodného číslovacieho plánu. (§ 5 ods. 2 ZEK).
- **Verejná telefónna sieť** sa používa na poskytovanie **verejných telefónnych služieb**; umožňuje prenos hlasovej komunikácie medzi koncovými bodmi siete alebo iné formy komunikácie, ako sú napríklad faksimilný prenos alebo prenos dát (§ 4 ods. 2 ZEK).

Telefónna služba

- **Verejná telefónna služba, § 5, ods.2 ZEK.**

- **Univerzálna služba, § 50 ZEK:** Univerzálna služba je minimálny súbor služieb, ktoré sú dostupné v určenej kvalite na celom území štátu všetkým koncovým užívateľom bez ohľadu na ich geografickú polohu a za prijateľnú cenu, ktorou je cena zohľadňujúca úroveň spotrebiteľských cien a príjmy obyvateľov:

(**pripojenie** k verejnej telefónnej sieti na pevnom mieste, **prístup** k verejnej telefónnej službe -telefax, modem, internet, úplný **telefónny zoznam**, **informačná služba** o telefónnych číslach, **VTA**, **bezplatné tiesňové volania - 112**, poskytovanie verejnej telefónnej služby pre **zdravotne postihnutých** používateľov).

Internetová telefónia (Voice over Internet).

VoIP

Služba VoIP pozostáva z obojsmerného prenosu vzoriek ľudskej reči **v paketoch**, v elektronickej komunikačnej sieti smerovaných na základe **protokolu IP**.

Na poskytovanie telefónnej služby sú dôležité:

- **Signalizácia a protokoly** na zostavenie spojenia, na overenie totožnosti a oprávnenie na použitie služby, na smerovanie a spoplatnenie volania.
- **Protokoly** na prenos, kódovanie a paketizáciu hlasu a transport v sieti v zodpovedajúcej kvalite.

VoIP

Voice over Internet (VoI) – hlas cez internet

- Prevádzkuje sa vo **verejnej internetovej sieti** a nie je viazaný s prístupom koncového používateľa k širokopásmovému internetu.
- **Telefónne volanie** sa realizuje pripojením k existujúcej sieti internet.

VoIP

Voice over Broadband (VoB) – hlas cez širokopásmový prístup

- VoDSL po metalickom vedení,
 - VoCATV v sieti káblovej TV,
 - VoFTTx po optickom vedení,
 - VoWLAN v rádiovnej sieti.
-
- Poskytovateľ často kombinuje VoIP s prístupom k internetu alebo IPTV (triple play, double play).
 - Technológia VoIP prenáša dáta v prístupovej sieti.
 - Prevádzkovateľ kontroluje parametre kvality služby VoIP a širokopásmového internetu.

VoIP

Verejná telefónna služba je verejná služba na uskutočnenie a príjem národných a medzinárodných volaní a na prístup k tiesňovým volaniam prostredníctvom jedného alebo viacerých čísel národného alebo medzinárodného číslovacieho plánu.

Verejná telefónna služba s IP je rovnocenná telefónnej službe vo verejnej telefónnej sieti.

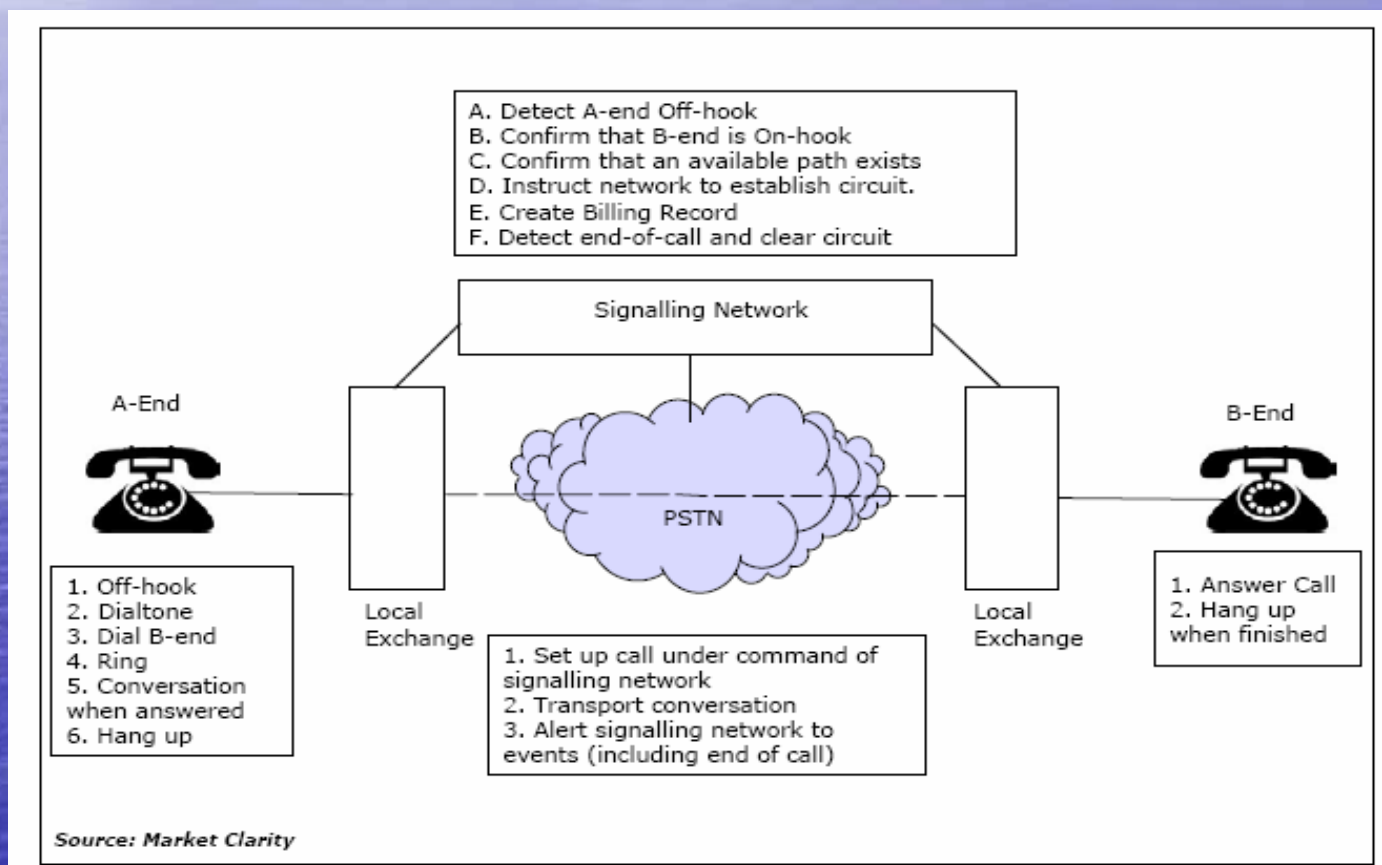
- umožňuje vzájomnú komunikáciu medzi KZ v pevnej sieti a mobilnej sieti, ako aj roaming.

Telefónna sieť by mala lokalizovať používateľa pomocou funkcie identifikácie účastníka.

V sieťach NGN sa predpokladá využívanie jedného telefónneho čísla bez ohľadu na to, kde sa používateľ nachádza a ktoré KZ používa.

Účastníka nezaujíma technická realizácia poskytovateľa služby ale kvalita poskytovanej služby.

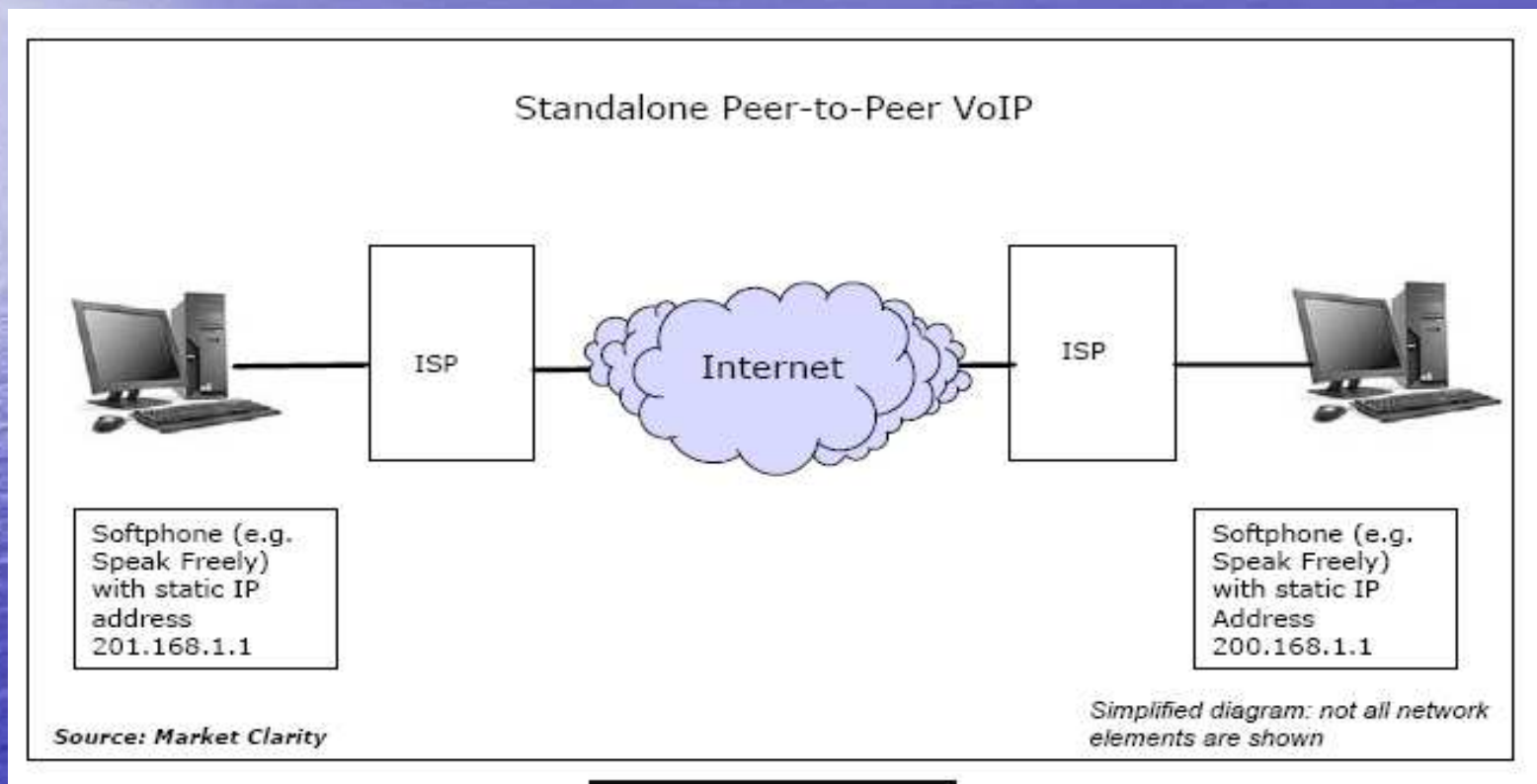
Klasická telefónna sieť



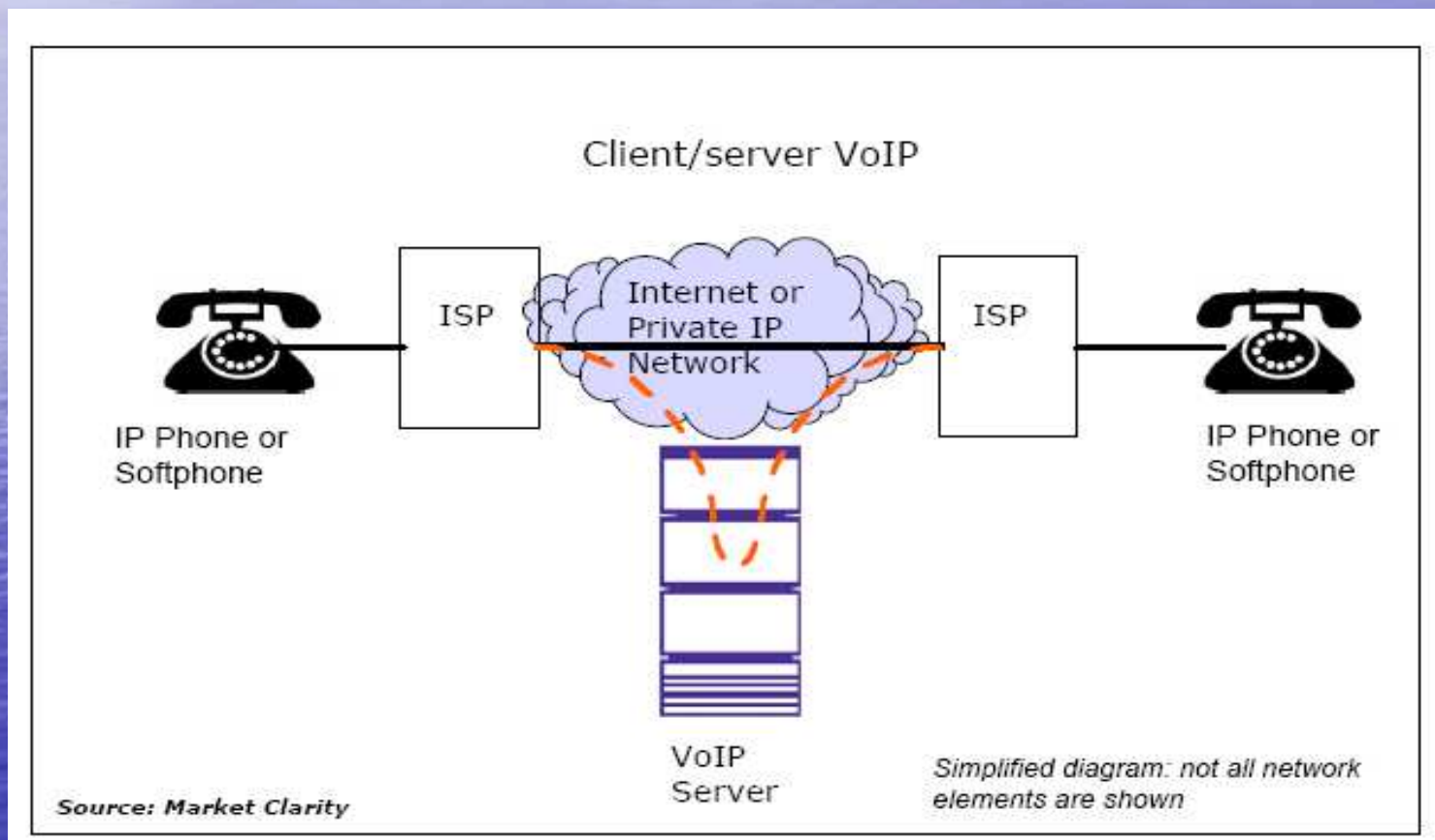
Klasická telefónna sieť

- signalizácia,
- databázové služby,
- vytvorenie, udržanie a ukončenie volania,
- digitálna konverzia hlasového signálu.

VoIP medzi partnermi

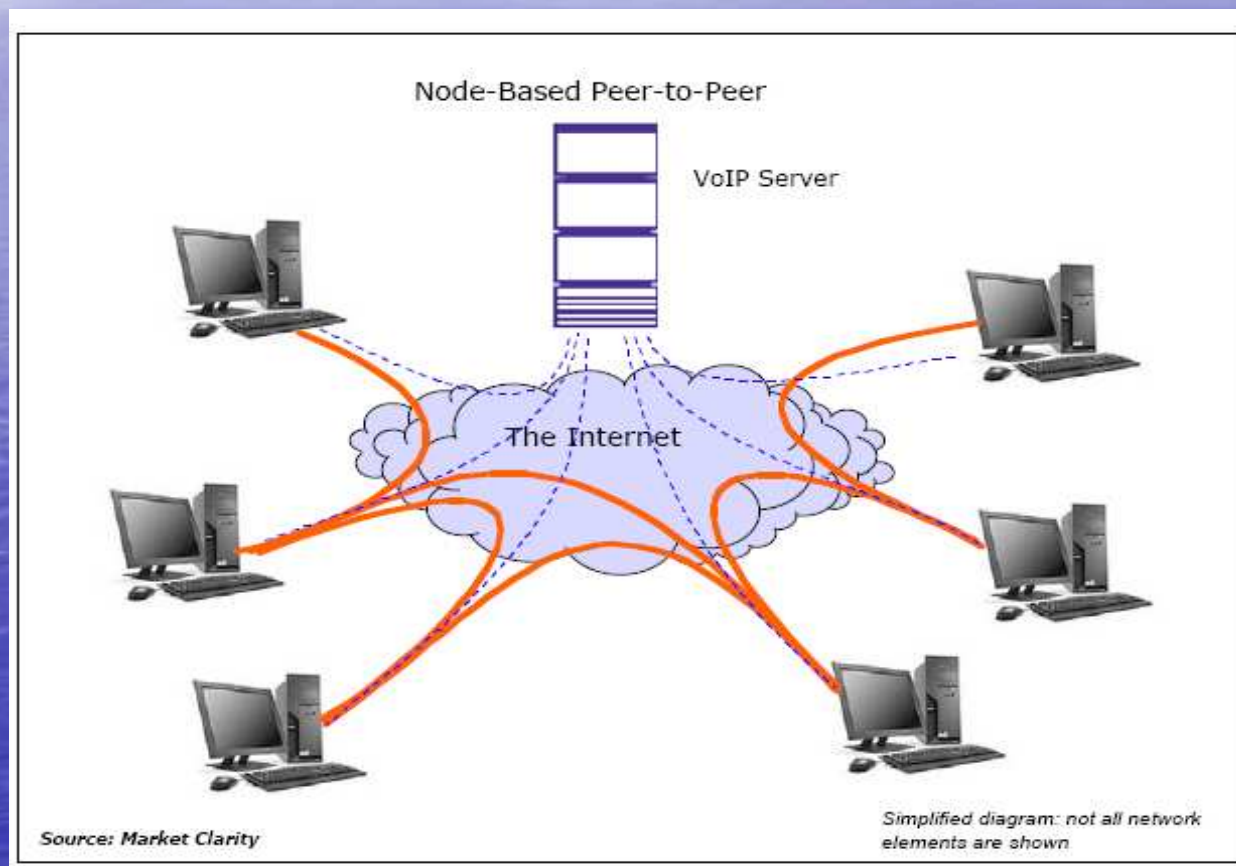


VoIP klient-server



Slovenská VoIP telefónia, Banská
Bystrica, 29-30.9.2010

VoIP v sieti internet



Slovenská VoIP telefónia, Banská
Bystrica, 29-30.9.2010

Siete VoIP

- **signalizácia,**
- **datábázové služby,**
- **vytvorenie, udržanie a ukončenie volania,**
- **digitálna konverzia hlasového signálu.**

Kvalita služby

Quality of Experience (QoE) – kvalita vnímania

- **Subjektívne hodnotenie kvality** aktuálne prijatej služby používateľom.
- Hodnotia sa **ukazovatele kvality** hlasových, multimedálnych, a dátových služieb.

Kvalita služby

Quality of Service (QoS) – kvalita služby

- **optimalizačný nástroj** navrhnutý na doručenie určitej QoS tak, že sieťové prvky používajú konzistentné spracovanie prevádzkových tokov počas prechodu sieťou.
- v sieti IP definuje QoS **schopnosť siete** doručiť prevádzku s parametrami definovanými prevádzkovateľom siete a požadovanými pre akceptovanie prevádzky používateľom - **výkonnosť siete**. Skúšanie výkonnosti je povinné - súčasť zmluvy alebo samostatne nad rámec zmluvy. Skúšanie je pasívnym alebo aktívnym monitorovaním.

QoS

QoS charakterizuje kombinácia faktorov ovplyvňujúcich výkonnosť, prevádzku, bezpečnosť a faktorov špecifických pre každú službu.

Všeobecnú definíciu samotnej kvality poskytuje norma **ISO 8402**. Kvalita predstavuje :

„Úplnosť charakteristík príslušnej jednotky, ktoré udržiavajú jej schopnosť spĺňať stanovené a odvodené potreby.“

Podobne definuje kvalitu norma **ISO 9000** ako:

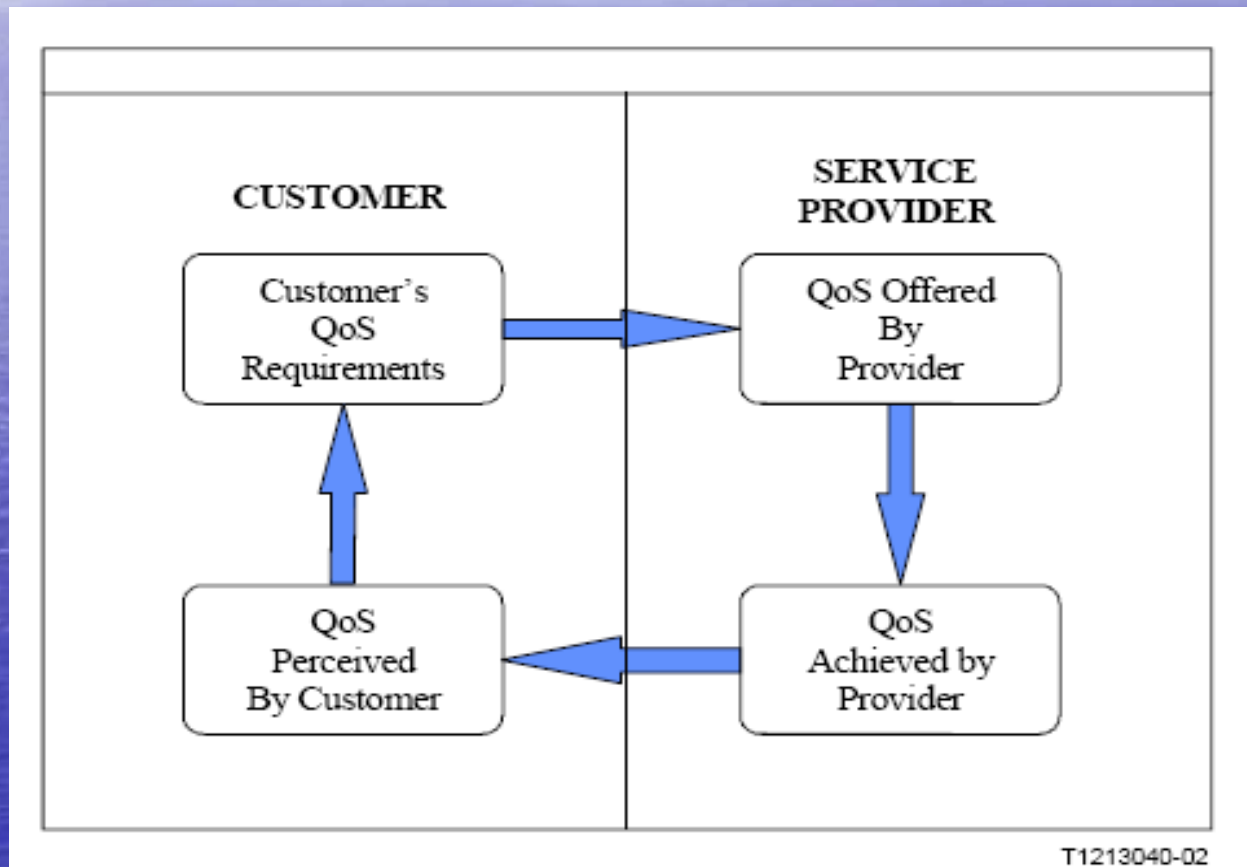
„Stav, v ktorom nastavené podstatné charakteristiky spĺňajú požiadavky.“

QoS

Pre využitie v prostredí elektronických komunikačných sietí snahu o objektívne hodnotenie a celkové posúdenie QoS reprezentuje odporúčanie **ITU-T E.800**. Definícia znie:

„Kvalita služby je súhrnný vplyv vlastností služby, ktoré určujú mieru spokojnosti používateľa služby.“

Štyri hľadiská QoS



QoS

Koncept štyroch hľadísk zohľadňuje:

- požiadavky **používateľa** služby na QoS,
- QoS ponúkanú **poskytovateľom** služby (plánovanú/cieľovú QoS),
- dosiahnutú alebo poskytovanú QoS **poskytovateľom** služby,
- QoS vnímanú **používateľom** služby (prehľadné hodnotenie QoS).

QoS

Požiadavky používateľa na QoS

- vyjadrujú **úroveň** QoS požadovanú používateľom.
- ukazovatele kvality **sú určené** používateľom.

QoS

QoS ponúkaná poskytovateľom služby - ukazovatele kvality sú jednoznačne špecifikované v zmluvách a môžu sa využiť nasledovne:

- Ako **základ pre SLA** medzi poskytovateľom služby a používateľmi na základe obojstrannej dohody.
- **Zverejnenie úrovne kvality** poskytovateľom služby, ktorú môže používateľ všeobecne očakávať.
- Východisko pre **plánovanie a udržiavanie** služby s danou úrovňou výkonnosti.
- Východisko pre **rozhodovanie používateľa** o tom, ktorá úroveň kvality ponúkaná jednotlivými poskytovateľmi služby spĺňa jeho osobitné požiadavky.

QoS

Dosiahnutá alebo poskytovaná QoS poskytovateľom služby - je aktuálna úroveň kvality dosiahnutá alebo poskytovaná poskytovateľom služby a môže sa použiť nasledovne:

- Ako východisko na **porovnanie** poskytovanej služby s ponukami ostatných používateľov, s požiadavkami zverejnenými regulačným úradom a na kontrolu SLA.
- Ako východisko pre **korekčnú činnosť** poskytovateľa služby.

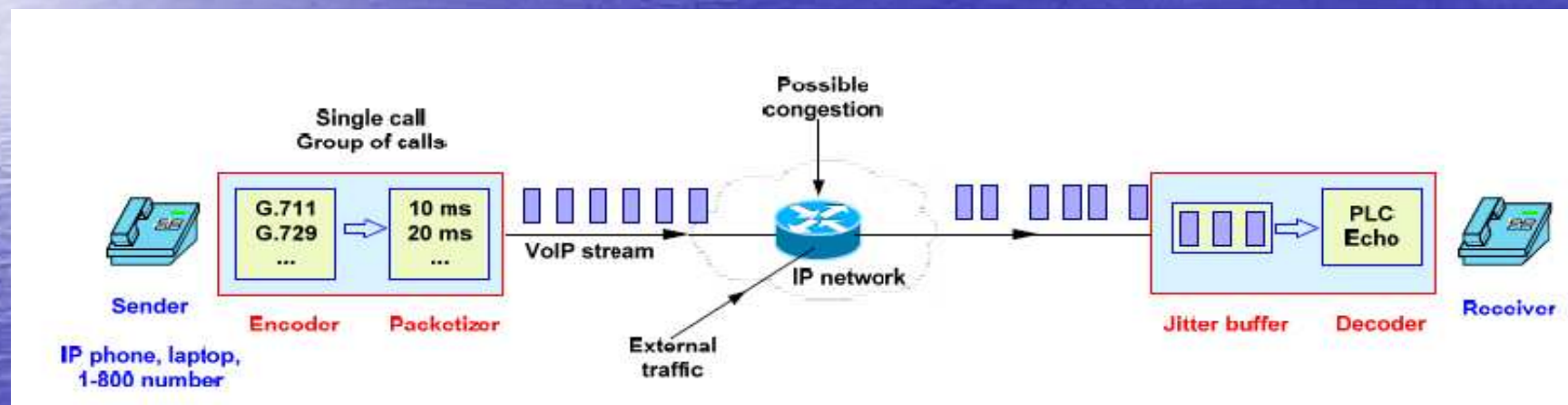
QoS

QoS vnímaná používateľom - môže sa vyjadriť hodnoteniami založenými na zákazníckych prieskumoch a je indikátorom hodnotenia úrovne prijatej alebo očakávanej kvality služby používateľom.

Hodnotenia sa môžu použiť na:

- **Porovnanie** s poskytovanou kvalitou a na **identifikáciu** príčin akýchkoľvek pochybností.
- **Plánovanie** korekčných činností.

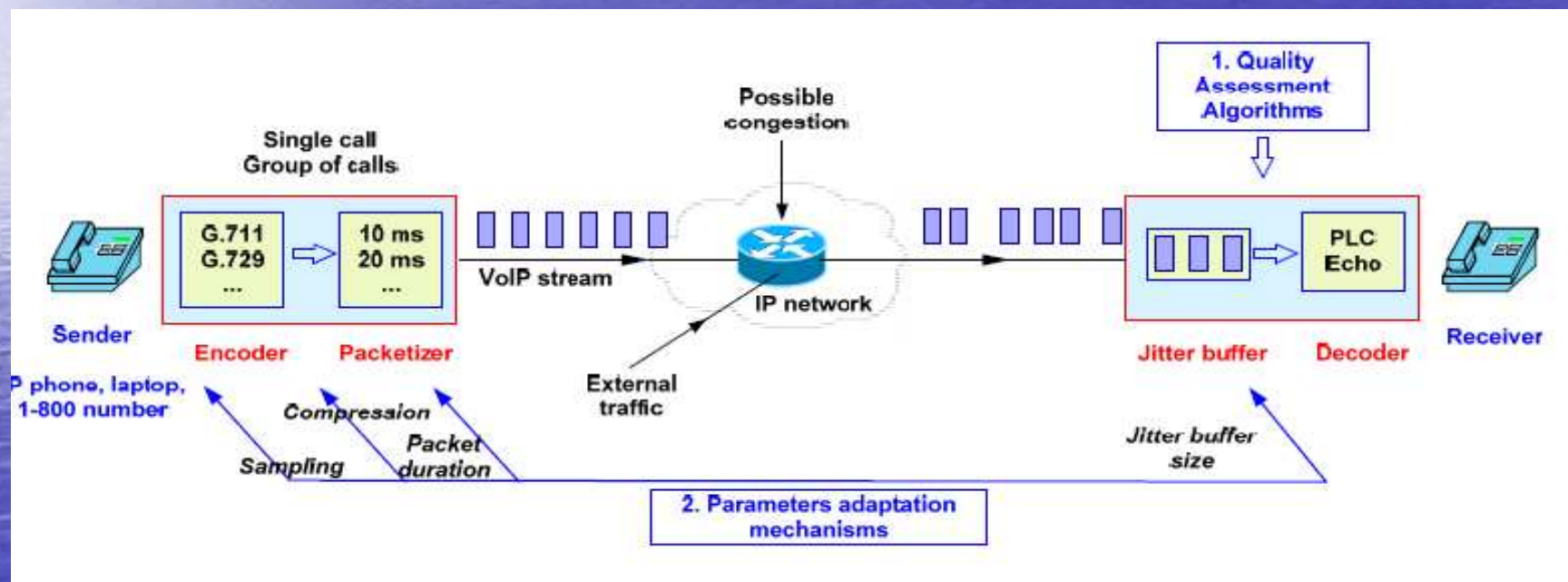
Volanie v sieti bez QoS



Neprispôsobivý systém

Slovenská VoIP telefónia, Banská
Bystrica, 29-30.9.2010

Volanie v sieti s QoS



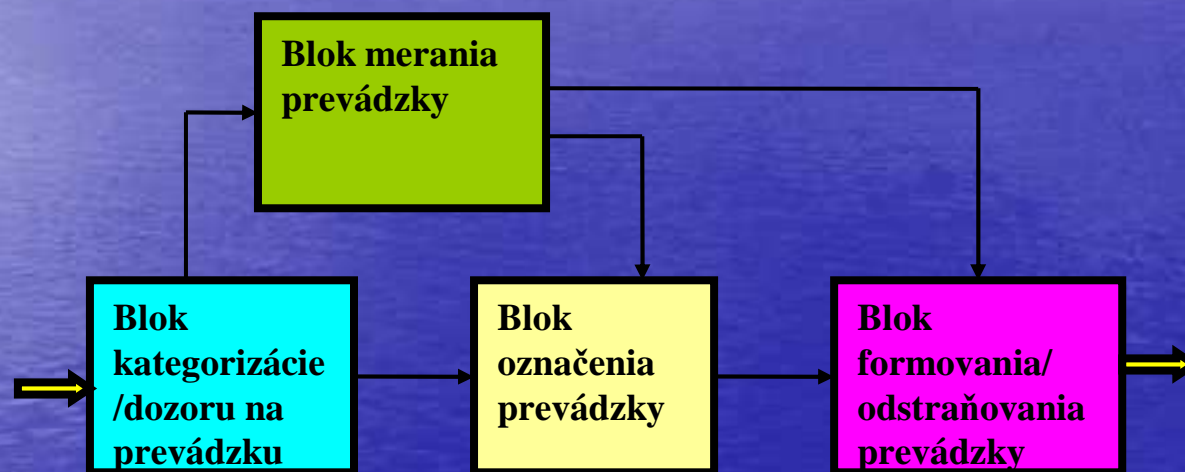
Prispôsobivý systém

Slovenská VoIP telefónia, Banská
Bystrica, 29-30.9.2010

Riadenie QoS

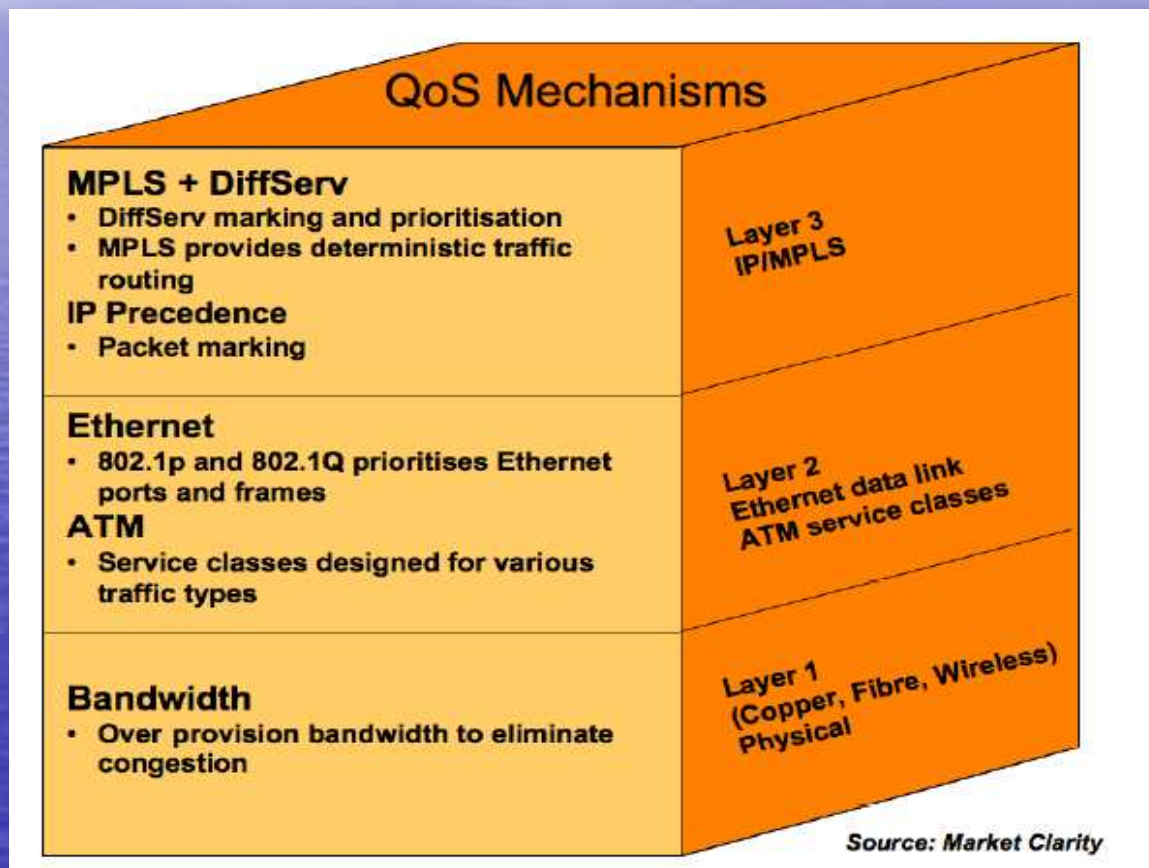
- QoS súvisí so schopnosťou siete poskytovať lepšiu službu pre **označenú prevádzku** v sieti, často sa nazýva riadenie prevádzky.
- Postup riadenia:
 - **identifikácia** prevádzky,
 - **označovanie** paketu,
 - **kategorizácia** prevádzky: vyslanie vo vopred definovanej trase s identifikáciou v každom uzle.

Riadenie QoS

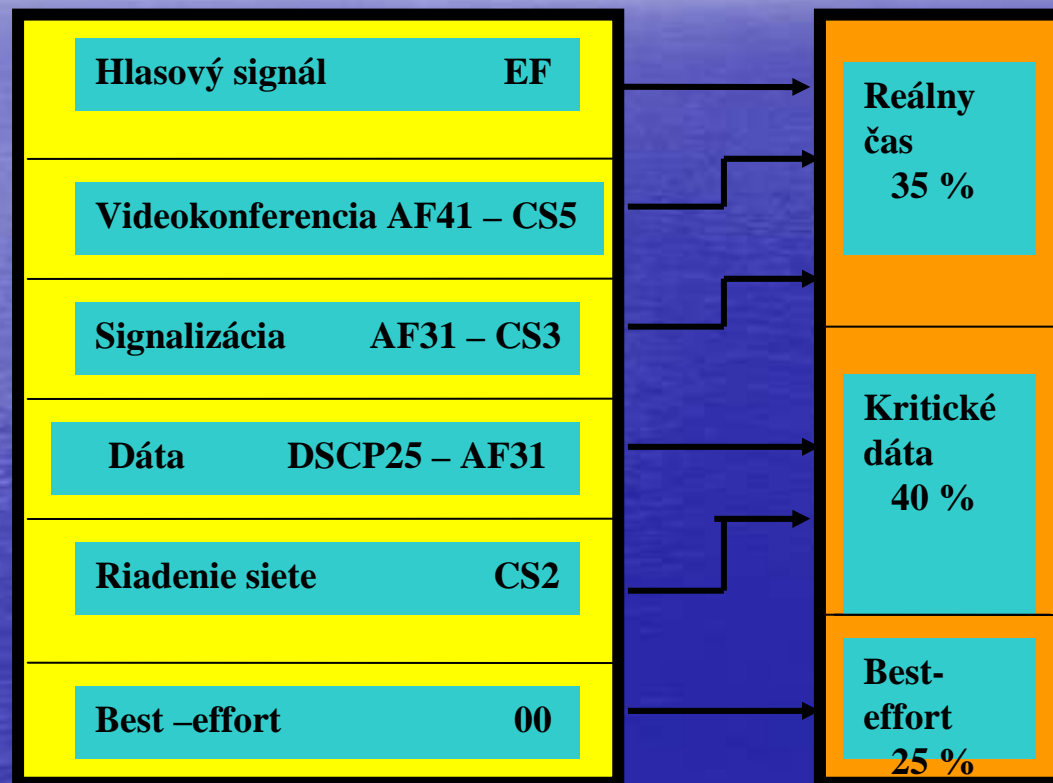


Model úpravy prevádzkového toku pre zaistenie QoS

Riadenie QoS - vrstvy L1 až L3



DiffServ - QoS



Riadenie QoS

Mechanizmy QoS, využívané na vrstve IP

- ***Vstupná kontrola***: kontrola vstupu toku do siete.
- ***Kategorizácia paketu***: kategorizácia dát založená na vstupnej kontrole, tiež môže obsahovať označovanie paketov.
- ***Riadenie šírky pásma***: rezervácia dostatočnej šírky pásma v prostriedkoch siete.
- ***Riadenie zásobníka***: určuje správanie dát vo vyrovnávajúcom zásobníku.

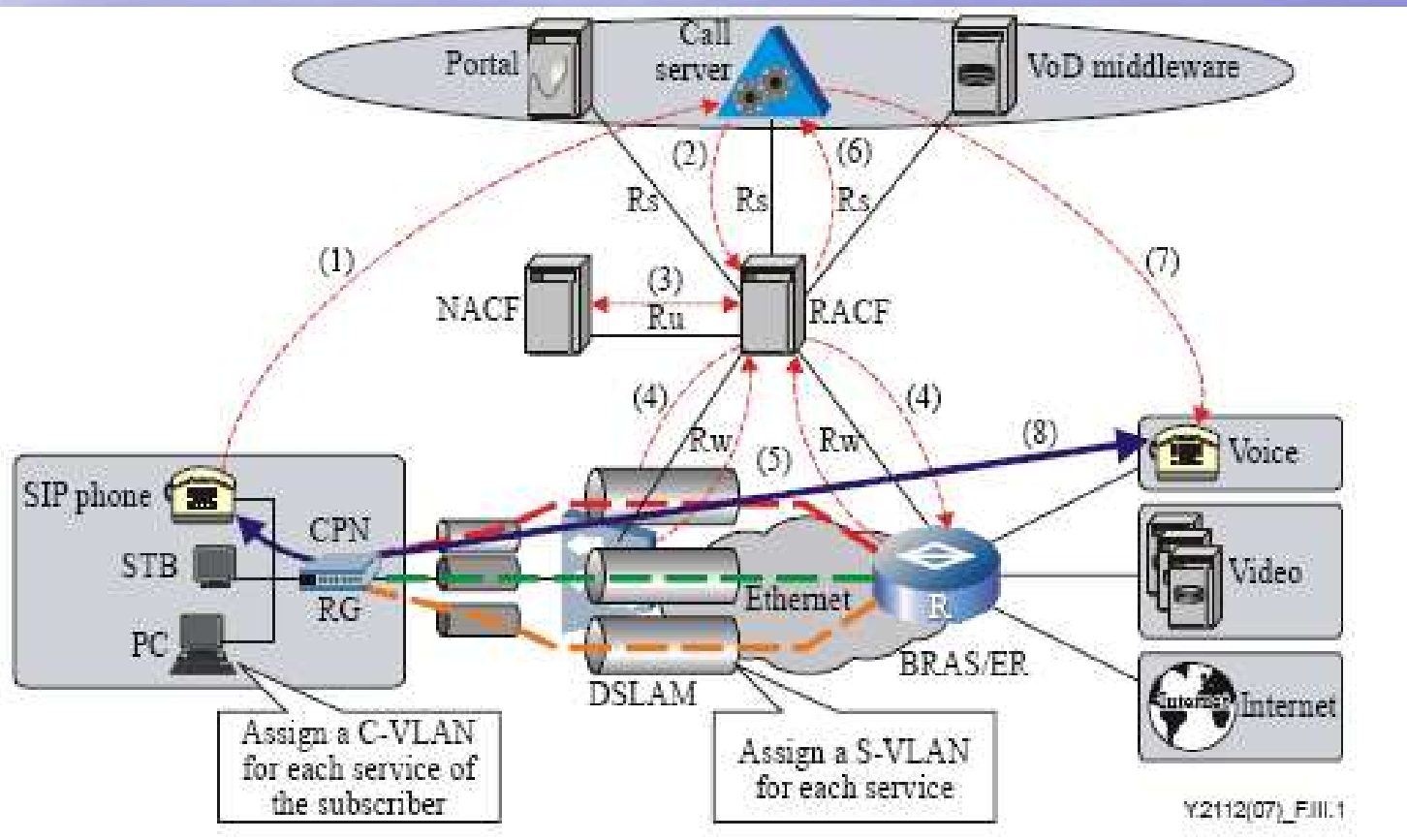
Riadenie QoS

Plánovanie vyrovnávacieho zásobníka: určuje poradie a časovanie v rozličných zásobníkoch pri vysielaní informácie do výstupného spoja, používa sa na riadenie šírky pásma.

Dozor na prevádzku: hodnotenie prevádzky či je v profile, ak sú určené pakety mimo profilu vyradia sa alebo sa označia odlišne.

Tvarovanie prevádzky: zásobník na riadenie prevádzkových tokov, niektoré údaje sa oneskorujú.

Telefónna služba v NGN



Telefónna služba v NGN

Telefónne volanie sa vytvorí nasledovne:

- koncový bod SIP začína vytvárať volanie SIP, a vysiela správu INVITE k cieľovému koncovému bodu SIP.
- server kontroly volania (SCF) vysiela požiadavku QoS do servera kontroly prostriedkov a vstupnej kontroly (RACF).
- RACF žiada informáciu o predplatnom požadovanej služby od servera kontroly pripojenia k sieti (NACF) cez referenčný bod Ru.

Telefónna služba NGN

RACF vytvára konečné rozhodnutie založené na pravidlách stratégie, dostupnosti zdroja a informácii o predplatnom. Ak je požiadavka na QoS povolená, RACF rozhodne o riadení brány, označení paketov a pridelení šírky pásma k DSLAM a BRAS cez referenčný bod Rw.

- DSLAM a BRAS potvrdia inštaláciu QoS.
- RACF vysiela kladnú odpoveď k serveru volania.
- server kontroly volania vysiela správu INVITE do servera volajúceho. Tento začína podobný postup ako server volajúceho.
- server kontroly volania prijíma odpoveď 200 OK a relácia je vytvorená.

Konverzačné služby

Sú ovplyvnené najmä **jednocestným oneskorením**.
Existujú dva odlišné vplyvy oneskorenia.

Prvý vplyv je spôsobený **tvorbou ozveny** pri konverzii prenosovej trasy 2/4 alebo akustickou väzbou v KZ.

Spôsobuje zvýšenú degradáciu kvality hlasu od hodnoty oneskorenia v desiatkach ms a na takomto mieste sa musí vykonať meranie zábrany ozveny.

Ozvena predstavuje 35 % problémov v kvalite.

Konverzačné služby

Druhý vplyv vzniká, ak sa oneskorenie zvýši na hodnotu cca 100 ms, čo začína mať vplyv na **dynamiku konverzácie**, oneskorenie spôsobuje na opačnej strane konverzácie značné dopyty.

Ľudské ucho je **vysoko odolné** na krátkodobé kolísanie oneskorenia.

V praxi pre všetky hlasové služby sa kolísanie oneskorenia odstráni **vyrovnávacím zásobníkom jittera**.

Konverzačné služby

Straty paketov zapríčiňujú orezávanie hlasu a stratu hlasových vzoriek.

Oneskorenie spôsobuje degradáciu kvality hlasu a pri vyšších hodnotách znemožňuje konverzáciu (30 % problémov).

Kolísanie oneskorenia (jitter) tento degradáciu kvality hlasu ešte zvyšuje.

V prenosových systémoch IP je primárnym zdrojom degradácie kvality použitie **kodekov s nízkymi rýchlosťami** a s **kompresiou reči** a ich výkonnosť v závislosti na hodnote **stratovosti paketov**

Konverzačné služby

Šírka pásma je závislá na použítom kodeku, vzorkovacej rýchlosti a médiu na 2. vrstve. Algoritmus kodeka môže opraviť stratenú vzorku reči do **30 ms**.

VoIP používa **20 ms** vzorky hlasových dát na paket. Opravný algoritmus kodeka PLC pracuje efektívne, ak sa počas daného času stratí len jeden paket protokolu RTP. Ak sa stratia dva za sebou idúce pakety, vytvorí sa opravné okno 30 ms a kvalita hlasovej služby sa začína znižovať.

Konverzačné služby

Oneskorenie môže spôsobiť zníženie kvality hlasu, ak je vyššie ako 200 ms. Ak sa oneskorenie zvýši nad 250 ms, konverzácia začína byť dynamickejšia, najmä ak hovor prebieha cez družicový alebo rádiový spoj.

Odporúčanie ITU-T G.114 určuje, že jednocestné oneskorenie do 150 ms je akceptovateľné a hlasová služba má veľmi vysokú kvalitu.

Hlasová služba - QoS

QoS pre hlasovú službu:

- **stratovosť paketov** < 1 %,
- **oneskorenie** < 150 – 200 ms,
- **jitter** < 30 ms,
- **stratovosť paketových zhlukov** < 4 stratené pakety v jednej skupine,
- **garantovaná šírka pásma** 21 až 106 kbit/s (veľkosť závisí od použitého kodeku, vzorkovacej rýchlosti, počtu pridaných bitov v záhlaví L2; napríklad pre kodek G.711 na vzorkovanie 20 ms sa požaduje šírka pásma 80 kbit/s, pre kodek G.729A a rovnaké vzorkovanie je to 24 kbit/s),
- **šírka pásma** pre riadenie prevádzky 150 bit/s (prenos signalizačných kritérií).

Parametre QoS

Kvalitu poskytovania služby určujú hlavne nasledovné parametre siete:

- **dostupnosť** - je charakterizovaná **dobou**, počas ktorej je spojenie medzi vstupným a výstupným zariadením v sieti dostupné; dostupnosť služby je doba, počas ktorej je služba dostupná.

- **priepustnosť** - je charakterizovaná dostupnou **šírkou pásma** vyhradenou pre službu poskytovanú účastníkovi medzi vstupným a výstupným koncovým zariadením siete.

Parametre QoS

- ***stratovosť paketov*** - hodnotí sa na základe paketov úspešne prenesených a prijatých k celkovému počtu vyslaných paketov. Predstavuje percentuálny podiel stratených paketov.

Stratovosť paketov je funkciou **dostupnosti**.

Ak je v sieti vysoká dostupnosť, potom strata paketov budú nulová.

Počas vzniku nedostupnosti siete alebo ešte pred jej vznikom musí mechanizmus QoS odvodit', ktoré pakety v sieti sa odstránia.

Parametre QoS

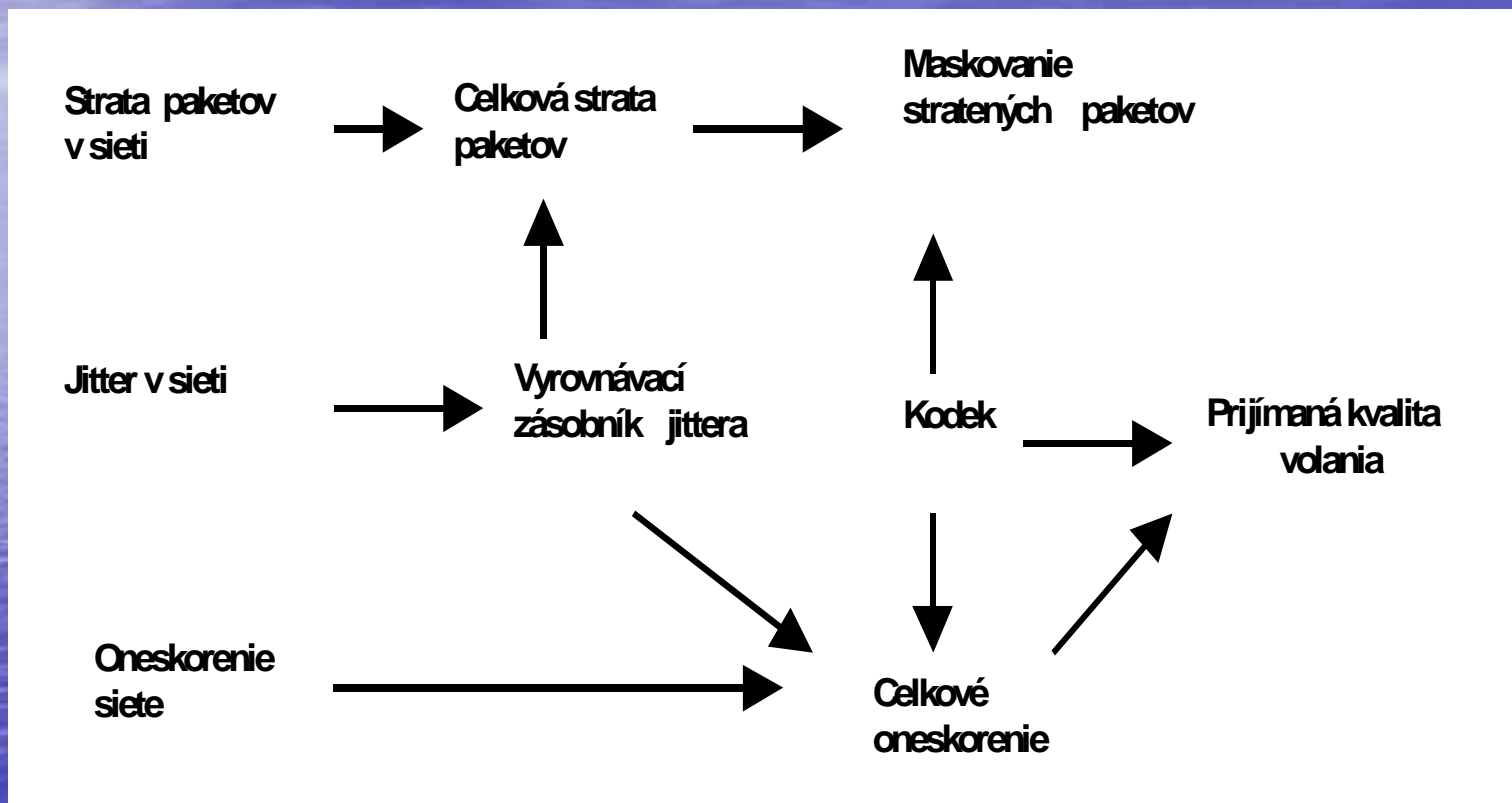
- **oneskorenie** - je charakterizované dobou potrebnou na prenos a prijatie paketu od jeho vyslania.

Pre hlasovú službu sa definuje dobou oneskorenia hlasového signálu počas prenosu od úst volajúceho po ucho volaného účastníka.

- **jitter** - je charakterizovaný rozdielnou hodnotou oneskorenia vyskytujúcou sa v oneskorení prenášaných paketov medzi hodnotenými miestami v sieti.

Každé koncové zariadenie, ktoré vyhodnocuje hlasový alebo video signál, musí obsahovať -vyrovňovací zásobník jittera, ktorý vyrovnáva rozdiely medzi dobou príchodu jednotlivých paketov prenášaného signálu.

Parametre QoS



Parametre ovplyvňujúce prijímanú kvalitu volania

Parametre QoS

Na prijímanú kvalitu volania má vplyv:

- **kodek**
 - maskovanie stratených paketov PLC
 - celková stratovosť paketov
 - stratovosť paketov v sieti
 - vyrovnávací zásobník jittera
 - jitter v sieti
- **celkové oneskorenie**
 - vyrovnávací zásobník jittera
 - jitter v sieti
 - oneskorenie v sieti

Parametre QoS

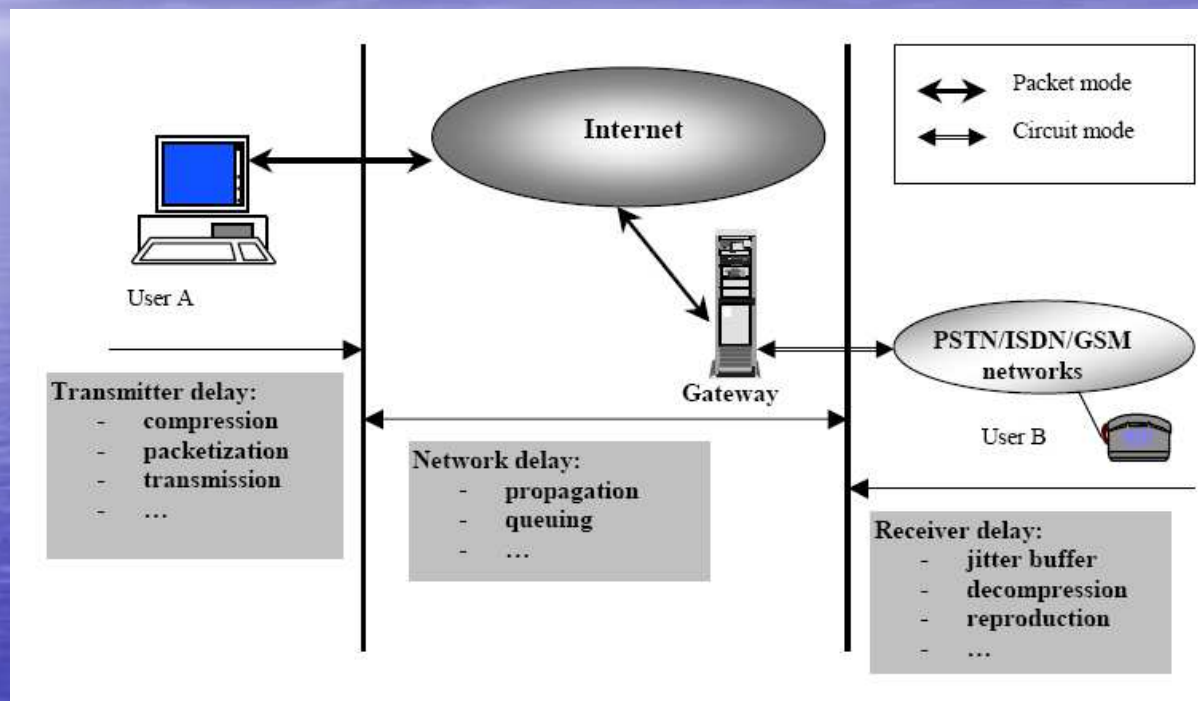
Oneskorenie je čas potrebný na doručenie paketu v sieti.

V telefónnej službe je to čas potrebný na prenos hlasu z úst hovoriaceho do ucha počúvajúceho účastníka.

Oneskorenie má významný vplyv na kvalitu hlasovej konverzácie, nemá vplyv na zvuk, ale na rytmus a pocit z konverzácie.

Pozostáva z celkového súčtu oneskorení vznikajúcich na rôznych častiach siete a na prenosových vedeniach, po ktorých sa hlasový signál prenáša.

Parametre QoS



Prvky spôsobujúce oneskorenie v sieti IP

Slovenská VoIP telefónia, Banská
Bystrica, 29-30.9.2010

Parametre QoS

Algoritmické oneskorenie - je spôsobené **algoritmom kódovania** a závisí na použítom kodeku.

Kodek	Algoritmické oneskorenie (ms)
G.711	0,125 s PLC 3,75
G.726	1
G.728	3,5
G.729	15
G.723.1	37,5

Parametre QoS

Paketizačné oneskorenie - V protokole RTP sú vzorky hlasu často akumulované pred ich umiestnením do paketu. Pred prenosom sa redukujú oktety záhlavia.

RFC 1889 definuje, že prednastavená perióda paketizácie by mala byť **20 ms**.

Pre kodek G.711 to znamená, že **160 vzoriek** sa akumuluje a potom vyše v jednom pakete.

Pre kodek G.723.1 sa generuje rámec každých **30 ms** a každý rámec sa vysiela ako **1 paket RTP**.

Parametre QoS

Vysielacie oneskorenie je spôsobené dobou potrebnou na vyslanie paketu.

Ak sa použije kodek G.711 a perióda paketizácie je **20 ms** (dátová časť RTP obsahuje 160 oktetov), úplný rámec bude obsahovať 206 oktetov spolu so zapúzdrením do protokolu PPP.

Na vyslanie rámca bude potrebný čas **3,2 ms** pre rýchlosť 512 kbit/s a **25,8 ms** pre rýchlosť 64 kbit/s. Vysielacie oneskorenie je ovplyvňované jednotlivými zariadeniami na trase (smerovač, prepájač). Napríklad po prechode 10 smerovačmi sa oneskorenie zvýši 10-krát.

Parametre QoS

Prenosové oneskorenie - je doba potrebná na prenos signálu po prenosovom médiu a je závislá na vzdialenosti.

Rýchlosť prenosu v káblovom rozvode je **4 až 6 $\mu\text{s}/\text{km}$** .

Pre družicový prenos je doba oneskorenia **110 ms** pre družicu s orbitálnou výškou 14 000 km a **260 ms** pre družicu s orbitálnou výškou 36 000 km.

Parametre QoS

Oneskorenie prvkom siete - tento druh oneskorenia je spôsobený spôsobom spracovania paketov jednotlivými prvkami siete počas prenosu paketu.

Parametre QoS

Celkové oneskorenie v sieti

0 až 150 ms: volanie je akceptovateľné pre všetky aplikácie,
150 až 400 ms: volanie je akceptovateľné, ale počúvajúci si uvedomuje vplyv oneskorenia na kvalitu volania,
nad 400ms: volanie je neakceptovateľné.

Parametre QoS

Jednocestné oneskorenie

< 100 ms až 150 ms: Nepozorovateľné oneskorenie

150 ms až 250 ms: Stále prijateľná kvalita, ale občasné oneskorenie alebo neistota v konverzácii zaznamenaná

> 250 ms až 300 ms: Neprijateľné oneskorenie, normálna konverzácia nie je možná

Parametre QoS

Kolísanie oneskorenia (jitter)

Je všeobecný parameter výkonnosti, dôležitý pre transportnú vrstvu dátového systému IP.

Vzniká následkom **podstatného kolísania** časov prijatia jednotlivých paketov.

Pre služby, ktoré nie sú odolné na kolísanie oneskorenia, sa obyčajne navrhujú opatrenia na odstránenie (alebo zníženie) kolísania oneskorenia s využitím **vyrovnávacích zásobníkov**.

Parametre QoS

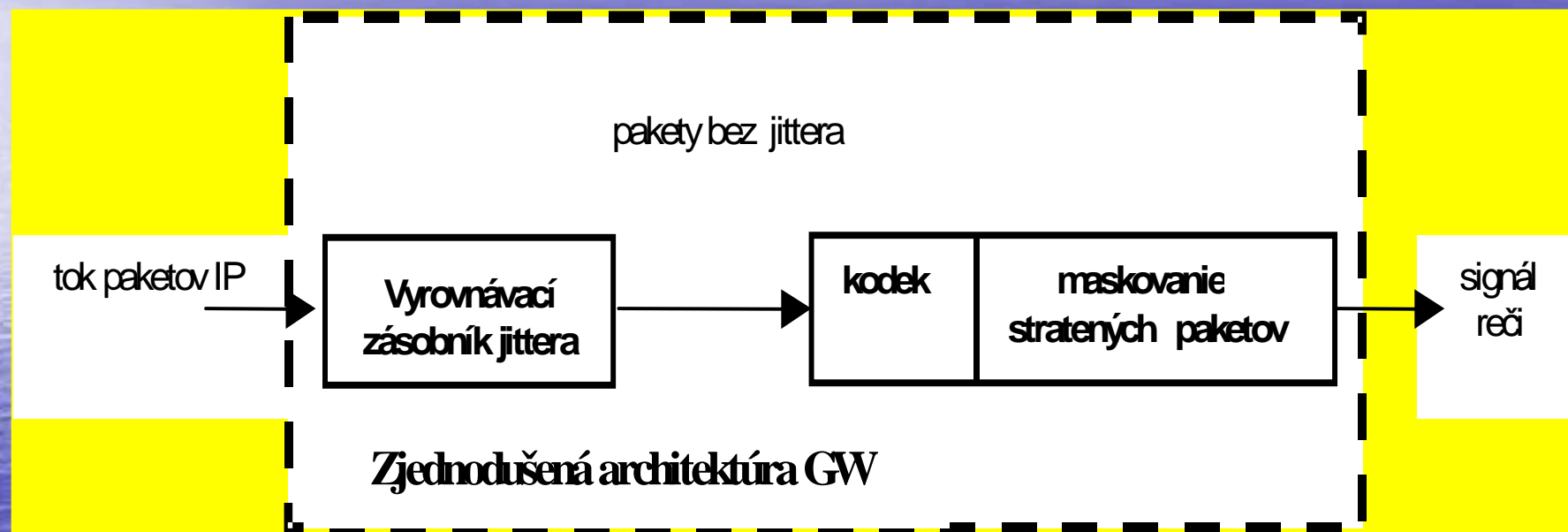
Vplyv **kolísania oneskorenia** na VoIP

< 40 ms: Nepozorovateľný jitter

40 ms až 75 ms: Dobrá kvalita, ale občasné oneskorenie alebo neistota v konverzácii zaznamenaná

> 75 ms: Neprijateľný jitter, priveľký chaos v konverzácii

Parametre QoS



Prijímacia časť sieťovej brány

Parametre QoS

Strata paketov vznikne **nepriechodnosťou** prenosových trás, zvýšenými **kolíziami** v miestnej sieti, **poruchami** na prenosovej trase.

Protokol TCP, **odstraňuje** straty paketov, ale **opakovanie prenosu** spôsobuje oneskorenie.

Protokol RTP používa na transport protokol UDP. Porucha vznikne, ak je **strata > 5 %** alebo ak sa **straty vyskytujú v zhlukoch**.

Spôsobuje **zníženie kvality volania**. Kvalitu ovplyvňuje aj **prevádzka v sieti**.

Parametre QoS

Hlavné príčiny straty paketov sú:

- uplynutie **doby životnosti** paketu (TTL=0),
- **oneskorenie** na prijímacej strane je väčšie ako dokáže spracovať vyrovnávací zásobník jittera,
- **deštrukcia paketov** nepriechodným modulom,
- **neplatné pakety** následkom prenosových chýb.

Parametre QoS

Stratovosť paketov bude závislá na kvalite použitých spojov a dimenzovaní siete.

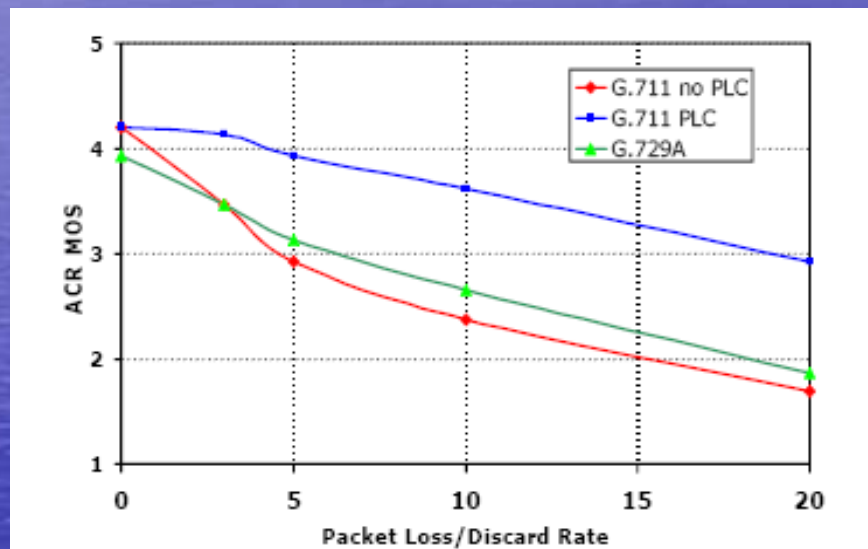
Kvalita reči akceptovateľná, stratovosť paketov musí byť **menšia ako 20 %**.

Jedno z možných riešení na zníženie stratovosti paketov je implementácia **systémov korekcie chýb**, používajúcich redundantné a adaptívne kódovanie, napríklad premenné podľa stratovosti paketov štatisticky zisťovanej v sieti v ľubovoľnom čase.

Použitie takých systémov umožní dosiahnuť vysokú úroveň kvality hlasu aj v internetovej sieti.

Riešenie spôsobuje dodatočné riziko pre služby v reálnom súvisiace s celkovým prenosovým oneskorením.

Parametre QoS



MOS v závislosti na stratovosti paketov

Slovenská VoIP telefónia, Banská
Bystrica, 29-30.9.2010

Hlasové kodeky

Rôzne spôsoby kompresie hovoru sa porovnávajú na základe 4 parametrov:

- **Pomer kompresie hlasu:** kompresiou sa znižuje šírka pásma kanála zo 64 kbit/s smerom nadol.
Komprimuje sa len hovorový signál.
Počas prenosu sa k hovorovým oktetom priradia oktety záhlavia protokolov RTP/UDP/IP a počet oktetov sa zvýši.
- **Zložitosť:** zložitejší kodek si vyžaduje výkonnejší procesor.

Hlasové kodeky

- **Kvalita volania:** vyššia kompresia zníži šírku pásma kanála a zhorší sa kvalita.
- **Algoritmické oneskorenie:** kompresný algoritmus požaduje pred kompresiou záznam rozličného množstva hovorového signálu, ktoré tvorí súčasť celkového oneskorenia, spôsobuje ťažkosti počas konverzácie.

Hlasové kodeky

Kodeky určené pre jednotlivé služby

hlas	G.729,
modem	G.711,
telefax	G.711,
DTMF	G.729.

Hlasové kodeky

Odporúčanie ITU-T G.711 je pre kódovanie telefónnej služby s kanálom 64 kbit/s.

Impulzová kódová modulácia PCM pracuje s vzorkovacou rýchlosťou 8 kHz, a 8 bitovou vzorkou.

Podľa Nyquistovho teorému, ktorý určuje, že signál sa musí vzorkovať dvojnásobkom najvyššej frekvencie, G.711 kóduje signál vo frekvenčnom pásme medzi 0 až 4 kHz s kódovacím pravidlom A.

Hlasové kodeky

Odporúčanie ITU-T G.729 Annex A (označené G.729A) je pre hovorový kanál 8 kbits/s.

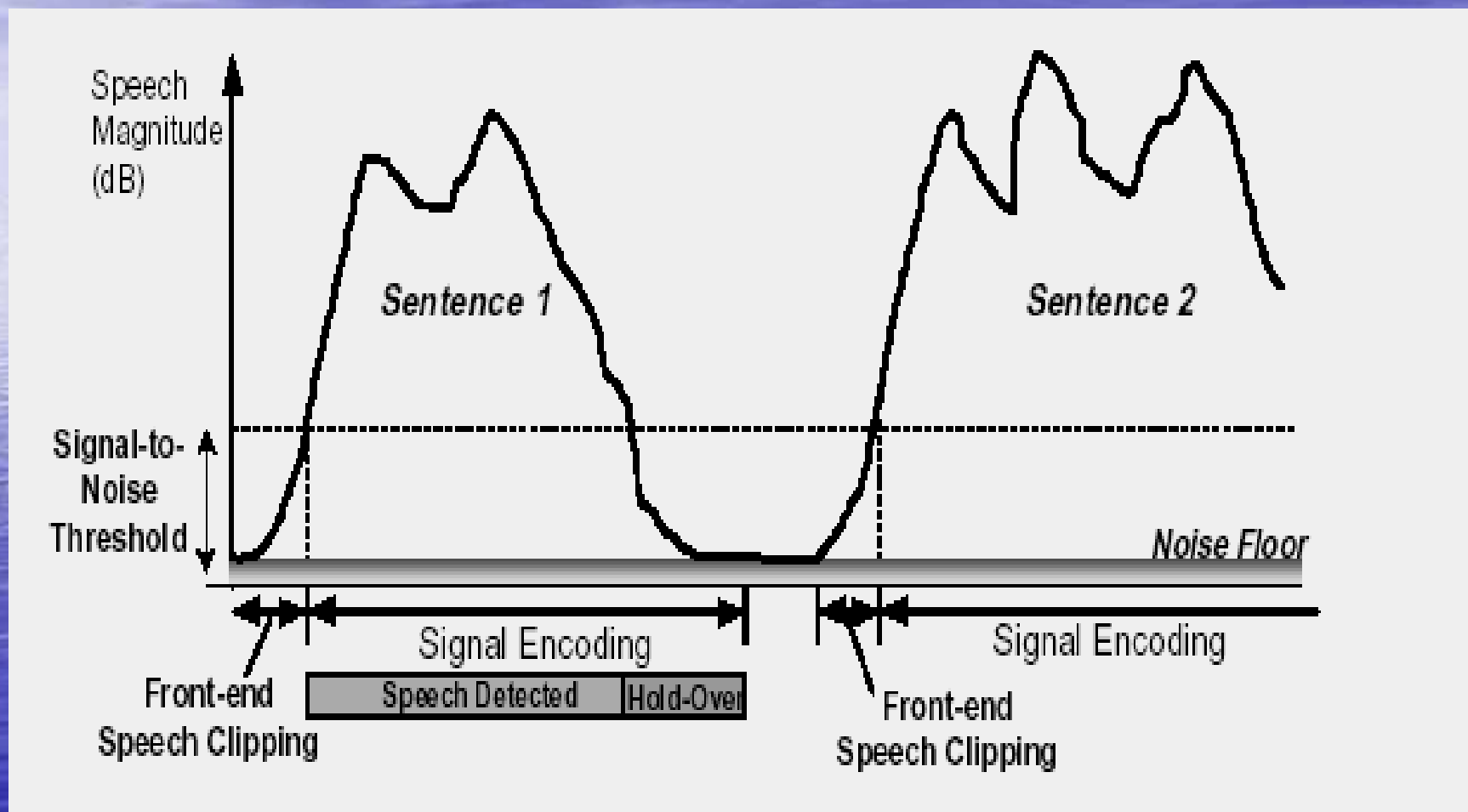
Používa sa pre multimedialnú prevádzku - hovorové a dátové služby.

Kodek využíva rečové rámce 10 ms, čo predstavuje 80 vzoriek pri vzorkovacej rýchlosti 8 000 vzoriek/s, s celkovým algoritmickým oneskorením 5 ms.

Kodek obsahuje funkcie VAD/CNG (ušetrí sa 35 % šírky pásma). Dekóder je schopný spracovať tiché rámce.

Kodek je vhodný pre aplikácie VoIP.

VAD



Hlasové kodeky

KODEKY PODĽA ITU-T

Table 1: ITU Encoding Standards			
ITU Standard	Description	Bandwidth (Kbps)	Conversion Delay (ms)
G.711	PCM	64	< 1.00
G.721	ADPCM	32, 16, 24, 40	< 1.00
G.728	LD-CELP	16	~ 2.50
G.729	CS-ACELP	8	~ 15.00
G.723.1	Multirate CELP	6.3, 5.3	~ 30.00

Hlasové kodeky

Kodek	Požiadavky na prenos hlasových paketov (bit/s na hlasový kanál)						
	Bitová rýchlosť	Dĺžka vzorky (ms)	Používateľské hlasové data	Paket/s	Ethernet	PPP alebo Frame Relay	
						RTP	cRTP
	G.711	64 kbit/s	20	160 B	50	88 kbit/s	83 kbit/s
G.711	64 kbit/s	30	240 B	33,3	80 kbit/s	77 kbit/s	67 kbit/s
G.711	64 kbit/s	40	320 B	25	76 kbit/s	74 kbit/s	66 kbit/s
G.729A	8 kbit/s	20	20 B	50	32 kbit/s	27 kbit/s	12 kbit/s
G.729A	8 kbit/s	30	30 B	33,3	24 kbit/s	21 kbit/s	11 kbit/s
G.729A	8 kbit/s	40	40 B	25	20 kbit/s	18 kbit/s	10 kbit/s

Parametre QoS

Kodek	T (ms)	SP (%)	MOS
G.711 bez PLC	150	1	3,55
G.711 s PLC	150	1	4,31
G.711 bez PLC	150	2	3,05
G.711 s PLC	150	2	4,26
G.729A + VAD	150	1	3,99
G.729A + VAD	150	2	3,82
G.723.1A + VAD	150	1	3,82
G.723.1A + VAD	150	2	3,60
G.711 s PLC	400	0	3,60

Parametre QoS

Prijímaná celková **kvalita hovoru** je prevažne určená psychologickými charakteristikami:

- **zrozumiteľnosťou** - celkovou zrozumiteľnosťou alebo obsahom informácie – to, čo hovoriaci povedal,
- **prirodzenosťou** - vernosťou reprodukcie hlasu hovoriaceho,
- **hlasitosťou prijímanej reči** - absolútnou úrovňou hlasitosti na strane počúvajúceho.

Parametre QoS

Parameter	Psychologická charakteristika			
	Zrozumiteľnosť	Prirodzenosť	Hlasitosť	Celková kvalita hlasu
Úroveň signálu	X	X	X	X
Hluk	X			X
Frekvenčná charakteristika	X	X	X	X
Skreslenie	X	X		X
Oneskorenie	X			X
Ozvena	X			X
Strata paketov	X			X

Parametre QoS

Pri návrhu kvality hlasu sa uvažujú:

- **prenosové parametre** charakterizujúce prenosovú trasu a KZ (ETR 250, EG 201 050, ES, rad odporúčaní ITU-T G.1xx),

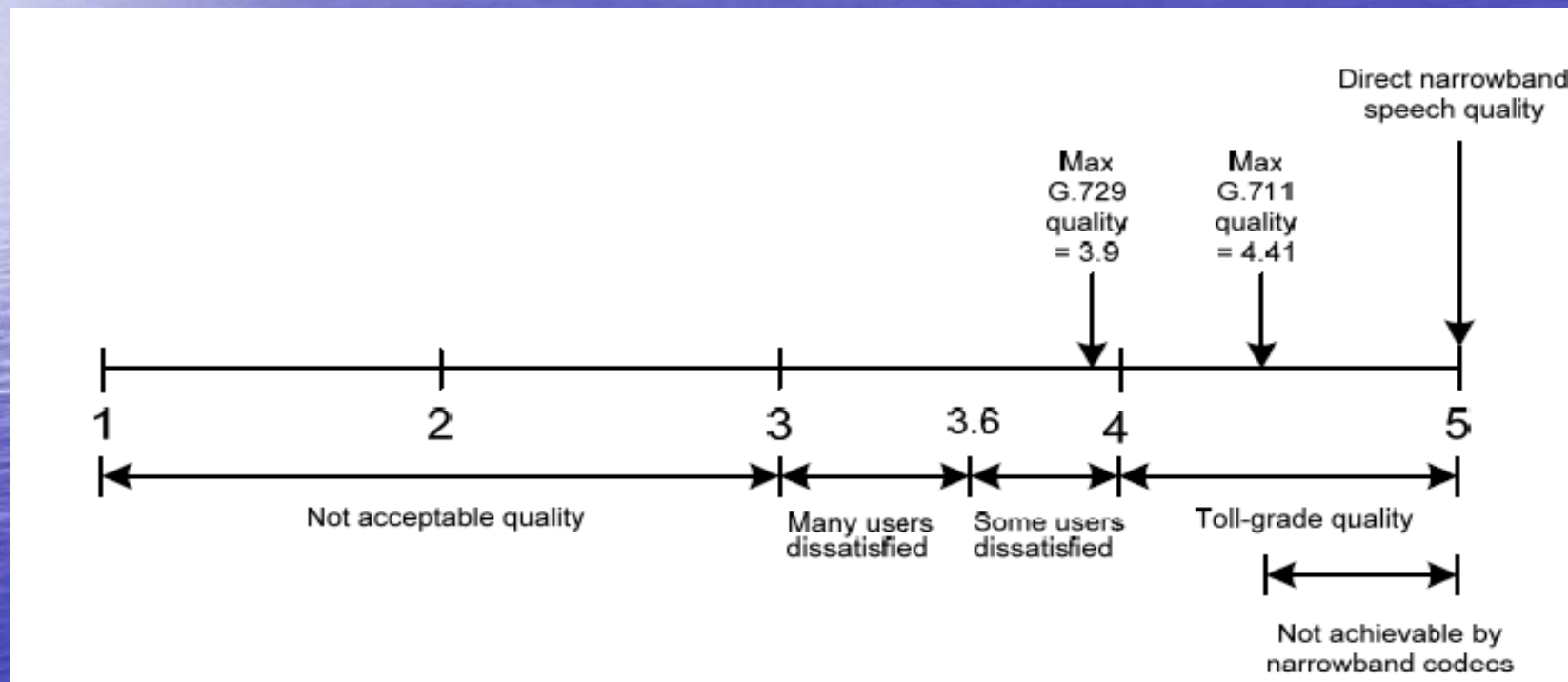
- **vyjadrujú sa hodnotami kvality preneseného hovoru**

najčastejšie sa vyjadruje:

- stupnicou **MOS (P.800)** - subjektívne meranie kvality hovoru alebo

- činiteľom **R (< 60 je neakceptovateľná, > 94,5 nedosiahnuteľná)** podľa modelu E (G.107) - objektívne vyhodnotenie kvality hovoru.

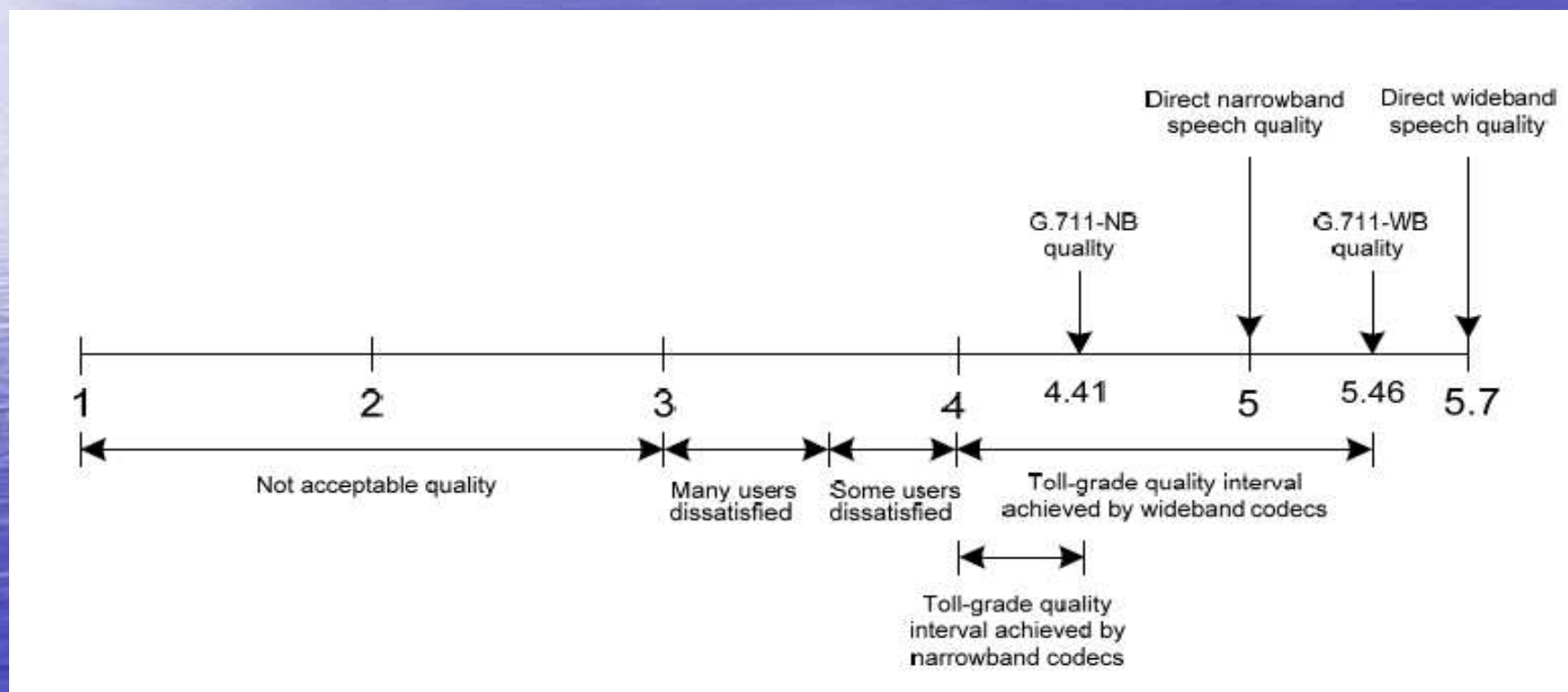
MOS



Stupnica MOS pre úzkopásmovú kvalitu reči

Slovenská VoIP telefónia, Banská
Bystrica, 29-30.9.2010

MOS



Rozšířená stupnica pre širokopásmovú kvalitu reči

Slovenská VoIP telefónia, Banská
Bystrica, 29-30.9.2010

Hodnotenie kvality reči MOS a R

	R	USER SATISFACTION	MOS	%GOB	%POW
G.107 Default Value →	100	Very Satisfied	4.4	98.4	0.1
	94		4.3	97.0	0.2
	90	Satisfied	4.0	89.5	1.4
	80		3.6	73.6	5.9
	70	Some Users Dissatisfied	3.1	50.1	17.4
	60	Many Users Dissatisfied	2.6	26.6	37.7
50	Nearly All Users Dissatisfied	2.0	10.0	50.0	
0	Not Recommended	1.0	0	99.8	

Normatívne ukazovatele QoS pre hlasovú komunikačnú službu v telefónnej sieti

Médium: audio

Aplikácia: konverzačné služby

Prenos: duplex

Dátová rýchlosť: 4 kbit/s až 64 kbit/s

Jednocestné oneskorenie: < 150 ms preferované, < 400 ms hraničné

Kolívanie oneskorenia: < 1 ms

Stratovosť paketov: < 3 %

Normatívne ukazovatele QoS pre hlasovú komunikačnú službu v telefónnej sieti

Parametre získané na základe skúšania, z ktorých sa dá zostaviť kategorizácia jednotlivých telekomunikačných služieb.

Skúšanie je rozdelené na skúšanie:

- kvality hlasu, kvality volania,
- vplyvov zhoršujúcich volania,
 - spojovania volania,
- internetovej, dátovej prevádzky,
 - telefaxovej prevádzky,
 - okruhov.

Všeobecné hľadiská ukazovateľov QoS

Hľadiská definovania ukazovateľov QoS:

- špecifikujú sa **medzi koncovými bodmi siete**, v ktorých sú pripojené koncové zariadenia.
- sú špecifikované **vzťahmi pochopiteľnými** pre používateľov služieb. Ak je potrebné, tieto ukazovatele sa môžu tiež špecifikovať technickejšími výrazmi používanými v odvetví elektronických komunikácií.
- rozličné segmenty používateľov môžu požadovať **rozličné priority** pre rôzne ukazovatele QoS.
- preferované **úrovne výkonnosti** pre rôzne segmenty používateľov môžu byť odlišné.

Normatívne ukazovatele QoS pre hlasovú komunikačnú službu v telefónnej sieti

Ľubovol'ná služba

- Čas dodania prístupu k pevnej sieti,
- Čas dodania prístupu k internetu,
- % problémov s postupom prenesenia čísla,
- Početnosť hlásených porúch na účastnícke vedenie v pevnej sieti,
- Čas opravy poruchy na účastnícke vedenie v pevnej sieti,
- Čas prihlásenia sa spojovateľky,
- Čas prihlásenia sa informačnej služby o telefónnych číslach,
- Profesionalita linky pomoci,

Normatívne ukazovatele QoS pre hlasovú komunikačnú službu v telefónnej sieti

- **Ľubovol'ná služba**
- Čas vybavenia dopytov na administráciu/vyúčtovanie,
- Podania na vyúčtovanie,
- Podania na správnosť predplatených kreditov,
- Kvalita účtovných dokladov,
- Početnosť zákazníckych sťažností,
- Čas vybavenia zákazníckych sťažností,
- Vzťahy zo zákazníkom.

Normatívne ukazovatele QoS pre hlasovú komunikačnú službu v telefónnej sieti

Telefónna služba (a služby v hlasovom pásme, napríklad telefaxový a dátový prenos, SMS)

- Neúspešné volania,
- Čas vytvorenia volania,
- Kvalita hlasu,
- Kvalita telefaxového spojenia,
- Dátová rýchlosť komutovaného prístupu k internetu,
- % úspešných SMS,
- % úplných SMS,
- Čas doručenia SMS medzi koncovými bodmi.

Normatívne ukazovatele QoS pre hlasovú komunikačnú službu v telefónnej sieti

Čas vytvorenia volania: Čas medzi koncom voľby a prijatím kontrolného vyzváňacieho tónu alebo obsadzovacieho tónu alebo prihlásením/ **5 až 6 s** pre národné volania, **8 s až 12 s** pre medzinárodné volania podľa cieľovej krajiny

Počet volaní nad uvedenou hraničnou hodnotou alebo čas vytvorenia volania pre **95 %** volaní.

Meranie

CDR (dať pozor na rozdiely medzi časom odvodeným od signalizačných kritérií a časom vnímaným volajúcim)

Normatívne ukazovatele QoS pre hlasovú komunikačnú službu v telefónnej sieti

Neúspešné volanie: Všetky odmietnuté volania následkom akéhokoľvek druhu chýb, nedostupnosti sieťových prostriedkov, nepriechodnosti, časového dohľadu apod. Všetky poruchy sú počítané ako pre čas vytvorenia volania, neprihlásenie, obsadené koncové zariadenie.

Merania

CDR (dať pozor na nedetegované poruchy alebo poruchy s nevhodným kódom).

Normatívne ukazovatele QoS pre hlasovú komunikačnú službu v telefónnej sieti

Prerušenia

Prerušenia následkom siete počas štandardného trvania komunikácie (napríklad 2 minúty)

Merania

CDR (mobilné alebo VoIP)

Nepriame merania vykonávané interne.

Normatívne ukazovatele QoS pre hlasovú komunikačnú službu v telefónnej sieti

Kvalita hovoru bez rušenia

Kategórie kvality: nevhodná, zlá, primeraná, dobrá, vynikajúca
Hodnotenie celkovej prenosovej kvality R poskytuje objektívne určené kategórie kvality.

Externé merania PESQ

Vnútorne neintruzívne merania so snímačmi monitorujúcimi prevádzku

Normatívne ukazovatele QoS pre hlasovú komunikačnú službu v telefónnej sieti

Lehota na vybavenie objednávky pripojenia k pevnej sieti

- časy, v ktorých je najrýchlejšie vybavených 50 %, 95 % a 99 % objednávok,
- % vybavených objednávok v dobe dohodnutej so zákazníkom.

Podiel nevybavených žiadostí na prenositeľnosť čísla

- podiel počtu podaných objednávok s odchýlkou od dohodnutého postupu prenositeľnosti čísla a celkového počtu podaných objednávok na prenositeľnosť čísla.

Normatívne ukazovatele QoS pre hlasovú komunikačnú službu v telefónnej sieti

Poruchovosť na účastnícke vedenie v pevnej sieti

- počet platných poruchových hlásení na jedno účastnícke vedenie v pevnej sieti.

Čas opravy poruchy pre účastnícke vedenie pevnej siete

- čas, za ktorý je najrýchlejšie opravených 80 % a 95 % platných porúch (hodiny, minúty),
- percentuálny podiel objasnených porúch poskytovateľom služby, v akomkoľvek objektívne určenom čase.

Normatívne ukazovatele QoS pre hlasovú komunikačnú službu v telefónnej sieti

Čas prihlásenia sa informačnej služby o telefónnych číslach

- priemerný čas prihlásenia,
- percentuálny podiel volaní prihlásených do 20 s.

Čas prihlásenia sa informačnej služby o administratívnych a fakturačných informáciách

- percentuálny podiel informácií spracovaných systémom IVR pre tieto dopyty,
- percentuálny podiel dopytov prenesených k spojovateľke,
- pre dopyty spracované spojovateľkou:
 - priemerná doba prihlásenia,
 - percentuálny podiel volaní prihlásených do 20 sekúnd.

Normatívne ukazovatele QoS pre hlasovú komunikačnú službu v telefónnej sieti

Neúspešnosť volania

- percentuálny podiel neúspešných volaní, vypočítaný zo všetkých pokusov o volanie v danom časovom intervale. ak sa používajú skúšobné volania, poskytuje sa:
- percentuálny podiel neúspešných volaní, spolu s počtom použitých záznamov a absolútnou hranicou presnosti pre 95 % konfidenčný interval vypočítaný z tohto počtu.

Normatívne ukazovatele QoS pre hlasovú komunikačnú službu v telefónnej sieti

Podiel zrušených volaní

- percentuálny podiel zrušených volaní, spolu s počtom volaní.

Dostupnosť služby: neúspešnosť volania

- percentuálny podiel počtu pokusov na dosiahnutie prístupu k prevádzkovému kanálu so zámerom inicializovať volanie so zdrojovou alebo cieľovou stanicou v mobilnej sieti.

Normatívne ukazovatele QoS pre hlasovú komunikačnú službu v telefónnej sieti

Udržanie si služby: podiel odmietnutých volaní

- percentuálny podiel volaní, ktoré už boli správne vytvorené a teda priradil sa im prevádzkový kanál, ale boli predčasne prerušené pred ich normálnym ukončením používateľom .

Normatívne ukazovatele QoS pre hlasovú komunikačnú službu v telefónnej sieti

Čas na vyriešenie sťažnosti zákazníka

- čas, za ktorý sa najrýchlejšie vyriešilo 80 % a 95 % sťažností (vyjadrené v hodinách),
- percentuálny podiel vyriešených sťažností v akomkoľvek objektívnom čase určenom poskytovateľom služby.

Podania na vyúčtovanie

- % podiel vyúčtovaní z dôvodu sťažností zákazníka.

Všeobecné zásady publikovania ukazovateľov QoS

Strany, ktoré publikujú štatistické údaje o ukazovateľoch QoS, vždy uvedú **vysvetlivky na pochopenie** štatistických údajov.

Ak sú štatistické údaje založené na ukazovateľoch, ktoré požadujú **znalosti základných technických a prevádzkových** okolností realizácie a funkcie telekomunikačných služieb, táto informácia sa tiež musí poskytovať.

Očakáva sa, že čitateľ, ktorý sa zaujíma o porovnateľné štatistické údaje a parametre, bude **ochotný oboznámiť sa** s technickými a prevádzkovými hľadiskami.

Všeobecné zásady publikovania ukazovateľov QoS

Je dôležité vybrať **rozmedzie ukazovateľov** a parametrov tak, aby sa minimalizovalo riziko, že výsledky merania nebudú správne interpretované.

Odporúča sa, aby sa uviedol **odkaz na dostupný dokument**, kde je popísaná meracia metóda, a podrobnosti ohľadne definícií a meracích metód.

Čitateľné a rovnocenné porovnanie publikovaných údajov rozličných ponúkaných služieb, napríklad kvalitatívne aspekty rozličných telekomunikačných služieb, je možné, ak údaje sú prísne použité podľa účelu definovaných ukazovateľov QoS.

Zverejňovanie štatistických údajov

Štatistické údaje za uplynulý kalendárny rok sa **aktualizujú vždy do 31.3.** a požadované štatistické údaje sa priebežne aktualizujú podľa vykonaných zmien tak, aby boli k dispozícii vždy najneskôr v prvý deň ich platnosti.

Informácie **sa zverejňujú** na všetkých pracoviskách poskytovateľa služby na verejne prístupnom mieste a s možnosťou diaľkového prístupu.

Súhrnné informácie porovnávajúce službu poskytovanú rozličnými poskytovateľmi **zverejňuje** poverená organizácia.

Časové obdobie zberu štatistických údajov

Na merania ukazovateľov porovnávaných z dlhodobého hľadiska sa odporúča zbierať a vypočítavať údaje o ukazovateľoch QoS štvrt'ročne:

so začiatkom 1. januára, 1.apríla, 1.júla, 1.októbra.

Zverejňovanie štatistických údajov

Zverejniť ukazovatele QoS raz ročne na základe predlohy meracieho protokolu, ktorý vyplní príslušný poskytovateľ služby.

Merací protokol je univerzálny pre všetkých poskytovateľov služby a obsahuje zoznam ukazovateľov QoS, dosiahnutú hodnotu každého ukazovateľa, alebo jeho parametra a jeho cieľovú hodnotu a pre ktorú službu sa vyplní.

V prípade neuvedenia hodnoty poskytovateľ služby uvedie dôvody.

Zverejňovanie štatistických údajov

Výsledky ročného hodnotenia sa **zaznamenajú do databázy** kvality verejných EKS.

Táto bude tvoriť základ na zverejňovanie porovnateľných, rozsahom primeraných a aktuálnych ukazovateľov QoS pre koncových používateľov.

Zverejňovanie štatistických údajov

V tejto súvislosti sa musia určiť vhodné ukazovatele QoS pre poskytovateľov verejných EKS, najmä verejnej telefónnej služby (VoIP) v pevnej a mobilnej sieti a prístupu k internetu.

Súčasťou databázy o kvalite verejných EKS v SR môžu byť aj ukazovatele kvality univerzálnej služby.

Zverejňovanie štatistických údajov

Poskytovatelia verejných EKS oznamujú nimi dosiahnutú úroveň ukazovateľov QoS jeden krát ročne.

Za zriadenie a priebežnú aktualizáciu databázy kvality verejných EKS zodpovedá poverená inštitúcia.

Ukazovatele QoS sa zverejňujú na webovej stránke poverenej inštitúcie.

Zverejňovanie štatistických údajov

Do databázy kvality verejných EKS navrhujeme začleniť aj priemerné hodnoty podobných ukazovateľov QoS získaných benchmarkingom z krajín EÚ.

Súčasťou databázy kvality verejných EKS budú aj ceny za poskytovanie príslušných EKS.

Zverejňovanie štatistických údajov

Aktualizácia databázy kvality verejných EKS sa vykoná raz ročne, napríklad zber údajov o ukazovateľoch QoS **do 31. marca.**

Po spracovaní údajov sa **zverejnia výsledky** primeraným spôsobom, napríklad **do 30. apríla.**

Zverejňovanie štatistických údajov

Vzhľadom na charakter komunikácie v sieťach IP je nevyhnutné definovať mechanizmus QoS, ktorý pre jednotlivé EKS zaručuje primerané parametre dostupnosti, priepustnosti (šírku pásma), stratovosti paketov, oneskorenia a jittera.

Pre konverzačné služby je dôležitým parametrom navyše aj kvalita hovoru medzi koncovými bodmi siete.

Zverejňovanie štatistických údajov

Navrhujeme sledovať vývoj prác na normalizačných dokumentoch a pripraviť podklady a prostredie pre vypracovanie

„Príručky na prevádzkovanie EKS v elektronickej komunikačnej sieti v SR“.

V príručke sa zohľadnia záujmy zainteresovaných strán: **prevádzkovateľov, poskytovateľov, výrobcov, koncových používateľov a štátnej správy.**

Zverejňovanie štatistických údajov

V prípade, že sa pristúpi k zverejňovaniu ukazovateľov QoS vybraných verejných EKS, bude potrebné:

- určiť **súbor ukazovateľov** QoS,
- určiť **cieľové hodnoty ukazovateľov** QoS,
- navrhnuť **merací protokol**, ktorý bude obsahovať vykazované hodnoty pre jednotlivé ukazovatele QoS,
- vypracovať **metodické pokyny** na zber a určenie (výpočet) dosiahnutých hodnôt,
- navrhnuť **databázu** kvality verejných EKS,
- navrhnuť **spôsob zverejňovania** porovnateľných hodnôt ukazovateľov QoS.

Zverejňovanie štatistických údajov

Odporúčame vypracovať „Opatrenie“, ktoré bude špecifikovať činnosti poskytovateľov verejných EKS:

- **oznamovať** v ročných intervaloch **dosiahnuté hodnoty** ukazovateľov QoS jednotlivých verejných EKS,

Zverejňovanie štatistických údajov prevádzkovateľmi

- **zverejňovať ročné dosiahnuté hodnoty** jednotlivých ukazovateľov QoS na svojej hlavnej internetovej stránke v grafickej forme s vyznačením cieľových hodnôt,
- pred podpisom zmluvy o pripojení k verejnej telefónnej sieti v pevnej a mobilnej sieti a pripojení k internetu **informovať zákazníka o kvalite verejných EKS**, ktoré v danom roku ponúka a ročne ho informovať o dosiahnutých výsledkoch kvality verejnej EKS, napr. formou letáku k účtu,
- pred podpísaním zmluvy o pripojení **písomne informovať** zákazníka, akú kvalitu verejnej EKS mu v danom roku môže ponúknuť.

Zverejňovanie štatistických údajov

Ďalej odporúčame:

- vykonávať **ročné vyhodnotenie** výsledkov,
- **analyzovať faktory** súvisiace s dosiahnutými výsledkami kvality,
- zvažovať, či sú **ciele stanovené** rozumne a primerane s ohľadom na požiadavky používateľov,
- zvažovať **dopady** na jednotlivých poskytovateľov,
- posúdiť, či je **nad'alej potrebné sledovať** predpísané ukazovatele QoS vzhľadom na trvalo plnené cieľové hodnoty,

Zverejňovanie štatistických údajov

- definovať **databázu kvality** verejných EKS,
- určiť **správca databázy kvality** verejných EKS,
- určiť **spôsob aktualizácie databázy kvality** verejných EKS,
- navrhnúť **formu na získavanie podnetov** na zlepšenie ukazovateľov QoS od koncových používateľov.

Normatívne dokumenty

ETSI

ES 202 057-1 až 4, EG 202 009-1 až 3,
ES 201 377-1 až 3, TS 123 107,
ES 202 737, ES 202 738, ES 202 739, ES 202 740.

ITU-T

G.107, E.800, P.862

Hodnotenie kvality VoIP

Ďakujem za pozornosť

Kontakt: **email: milankov@vus.sk**
telefón: 048 4324 211
telefax: 048 4161 163

Slovenská VoIP telefónia, Banská
Bystrica, 29-30.9.2010

Prejavy a zdroje porúch v sieti IP

Jitter

- Nadmerný jitter vzniká nepriechodnosťou paketovej siete, prístupových vedení, nedostatočnou šírkou pásma na vedení/okruhu alebo počas spoločného využívania vedenia.
- **Následky:** vysoká hodnota jittera spôsobí vyradenie paketov vo vyrovnávacom zásobníku jittera v sieťovej bráne GW. Môže spôsobiť zníženie kvality volania alebo veľké oneskorenie.
- **Riešenie:** Hodnota jittera pod 100 ms sa odstráni zväčšením veľkosti vyrovnávacieho zásobníka jittera alebo adaptívnym vyrovnávacím zásobníkom jittera.

Prejavy a zdroje porúch v sieti IP

Periodické prepájanie trasy

- Smerovače sa môžu dostať do prevádzkového stavu, v ktorom periodicky prepájajú smerovacie trasy, obyčajne každých niekoľko sekúnd. Prejavuje sa zmenou oneskorenia, ktoré sa znižuje alebo zvyšuje.
- **Následky:** ak je frekvencia prepájania nízka, napríklad každých 30 s, potom je vplyv poruchy na kvalitu volania malý, prejaví sa len krátkymi rušiacimi impulzmi.
- **Riešenie:** rekonfigurácia smerovačov.

Prejavy a zdroje porúch v sieti IP

Výpadky v reči

- Porucha vznikne v dôsledku vysokého nárastu straty paketov alebo vyradením paketov, spôsobuje ich jitter alebo porucha činnosti VAD spojená s činnosťou zábrany ozveny. Ak sa používa obvod potlačenia ticha namiesto spôsobu maskovania stratených paketov (PLC), počas výskytu vysokej straty paketov alebo nepriechodnosti siete sa môžu krátke vzorky reči stratiť. Niektoré kodeky používajú VAD - ak sa neprenáša dostatočná úroveň signálu, paket sa neprenesie. Zábrana ozveny používa podobný algoritmus na maskovanie ozveny signálu reči s nízkou úrovňou a môže spôsobiť ticho. Ďalej táto porucha môže vzniknúť v dôsledku vysokého výskytu porúch na účastníckom vedení.
- **Následky:** účastník uvádza výpadky reči v prijatom hovore alebo ťažkosti pri pochopení obsahu hovoru (28 % porúch).
- **Riešenie:** určiť zdroj straty paketov alebo príčinu vyradenia paketov v sieti a overiť, či vyrovnávací zásobník jittera má nastavenú požadovanú veľkosť. Overiť, či prostriedky siete používajú mechanizmus PLC. Kontrolovať výskyt nadmerných zmien trás alebo poruchy spojov v transportnej sieti. Ak nevznikajú straty alebo vyradenie paketov, kontrolovať činnosť zábrany ozveny na GW.

Prejavy a zdroje porúch v sieti IP

Poruchy spoja

- Prejavuje sa výskytom straty za sebou idúcich následných paketov počas niekoľkých sekúnd, po opätovnom zriadení spoja nasleduje zmena oneskorenia. Poruchy sú spôsobené poruchami zariadenia (prepájač, smerovač), výpadkami napájania, rozpojením alebo prerušením káblových rozvodov, konfiguračnými zmenami v transportnej sieti alebo útokom na vyradenie služby (DoS).
- **Následky:** významné výpadky reči v prijatom hovore. Nepredpokladá sa ich častý výskyt, ale ak vzniknú, trvajú niekoľko sekúnd.
- **Riešenie:** určiť miesto, kde porucha vznikla, určiť zariadenie v poruche alebo napájací zdroj v poruche.

Prejavy a zdroje porúch v sieti IP

Nepriechodnosť prístupových spojov

- Zvýšená prevádzka spôsobí zaplnenie vyrovnávacieho zásobníka v smerovači na prístupe do siete, zvýši sa jitter a krátkodobo sa zvýši oneskorenie. Vysoká nepriechodnosť siete spôsobí stratu paketov v dôsledku pretečenia zásobníka alebo mechanizmom riadenia prevádzky RED. Častá porucha, vyskytuje sa najmä na spojeniach ADSL.
- **Následky:** jitter spôsobí vyradenie paketov v prijímacom vyrovnávacom zásobníku jittera, čo vedie k zníženiu kvality volania.
- **Riešenie:** nepriechodnosť sa dá obmedziť:
 - kategorizáciou prevádzky,
 - redukciou veľkosti MTU na spojoch s nízkymi rýchlosťami pod 512 kbit/s,
 - kapacitou prístupových spojov,
 - použitím call admission control na ohraničenie počtu volaní,
 - použitím metódy fragmentácie a interleavingu.

Prejavy a zdroje porúch v sieti IP

Potlačenie hlasu

- Nevhodná činnosť VAD spôsobuje potlačenie začiatku a konca prenášaných slov v telefonickom rozhovore.
- **Následky:** prejav poruchy je podobný ako pri používaní mikrofónu s nižšou kvalitou (28 % porúch).
- **Riešenie:** ak sa používajú obvody VAD a potlačenia ticha, je ich potrebné vyradiť počas overenia tlmenia v prenosovom pláne. Ak sa nepoužívajú, porucha je spôsobená obvodom zábrany ozveny.

Prejavy a zdroje porúch v sieti IP

Uzemnenie

- Nevhodné elektrické uzemnenie zariadení siete spôsobuje počas hovoru výskyt prerušovaného počutelného hluku, porucha súvisí s konkrétnym zariadením siete.
- **Následky:** priebežný výskyt hlukov rušiacich hovor.
- **Riešenie:** skontrolovať uzemnenie zariadení.

Prejavy a zdroje porúch v sieti IP

Hlas znie ako zo záhrobia

- Úroveň hluku pozadia je príliš nízka, následkom nevhodnej konfigurácie zábrany ozveny alebo tlmenia v prenosovom pláne alebo nevhodnou konfiguráciou úrovne hluku pozadia vo VAD alebo zábrane ozveny.
- **Následky:** konverzácia je možná, hovor znie ako zo záhrobia.
- **Riešenie:** kontrolovať nastavenie zábrany ozveny v GW. Ak je použitý VAD, je potrebné ho vypnúť.

Prejavy a zdroje porúch v sieti IP

Nadmerné oneskorenie

- **Vysoké obojsmerné oneskorenie nad 200 ms má vplyv na konverzáciu. Je spôsobené v dôsledku smerovania, nevhodnej konfigurácie vyrovnávacieho zásobníka jittera na konci spojenia alebo vysokou hodnotou jittera, ktorá spôsobí, že veľkosť adaptívneho vyrovnávacieho zásobníka jittera sa náhle zvýši.**
- **Následky:** tempo konverzácie klesá, vzniká tiež ozvena (30 % porúch).
- **Riešenie:** overiť oneskorenie trasy. Kontrolovať úroveň jittera počas volania a overiť konfiguráciu vyrovnávacieho zásobníka jittera. Poruchu spôsobí aj GW v dôsledku vytvárania veľkých paketov alebo združovaním hlasových rámcov z niekoľkých volaní do jedného paketu.

Prejavy a zdroje porúch v sieti IP

Dutý hlas

- Vzniká v dôsledku vysokej úrovne ozveny súčasne s malým oneskorením.
- **Následky:** účastník vyhodnotí počas konverzácie dutý hlas.
- **Riešenie:** lokalizovať miesto ozveny, najčastejšie sa nachádza v analógovej účastníckej prípojke v AGW, nevhodne konfigurovaná zábrana ozveny, alebo tlmenie v prenosovom pláne nie je vhodne navrhnuté.

Prejavy a zdroje porúch v sieti IP

Neexistuje hovorová trasa

- V sieti sa vyskytujú prípady, že volanie bolo zriadené a hovor nie je počuteľný, pretože hovorová trasa neexistuje. Spôsobuje to porucha v signalizácii alebo poruchy vo firewale. Ak sú na základe signalizácie vybraté rozličné trasy pre hlasové pakety, zariadenie volania môže spôsobiť, že koncové zariadenia môžu komunikovať so signalizačnou bránou, ale nie navzájom. Porucha môže byť spôsobená aj tým, že signalizácia prejde cez firewall, ktorý nemá konfigurovaný prenos RTP. Signalizácia volanie zostaví, ale nepridelia sa príslušné hovorové okruhy.
- **Následky:** v niektorom smere nie je počuteľný hovor.
- **Riešenie:** kontrolovať funkcie signalizačnej brány, určiť a odstrániť prípadné poruchy signalizácie. Kontrolovať smerovače s firewallom v hovorovej trase.

Prejavy a zdroje porúch v sieti IP

Strata paketov

- **Vznikne z rozličných príčin: poruchou na vedení, vysokou úrovňou nepriechodnosti siete, pretečením vyrovnávacieho zásobníka jittera v smerovači, mechanizmom riadenia prevádzky RED (Random Early Detection), príležitostným chybným smerovaním paketov.**
- **Následky:** zníženie kvality volania. Typickým prejavom sú zhluky 20 % až 30 % v trvaní 1 až 3 sekundy. Priemerná hodnota straty paketov môže byť nízka a účastník sa sťažuje na zlú kvalitu volania.
- **Riešenie:** určiť zdroj straty paketov skúšaním straty paketov na prepájači alebo smerovači. Ak je strata spojená s vysokou úrovňou jittera alebo straty tvoria zhluky, príčinou môže byť nepriechodnosť siete. Ak sú straty a jitter nízke alebo sa týkajú niekoľkých účastníkov na prepájači, pri technológii Ethernet je potrebné kontrolovať rozvody LAN