

PROBLEMATIKA QoS V KLASICKÝCH A IP SÍTÍCH

Doc. Ing. František KRÍŽOVSKÝ, CSc.

pracoviště: ČVUT FEL, Katedra telekomunikační techniky; mail: krizovsk@feld.cvut.cz

Abstrakt: Služba, jakost služby, možnosti hodnocení služby. Koncepte popisu kvality služby QoS podle ITU-T doporučení E.800. Pojem ukazatel. Ukazatele kvality obsluhy GOS sítí. Vývoj v jednotném posouzení QoS. Příklady hodnocení: ISDN, veřejné datové sítě, multimediální služby podle doporučení H.323, veřejná radiotelefonní síť PLMN, univerzální telekomunikační služba. Příklad ukazatelů ETR. Problematika hodnocení a ukazatelů služby VoIP.

1 Úvod

S přenosem informace od volajícího k volanému jsou spojeny určité procesy, které probíhají v různých prostředích, jsou zajišťovány různými technickými zařízeními a v souhrnu se podílejí na tzv. službě. Realizaci služby lze v čase rozdělit do intervalů v nichž probíhají specifické činnosti tvořící tzv. fáze poskytování služby. Službu definuje ITU – T v doporučení E.800 jako "Množinu činností (funkcí) nabízených uživateli organizací". Sledování jakosti v oblasti telekomunikací QoS (Quality of Service) je předmětem trvalého zájmu. Příslušná doporučení jsou publikována Mezinárodní telekomunikační unií a dalšími institucemi.

Dříve než popíšeme problematiku sledování jakosti v oblasti telekomunikačních sítí a služeb, uveďme si několik příkladů z historie vývoje v oblasti sdělování v časové posloupnosti jejich vzniku:

- Telegrafie: 1792 - bratří Chappe – telegraf Paříž - Lille (230 km), přenos optický. 1833 - G. F. Gause a W. Weber elektromagnetický telegraf;
- Dokumentová telegrafie: 1842 - A. Bain – kopírovací fototelegraf, tzv. teleautograf. 1846 přenos New York – Boston, New York – Buffalo. 1855 Giacomo Casseli – pantelegraf. Přenosy např. na trase Petrohrad – Moskva, Paříž – Le Havre, Paříž – Marseille;
- Telefon: (patentová přihláška G. Bella 14.2.1876); 28.1. 1878 první telefonní úředna v New Haven (USA). V Praze 11.8.1882 v domě u Ríchnů;
- Rozhlas: v Československu - pravidelné vysílání od 1923, Kbely, vlnová délka 1150 m;
- Televize: 1926 – Anglie první společenské vysílání na světě, BBC, 30 ř., 18 obr./s.
- Data: přepojování paketů – Baran 1964 – firma Rand; studie "O rozložené (distribuované) komunikaci" – poprvé prakticky předvedeno u příležitosti první mezinárodní konference o počítačové komunikaci (ICCC'72) v říjnu 1972 ve Washingtonu.

Ve výčtu by bylo možné pokračovat.

Podívejme se nyní na problémy spojené s hodnocením kvality služby poskytované telekomunikačními sítěmi.

2 Hodnocení jakosti poskytovaných služeb v doporučeních ITU-T

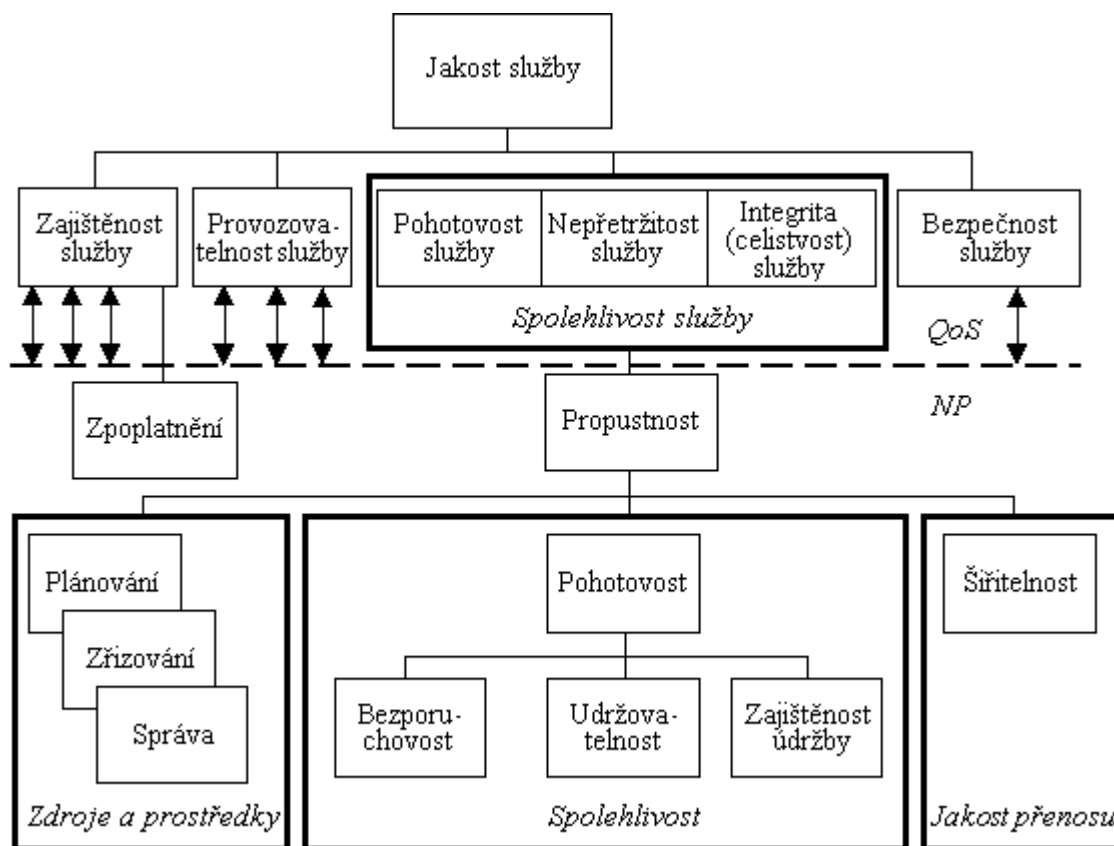
Aby bylo možné jakost hodnotit a měřit musí být nejdříve definována. Mezinárodní telekomunikační unie definuje jakost služby QoS (Quality of Service) v doporučení E.800 jako:

"Celkový účinek poskytnutí služby, který určuje stupeň uspokojení uživatele služby"

a uvádí vlastnosti, pomocí kterých by bylo možné hodnotit souhrnně každou službu poskytovanou telekomunikačními sítěmi i sítě samotné viz obr. 1. V doporučení ITU-T G.1000 se definuje:

- QoS nabízená (offered) / plánovaná (planned) poskytovatelem služby: specifikovaná úroveň jakosti o níž se předpokládá, že bude nabízena uživateli poskytovatelem služby.
- QoS dodaná (delivered) / docílená (achieved) poskytovatelem služby: specifikovaná úroveň skutečné jakosti dosažené a nabízené uživateli.
- QoS vnímaná (perceived) uživatelem/ účastníkem: konstatování, vyjadřující úroveň jakosti, o které se účastníci domnívají, že byla dosažena.

Jakost služby QoS se hodnotí ve fázi zřizování služby (doba zřízení), vyžádání služby (pohotovost služby), poskytování služby (srozumitelnost, hlasitost, chybovost) a po poskytnutí služby (rozpojení, vyúčtování). Nedílnou součástí poskytování služby je její zajištění (údržba, seznamy účastníků).



Obr. 1: Koncepce hodnocení QoS a NP podle doporučení ITU-T

Vlastnosti uvedené v tab. 1 jsou hodnoceny pomocí ukazatelů, které jsou specifické pro určitou službu, resp. síť. Ukazatel (parametr) je charakterizován názvem, definicí a hodnotou. V praktické aplikaci je nutné stanovit zdroj (místo) a způsob získávání dat, způsob nezávislé kontroly, četnost získávání dat, statistické vyhodnocení, směr vývoje a formu výsledků.

Celkové posouzení služby je možné provést na základě vlastností služby a zajištění služby. Hlediska, která bezprostředně souvisejí se zajištěním poskytované služby operátorem, posuzují tzv. výkonnost sítě NP (Network Performance).

Koncepce hodnocení QoS a NP podle doporučení ITU-T je vypracována tak, aby postihla hodnocení kvality poskytovaných služeb i výkonnosti sítě v souvislostech. Pro úplnost a doplnění obr. 1 si uveďme definice uvedených pojmů:

2.1 Vlastnosti vztahující se k popisu jakosti služby QoS

Zajištění (podpora) služby - Service Support Performance - Schopnost organizace poskytovat službu a pomáhat při jejím užívání. Vztahuje se k odpovědnosti operátora. Tuto schopnost lze hodnotit např. podle: odezvy na požadavky účastníků, zřizování telekomunikačních služeb a jejich uvádění do provozu, doby potřebné pro zřízení služby, vyřizování přihlášek, reklamací uživatele, vytváření a aktualizace seznamů účastníků, účtování, placení apod.

Provozovatelnost služby - Service Operability - Schopnost služby být snadno a úspěšně používána uživatelem, např.: snadná ovladatelnost a použitelnost rozhraní účastník – zařízení, snadná identifikovatelnost tónů a jejich jednoznačnost, přehlednost struktury tarifu.

Spolehlivost služby – *Serveability* - Schopnost poskytnout službu na požádání uživatelem a poskytovat ji po požadovanou dobu v rámci specifikovaných tolerancí a dalších daných podmínek. Může být vyjádřena pohotovostí služby, nepřetržitostí služby a celistvostí (integritou) služby.

Pohotovost služby - *Service Accessibility Performance* - Schopnost poskytnout službu na požádání uživatelem, ve specifikovaných tolerancích a za dalších daných podmínek. Vztahuje se k fázi budování spojení.

Nepřetržitost služby – *Service Retainability Performance* - Schopnost služby, uživateli již poskytnuté, být nadále poskytována za daných podmínek po danou dobu.

Celistvost služby – *Service Integrity Performance* - Schopnost poskytnuté služby udržet si kvalitu bez mimořádných zhoršení. V telekomunikační síti je tato schopnost dána kvalitou přenosových vlastností systémů (jde např. o vliv krátkodobých přerušení, impulsních hluků, srozumitelných přeslechů, apod.).

Bezpečnost služby - *Service Security Performance* - Odolnost proti neoprávněnému odposlechu, neoprávněnému použití, zlovolnému poškození, nesprávnému použití, lidským chybám a přírodním katastrofám.

2.2 Vlastnosti vztahující se k popisu výkonnosti sítě NP

Zpoplatnění – *Charging Performance* - Pravděpodobnost, že je správně zpoplatněno spojení podle typu, cíle, času a doby trvání.

Propustnost – *Trafficability Performance* - Schopnost prvku zpracovat provozní zatížení určitých vlastností a dané velikosti za daných podmínek.

Pohotovost – *Availability Performance* - Schopnost prvku být ve stavu, umožňujícím vykonávat požadovanou funkci v určitém nebo v libovolném časovém okamžiku v daném časovém intervalu. Tato vlastnost závisí na bezporuchovosti sítě, udržovatelnosti a zajištěnosti.

Bezporuchovost – *Reliability Performance* - Schopnost prvku vykonávat požadované funkce za daných podmínek po daný časový interval. (Předpokládá se, že prvek je na začátku časového intervalu ve stavu, umožňujícím vykonávat dané funkce).

Udržovatelnost – *Maintainability Performance* - Schopnost prvku používaného v souladu s dohodnutými podmínkami být ve stavu nebo vrátit se do stavu, ve kterém může vykonávat požadované funkce, když je prováděna údržba podle daných podmínek za použití stanovených postupů a zdrojů.

Zajištěnost údržby – *Maintenance Support Performance* - Schopnost organizace, provozující údržbu, poskytnout (za daných podmínek) na požádání zdroje potřebné pro údržbu prvku podle dohodnutých pravidel.

Jakost přenosu – *Transmission Performance* - Úroveň reprodukce signálu nabízeného za daných podmínek telekomunikačním systémem, pokud je systém v provozuschopném stavu.

Šířitelnost – *Propagation Performance* - Schopnost přenosového média, ve kterém se vlna šíří přirozeným způsobem, přenášet signál v daných tolerancích. Šířitelnost se vztahuje k rádiovým přenosům a je závislá na přirozených vlivech prostředí, jako jsou útlum v důsledku deště, vícesměrové šíření (v důsledku odrazu a lomu) apod.

Spolehlivost – *Dependability* - Souhrnný pojem k popisu pohotovosti a činitelů, které ji ovlivňují: bezporuchovosti, udržovatelnosti a zajištěnosti obnovy (provozuschopnosti) prvku.

3 Hodnocení GOS, QoS a NP

3.1 Kvalita obsluhy GOS

Kvalita obsluhy GOS - *Grade of Service* - je nedílnou součástí hodnocení jakékoli služby a jako kritérium kvality patřilo a patří historicky mezi první kritéria hodnocení kvality (ztráta volání, odbavení volání v přípustné čekací době apod.).

Na přenosu informace se podílejí různá zařízení sítě - koncová zařízení, přenosové a spojovací prostředky, které jsou obsluhovány systémy (OS). Obsluhové systémy pracují buď na principu ztráty nebo čekání volání, kterému v okamžiku jeho příchodu nemůže být přidělena obsluhová linka k jeho obsluze (řídící jednotka, kanál, okruh, koncové zařízení apod.). Z principu činnosti systémů samých vyplývá, že nelze všechny ukazatele,

hodnotící kvalitu obsluhy GOS, zcela sloučit. Kritéria kvality obsluhy GOS obsluhových systémů jsou pravděpodobnostními charakteristikami OS, v praxi reprezentovanými odhady získanými na základě statistického zpracování naměřených hodnot (převážně v době hlavní provozní hodiny HPH či v době normálního nebo zvýšeného provozního zatížení (ITU-T, doporučení E. 500 (11/1998)) nebo výsledků šetření. Z pravděpodobnostních charakteristik OS se ve funkci ukazatelů zpravidla používají pro:

- ❑ Obsluhové systémy se ztrátou:
 - Pravděpodobnost ztráty;
 - Pravděpodobnost blokování (nebezpečné doby).
- ❑ Obsluhové systémy s čekáním a konečným počtem míst pro čekající:
 - Pravděpodobnost ztráty;
 - Pravděpodobnost blokování (nebezpečné doby);
 - Doba čekání (střední hodnota, rozptyl, pravděpodobnost čekání déle než dobu t);
 - Doba zdržení v OS – doba čekání + doba přenosu (střední hodnota, rozptyl, atd.).

Protože v telekomunikačních sítích nejsou zařízení stoprocentně spolehlivá, přistupují k výše uvedeným charakteristikám charakteristiky z oblasti teorie spolehlivosti, např.

- Intenzita proudu poruch;
- Doba mezi poruchami;
- Pohotovost;
- Pravděpodobnost bezporuchové služby;
- Pravděpodobnost krátkodobých přerušení;
- Pravděpodobnost rozpadu spoje, atd.

3.2 Jakost služby QoS a výkonnost sítě NP

Se vznikem prvních telekomunikačních sítí se hodnocení kvality poskytovaných služeb přirozeně rozdělilo na hodnocení uživatelem a hodnocení provozovatelem služby. Hodnocení QoS je zaměřeno na pohled uživatele a posuzuje se v přístupových bodech služby nebo mezi nimi.

Kritéria hodnocení výkonnosti sítě NP jsou zaměřena tak, aby mohla být využita při plánování, rozvoji, řízení údržby a hodnotí koncový provoz nebo prvky sítě. V současné době lze napočítat více jak sto ukazatelů QoS, NP a GOS. Tyto ukazatele, např.: ztráta (volání, buňky, paketu, rámce), doba čekání na (oznamovací tón, obnovení služby, přidělení řídicí jednotky, potvrzení přijetí paketu, vyřízení žádosti), doba zpoždění (paketu v síti nebo v určitém úseku sítě), četnost odbavení v přípustné čekací době (procento přihlášení operátora informační služby, ale také procento vyřízených žádostí nebo stížností do určité doby) apod., se liší kvantitativně v závislosti na poskytované službě. S rozvojem nových sítí a služeb přirozeně vznikají ukazatele nové.

3.3 Jednotný pohled na hodnocení jakosti

Přístup ke sjednocenému pohledu na posuzování jakosti služby se postupně vyvíjel viz tab. 1 a tab. 2.

fáze procesu poskytnutí služby	výkonnostní kritérium		
	rychlost	přesnost	spolehlivost
fáze sestavování spojení	- primární ukazatele výkonnosti a jejich hodnoty (Pohotovost)		
přenos uživatelské informace			
rozpojení			

Tab. 1: Matice 3 x 3 hodnocení QoS

V první fázi byla navržena tabulka – nazývaná matice tři na tři – viz tab. 1, která hodnotí jednotlivé fáze procesů poskytnutí služby: sestavení spojení, přenos uživatelské informace a rozpojení. Kritérii jsou rychlost, přesnost, spolehlivost a pohotovost a jsou pro jednotlivé služby specifikována. Pomocí primárních ukazatelů lze odvodit hodnoty ukazatelů jiných.

Na hodnocení pomocí tabulky 1 navázalo ITU-T v doporučení G.1000 tabulkou podstaně rozšířenou – viz tab. 2.

		Kritéria jakosti služby						
		rychlost SPEED 1	přesnost ACCURACY 2	pohotovost AVAILABILITY 3	spolehlivost RELIABILITY 4	bezpečnost SECURITY 5	jednoduchost SIMPLICITY 6	pružnost FLEXIBILITY 7
funkce Service Function								
řízení služby SERVICE MANAGEMENT	prodej & obchodní činnost Sales &Pre- Contract Activities							
	poskytování Provision							
	změna Alteration							
	zajištění služby Service Support							
	odstranění poruchy Repair							
	přerušování Cessation							
kvalita spojení Connection Quality	sestavení spojení Connection Establish							
	přenos informace Information Transfer							
	rozpojení Connection Release							
účtování Billing								
řízení sítě účastníkem Network Service management by customer								

Tab. 2: Matice hodnocení QoS podle ITU-T doporučení G.1000

4 Příklady ukazatelů

□ Digitální síť integrovaných služeb úzkopásmová N-ISDN:

Přístupové body pro hodnocení QoS jsou uvedeny na obr. 2. Pro službu přepojování okruhů si uvedme vedle ukazatelů také jejich definice.

– Zpoždění před volbou - *pre-selection delay*

Zpoždění před volbou (překryvné vysílání) je definováno jako časový interval mezi okamžikem, kdy první bit zprávy SAMBE vyslalo volající koncové zařízení k dosažitelnému signalizačnímu systému, do okamžiku, dokud není přijat poslední bit zprávy SETUP ACK volajícím koncovým zařízením.

– Zpoždění po volbě (číslíce, čísla) - *post-selection delay*

a) Zpoždění po volbě poslední číslice - *post-selection delay (overlap sending)*

Časový interval od okamžiku, kdy první bit zprávy INFORMATION, obsahující poslední volanou číslici, opustí volající koncové zařízení k dosažitelnému signalizačnímu systému, do okamžiku, dokud není přijat volajícím koncovým zařízením poslední bit první zprávy idikující dispozice volání (zpráva ALEERTING v případě úspěšného volání).

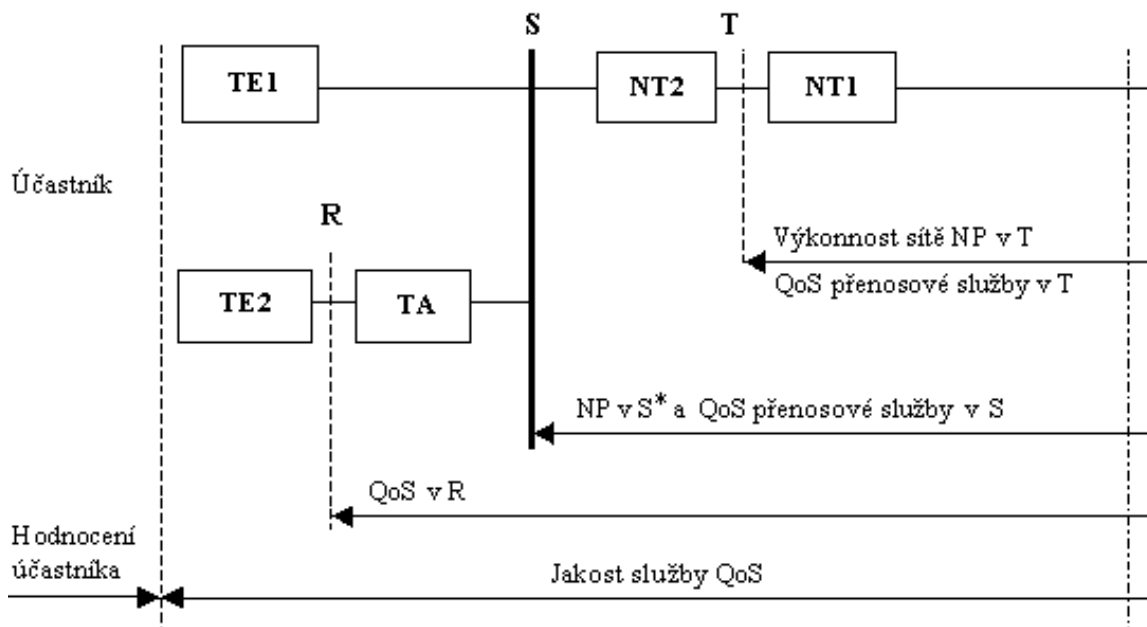
b) Zpoždění po volbě čísla - *post-selection delay (en-bloc sending)*

Časový interval od okamžiku, kdy první bit zprávy initialSETUP, obsahující všechny volené číslice, opustí volající koncové zařízení k dosažitelnému signalizačnímu systému do okamžiku, dokud není přijat volajícím koncovým zařízením poslední bit první zprávy, idikující dispozice volání (zpráva ALEERTING v případě úspěšného volání).

Pozn.: V případě koncových zařízení s automatickou odpovědí zpráva ALERTING je nahrazena zprávou CONNECT.

– **Zpoždění (signálu) přihlášení - answer signal delay**

Časový interval od okamžiku, kdy první bit zprávy CONNECT opustí volající koncové zařízení k dosažitelnému signalizačnímu systému do okamžiku, kdy je (dokud není) přijat volajícím koncovým zařízením poslední bit první zprávy CONNECT.



* NP v referenčním bodě S se uvádí jen v případě, když S a T referenční body jsou totožné

Obr. 2: Přístupové body pro hodnocení QoS ISDN

– **Zpoždění rozpojení spojení - call release delay**

Definice rozpojení je založena pouze na jednosměrném přenosu zprávy z rozpojovací strany k rozpojované straně. Tudíž tento ukazatel vyžaduje pozorování ve dvou měřicích bodech. Zpoždění rozpojení je definováno s použitím tzv. výkonnostně významných referenčních událostí a mezi dvěma měřicími body MP_i, MP_j je definováno jako časový interval, který začíná v okamžiku, kdy zpráva DISCONNECT vytváří výkonnostně významnou referenční událost MP_i, a končí, když zpráva DISCONNECT vytváří výkonnostně významnou referenční událost v MP_j, vzdálenější od uvolňující strany.

– **Pravděpodobnost blokování (ztráty) konec-konec - probability of end-to-end blocking**

Pravděpodobnost blokování konec-konec je pravděpodobnost, že volání bude neúspěšné v důsledku nedostatku volných prvků sítě.

□ **Digitální síť integrovaných služeb širokopásmová B-ISDN**

➤ **Úroveň volání:**

- Zpoždění po volbě;
- Zpoždění signálu přihlášení;
- Zpoždění rozpojení;
- Pravděpodobnost blokování konec-konec.

➤ **Úroveň buněk:**

- Zpoždění přenosu buňky;
- Odchylna zpoždění buňky;
- Podíl bloků buněk s vysokým počtem chybných buněk;
- Ztráta buňky.

➤ **GOS ukazatele orientované na rámec** (se studuje)

- Zpoždění přenosu rámce;
- Četnost zamítnutých rámců.

□ **Veřejné datové sítě**

Hodnocení QoS veřejných datových sítí podle X.140 vychází z tabulky 3x3. Obsah ukazatelů je zřejmý z názvu

fáze spojení	QoS ukazatele		
	rychlost	přesnost	spolehlivost
sestavení spojení	přístupové zpoždění	pravděpodobnost nesprávného přístupu	četnost nezdařeného přístupu
přenos uživatelské informace	přenosové zpoždění, přenosový výkon	pravděpodobnost chyby, pravděpodobnost navíc dodaných dat pravděpodobnost zaměněného dodání dat	četnost ztráty dat
rozpojení	rozpojovací zpoždění	pravděpodobnost nezdařeného rozpojení	

Tab. 3: Matice pro hodnocení QoS veřejných datových sítí podle X.140

□ **Služba přepojování paketů pro multimediální komunikační systémy - H.323**

- Zpoždění přenosu buňky;
- Odchylka zpoždění buňky;
- Ztráta buňky;
- Chybovost (buňková), četnost chybných bloků buněk;
- Četnost navíc dodaných buněk.

Ukazatele QoS podle ITU-T doporučení H.323 jsou kvantitativně určeny pro čtyři třídy služby, takže jde celkem o 24 číselných údajů. Doposud jsou stanoveny hodnoty pouze pro třídu 1.

□ **Radiotelefonní síť s přepojováním okruhů PLMN - *Public Land Mobile Telephone Network***

- Zpoždění po volbě;
- Zpoždění přihlášení;
- Zpoždění rozpojení (z popudu volajícího nebo volaného);
- Pravděpodobnost ztráty konec-konec (prst. ztráty na rádiovém kanálu v PLMN a ztráty na svazku z PLMN do veřejné telefonní sítě PSTN (*Public Switched Telephone Network*) nebo ISDN;
- Pravděpodobnost rozpojení v důsledku nezdařeného předání hovoru mezi buňkami.

□ **Univerzální osobní telekomunikace UPT – *Universal Personal Telecommunication***

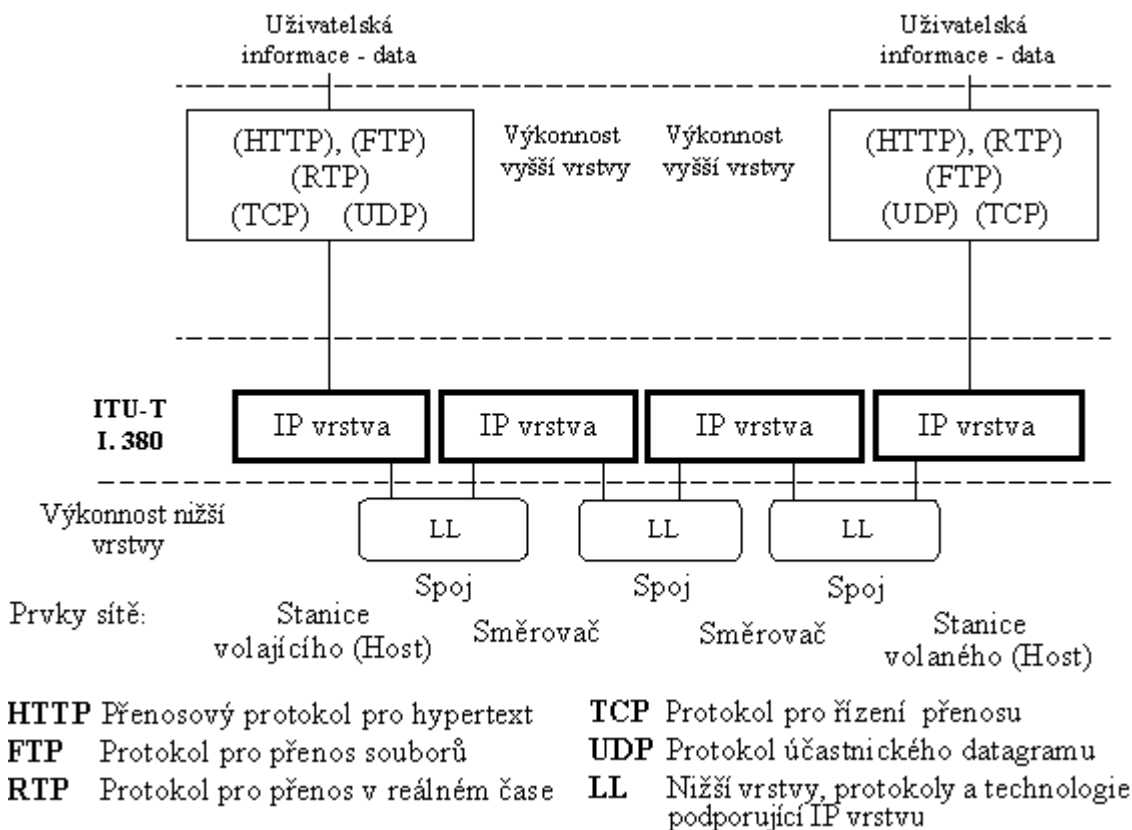
- Zpoždění po volbě;
- Zpoždění přihlášení;
- Doba rozpojení;
- Zpoždění ověření totožnosti;
- Ztráta konec-konec;
- Četnost rozpojení (při předávání z buňky do buňky);
- Četnost nepotvrzení totožnosti;
- Četnost nepotvrzení totožnosti legitimního uživatele.

□ **Univerzální telefonní služba**

Univerzální telefonní služba je definována jako minimální soubor služeb, které jsou dostupné ve stanovené kvalitě všem uživatelům na celém území státu za dostupnou cenu (zákon č. 526/1990) a jejími ukazateli jsou:

- doba potřebná pro zřízení telefonní služby prostřednictvím veřejné pevné telekomunikační sítě;
- četnost poruch na účastnickou přípojku;
- doba odstranění poruchového stavu;
- míra úspěšnosti pokusů o spojení ve veřejné pevné telekomunikační síti;

- Doba přenosu (zpoždění);
- Chybovost;
- Ztráta;
- Ztráta paketu;
- Četnost paketů dodaných navíc);
- Propustnost (měřená pakety nebo oktety);
- Pohotovost (a její doplněk) - definovaná pomocí prahové hodnoty ztráty IP paketu.



Obr. 3: Příklad vrstvého modelu pro hodnocení kvality služby IP podle I.380, Y.1540

V nově vzniklém doporučení E.681 z října 2001, které se zabývá provozně inženýrskými metodami pro IP přístupové sítě založené na hybridním systému optické vlákno - koaxiální pár se za ukazatele GOS pro IP telefonii na úrovni volání uvádějí:

- pravděpodobnost blokování (ztráty);
- zpoždění po volbě;
- zpoždění signálu přihlášení;
- doba uvolnění spojení.

Po vytvoření spojení se pod pojmem paket rozumí paket, obsahující jeden nebo více vzorků hlasu. Pro tuto fázi spojení se doporučují následující ukazatele GOS:

- zpoždění přenosu řeči (zahrnující zpoždění procesy paketování (depaketování) a jednosměrné zpoždění paketu);
- odchylka zpoždění paketu;
- ztráta paketu (průměrná a ztráta shluku paketů).

Důležitou charakteristikou pro službu VoIP (nespojově orientovaná) je zpoždění přenosu v přenosové cestě mezi volajícím a volaným - "ústa - ucho" v jednom směru, které by pro hypotetický referenční okruh do 5000 km nemělo překročit 150 ms a pro okruhy do 10 000 km 225 ms. V hypotetickém referenčním okruhu 27 500 km nelze vyloučit i zpoždění které překročí 300 ms - (ITU-T doporučení Y.1541).

Kvalita hlasu přenášeného mezi koncovými zařízeními v analogové telefonní síti byla od počátků rozvoje telefonní služby garantována vztahným útlumem RE (Reference Equivalent) spojení a šířkou pásma. Měření prováděná na přenosových systémech nebo jejich částech pomocí řeči a sluchu nebo pomocí akustických zdrojů a indikátorů se nazývají telefonometrická měření a spadají do oboru telefonometrie.

Připomeňme si, že šířka telefonního pásma byla před druhou světovou válkou stanovena 300 až 2400 Hz (kvalita použitých mikrofonů a sluchátek), později se horní frekvence pásma stále zvyšovala, dnes je telefonní pásmo stanoveno 300 až 3400 Hz. Frekvenční šířka pásma se stanovila experimentálně. Horní mezní frekvence byla určena měřením slabikové srozumitelnosti (80%) a dolní mezní frekvence byla určena pomocí výkonu hovorového spektra (80%), který klesá velmi rychle omezováním hovorového spektra zdola.

Vztažný útlum (vyjádřený v dB) sloužil jako míra hlasitosti mikrofonů, sluchátek, vysílačích nebo přijímacích částí telefonních přístrojů nebo celých přenosových řetězců včetně mikrofonů a sluchátek a to ve vztahu k původnímu přesně definovanému telefonometrickému normálu SFERT (Système fondamental européen de référence pour la transmission téléphonique) od roku 1926. Tento normál nerespektoval dynamickou nelinearitu lidského ucha, a proto byl v roce 1960, především pro účely plánování telekomunikačních sítí, navržen nový telefonometrický normál NOSFER (Nouveau système fondamental pour la détermination des équivalents de référence), pomocí kterého byl měřen tzv. korigovaný vztažný útlum CRE (Corrected Reference Equivalent). Na míru CRE navázala míra hlasitosti LR (Loudness Rating) vyjádřená taktéž v dB. Na základě této míry jsou vypracovány přenosové plány (úrovňový a útlumový) pro digitální síť jak pevné tak mobilní. V současné době se používá pro hodnocení kvality hlasu model nepoměrně složitější a komplexnější - tzv. E-model, který je předmětem např. doporučení ITU-T G.107 (03/2003).

Pro kvalitní telefonní službu VoIP je důležitá mj. doba přenosu signálu – zpoždění -, které je v sítích s přepojováním paketů zvyšováno kódováním, zpracováním paketů v uzlech a dekódováním na přijímací straně, ztráta paketu a zpoždění mezi pakety.

Hodnocením kvality hlasu se zabývá samostatný příspěvek, a proto není tento problém dále rozebírán.

Závěr

Hodnocení kvality služeb poskytovaných telekomunikačními sítěmi je neobyčejně rozsáhlé a při možnosti využití řady technologií pro přenos signálu mezi dvěma koncovými zařízeními velmi složité. Cílem tohoto příspěvku bylo poukázat na celou problematiku v souvislostech. Doporučení ITU-T jsou v této oblasti provázaná a mnohdy terminologicky nejednotná. Pro řadu termínů neexistuje normalizovaný český ekvivalent. V oblasti názvoslovné panuje nejednotnost a silný vliv anglických termínů. K tomu přispívá i skutečnost, že terminologii se nevěnuje dostatečná pozornost a dokonce se lze setkat s normami převzatými převzetím originálu – tedy bez překladu.

Literatura

- [1] Kubín, B – Šrámek, J. Technika dokumentové telegrafie. Praha. NADAS, 1984. 312 s.
- [2] E.500 (11/98) Overall network operation, telephone service, service operation and human factors. Quality of service, network management and traffic engineering – Traffic engineering – Measurement and recording of traffic. Traffic intensity measurement principles.
- [3] E.681 (10/2001) Overall network operation, telephone service, service operation and human factors. Traffic engineering – Traffic engineering for IP-networks. Traffic engineering methods for IP access networks based on hybrid fiber/coax system.
- [4] E.800 (08/94) Telephone network and ISDN. Quality of service, network management and traffic engineering. Terms and definitions related to quality of service and network performance including dependability.
- [5] Kubín, B. – Pužman, J. Veřejné datové sítě. Praha, NADAS 1989. 420 s. ISBN 80-7030-033-7

- [6] E.721 (1991) Telephone network and ISDN quality of service, network management and traffic engineering. Network grade of service parameters and target values for circuit-switched services in the evolving ISDN.
- [7] E.726 (03/2000) Overall network operation, telephone service, service operation and human factors. Quality of service, network management and traffic engineering – Traffic engineering – ISDN traffic engineering. Network grade of service parameters and target values for B-ISDN.
- [8] E.771 (03/93) Telephone network and ISDN. Quality of service, network management and traffic engineering. Network grade of service parameters and target values for circuit-switched land mobile services.
- [9] E.776 (10/96) Telephone network and ISDN. Quality of service, network management and traffic engineering – Traffic engineering – Mobile network traffic engineering. Network grade of service parameters for UPT grade of service concept.
- [10] G.107 (03/2003) Transmission systems and media, digital systems and networks. International telephone connections and circuits – general definitions. The E-model, a computational model for use in transmission planning.
- [11] G.1000 (11/2001) Transmission systems and media, digital systems and networks. Quality of service and performance. Communications quality of service: A framework and definitions.
- [12] H.323 (02/98) Audiovisual and multimedia systems. Infrastructure of audiovisual services – systems and terminal equipment for audiovisual services. Packet-based multimedia communications systems
- [13] I.350 (3/93) Integrated services digital network (ISDN). Overall network aspects and functions. General aspects of quality of service and network performance in digital networks, including ISDNs.
- [14] I.352 (03/93) Integrated services digital network (ISDN) overall network aspects and functions. Network performance objectives for connection processing delays in an ISDN.
- [15] I.353 (08/96) Integrated services digital network. Overall network aspects and functions – performance objectives. reference events for defining ISDN and B-ISDN performance parameters.
- [16] I.380 (02/99) Integrated services digital network. Overall network aspects and functions – general network requirements and functions. Internet protocol data communication service – IP packet transfer and availability performance parameters.
- [17] X.140 (09/92) Data communication networks. Network aspects. General quality of service parameters for communication via public data networks.
- [18] Y.1540 Global information infrastructure and Internet Protocol aspects. Internet protocol aspects – quality of service and network performance. Internet protocol data communication service – IP packet transfer and availability performance parameters
- [19] Chodounský, J.: Zabezpečení a hodnocení jakosti univerzální telekomunikační služby. *Telekomunikace XXXIX*, č.4, 2002. s. 12 - 15.
- [20] Chodounský, J. Metody hodnocení ukazatelů jakosti univerzální služby jejím poskytovatelem. *Telekomunikace XXXIX*, č.6, 2002. s. 28 - 31.
- [21] Hesoun, F.: *Několik poznámek k univerzální službě v telekomunikacích*. *Telekomunikace XXXIX*, č.3, 2002. s. 27 - 29.
- [22] Hesoun, F.: *Univerzální služba a problémy s ní spojené*. *Telekomunikace XXXIX*, č.7 8, 2002. s. 22 - 225.
- [23] Sobotka V. a kolektiv.: *Přenosové systémy*. SNTL, Praha 1989. 530 s.