# Considerații privind analiza QoS în rețele telemedicale

*Dr. ing. Sorin PUŞCOCI[1], Drd. Radu DRAGOMIR[1]*

***Cuvinte cheie:*** *telemedicină, QoS, retele de comunicatii.*

***Rezumat.*** *Dezvoltarea tehnologiilor de telecomunicații şi informatice permit implementarea de noi servicii de telemedicină. Pentru a se obține un maxim beneficiu al acestor noi servicii, este esențial să se definească o metodologie precisă pentru a caracteriza cerințele de Calitate a Serviciului (QoS) pentru informațiile transmise şi pentru managementul resurselor de rețea disponibile. În acest material, se face o discuție privind parametrii tehnici de rețea ce permit o evaluare a QoS pentru rețeaua de comunicații în vederea unei dezvoltări mai bune a teleserviciilor medicale ce utilizează un suport de comunicații dat.*

***Keywords:*** *telemedicine, QoS, communication network.*

***Abstract.*** *Development of telecommunication and informatics technologies enables new telemedicine services implementation. In order to get the highest benefit from the telemedical services, it is necessary to define a methodology to characterize the requirements for quality of services –QoS, for the delivered information and for the available network resources management. In this paper, we are discussing on some technical network parameters needed to asses QoS for communications network, in order to enable a suitable development of medical teleservices that are using a given communication support.*

## 1. Introducere

Telecomunicațiile şi tehnologiile informatice avansate au permis un important progres al noilor servicii de telemedicină în ultimii ani. Pentru a se obține un maxim beneficiu al acestor noi servicii, este esențial să se definească o metodologie precisă pentru a caracteriza cerințele de Calitate a Serviciului (QoS) pentru informațiile transmise şi pentru managementul resurselor de rețea disponibile. Mai mult decât atât, pentru a implementa un serviciu multimedia este necesar să se realizeze o evaluare corectă incluzând eficiența, acceptabilitatea şi utilizabilitatea. Şi această evaluare este specifică în conformitate cu fiecare scenariu particular de implementare.

Este de aşteptat ca serviciile de telemedicină să susțină aplicații clinice multiple şi diverse peste diferite topologii de rețea. *Astfel de medii heterogene necesită ca diferite aplicații să fie furnizate cu diferite cerințe de QoS pentru a fi adaptate tipurilor distincte de servicii.*

Prin urmare, pentru a optimiza OoS în aceste servicii de telemedicină, este necesar să se ia în considerare 2 aspecte: ***natura informațiilor biomedicale transmise şi comportarea rețelelor de comunicații.***

Atunci când studiem modelarea traficului pentru QoS, este esențial să se înceapă de la sursă şi modelele de rețea care o compun pentru a înțelege dinamicile traficului,şi să se folosească acele informații pentru proiectarea ulterioară.

[1] Institutul Național de Studii şi Cercetări pentru Comunicații – INSCC, Bucureşti.

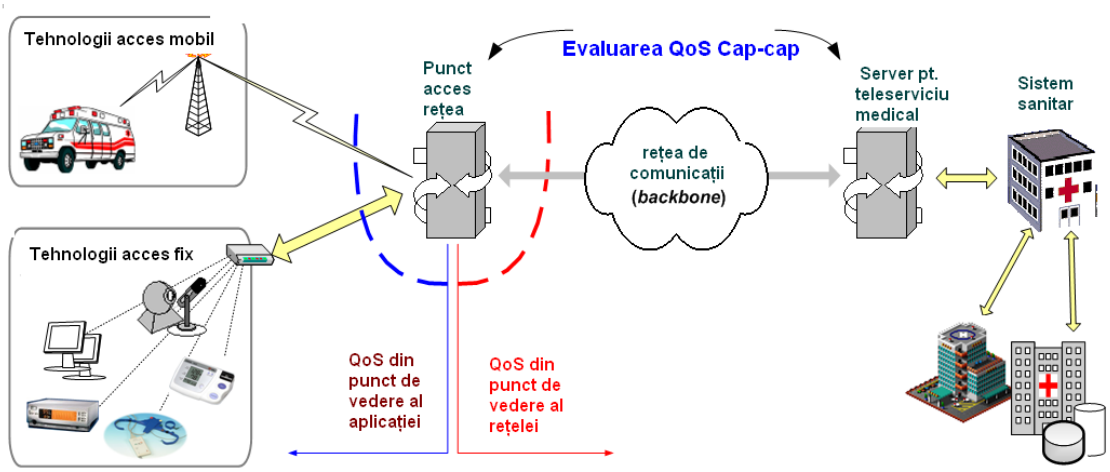


**Fig.1.** Exemplu de tronson de rețea utilizat pentru aplicații telemedicale.

*Un criteriu extins constă în gestionarea şi adaptarea informațiilor generate de aplicații (codere, rate de transmisie, rapoarte de compresie etc.) pentru resursele de rețea disponibile. În mod specific pentru mediile de îngrijire a sănătății, această abordare va permite îmbunătățirea QoS pentru serviciul de telemedicină prin căutarea valorilor optime.*

Având în vedere faptul că multe aplicații de telemedicină utilizează un suport telecomunicațiile şi tehnologiile informației avansate au fost folosite din ce în ce mai mult pentru activități clinice şi studii, pentru a îmbunătății distribuirea de asistență medicală.

Evaluarea tehnică necesită în primul rând o metodă de evaluare pentru a analiza aplicația şi cerințele rețelei şi, în consecință, pentru a optimiza proiectarea serviciilor şi modelarea în funcție de resursele disponibile.

Printr-o analiză QoS a unui tronson de rețea ce urmează a fi utilizată în mod curent, pentru aplicații telemedicale (fig,1), se pot lua decizii importante în ceea ce priveşte nivelul calității servciului telemedical oferit de un anumit fuirnizor, [5], având ca suport acel suport.

## 2. Parametrii QOS pentru aplicații

Deşi conceptul de „calitate a serviciului ” – QoS este un concept intuitiv, el a fost definit de către ITU-T în recomandarea E.800 după cum urmează [1]: „efectul colectiv al performanței unui serviciu care determină gradul de satisfacție al unui utilizator al acelui serviciu” sau „măsura a cât de bun este un serviciu, prezentat unui client, se exprimă în limbajul înțeles de client şi se manifestă printr-un număr de parametri, toți aceşti parametri având atât valori obiective cât şi subiective ”.

Calitatea serviciilor este acel aspect al calității în rețelele de comunicații care se referă la relația ce există între proprietățile rețelei şi aşteptările asupra acestora în termeni de parametri de performanță.

Un număr de parametri QoS pot fi măsurați şi monitorizați pentru a se determina dacă un serviciu oferit sau primit este îndeplinit.

### *2.1. Descriptori de trafic PDR, SDR, MBS, BT*

**Rata de vârf PDR (Peak Data Rate)** care este rata de date maximă (este inversa intervalului de timp cel mai scurt dintre 2 pachete consecutive, $1/\Delta_t$) şi **rata de date mediată SDR (Sustained**

**Data Rate)** care este rata de transmisie a datelor mediată într-un interval de timp de referință, ($T = t_{i+n} - t_i$ ) se determină din relațiile:

$$PDR_i = \frac{s_i}{\Delta t_i} \quad SDR_i^n = \frac{\sum s_i^n}{t_{i+n} - t_i} \tag{1}$$

***Dimensiunea maximă în rafală MBS*** este definită ca numărul maxim de pachete care pot fi transmise la PDR garantând SDR. În legătură cu rafala se mai pot defini: **mărimea rafalei (bs)**, **intervalul de rafală (bt)** şi **toleranța în rafală (BT).**

Relațiile (2) definesc legătura dintre aceşti parametrii şi PRD şi SRD:

$$MBS = \left[ 1 + \frac{BT}{T_s - T} \right]$$

$$\overline{PDR} = \frac{1}{T}, \quad \overline{SDR} = \frac{1}{T_s}, \tag{2}$$

$$\text{BT} = (\text{MBS-1}) \times \left( \frac{1}{\overline{SRDR}} - \frac{1}{\overline{PDR}} \right)$$

Combinația de valori pentru aceşti parametrii permit diverse evaluări perivind disponibilitatea unei anumite conexiuni de comunicații.

### *2.2. Tipuri de servicii*

Pentru aplicațiile telemedicale se pun in evidență două tipuri principale de servicii: in timp real – on line şi non timp real – off line.

Din punct de vedere al rețelei se disting următorii parametri ce pot influența cele două categorii de servcii:

– în timp real: CBR, VBR-rt;

– non timp real: VBR-nrt, ABR, UBR.

Caracteristicile sunt următoarele:

***– CBR (constant bit rate):***

- o cel mai simplu tip de traffic (voce);
- o are cea mai mare prioritate în rețea pentru că este sensibil la întârzieri;
- o are un trafic aproape periodic;
- o are nevoie să se specifice doar PCR (PCR=SCR);

***– VBR(variable bit rate) :***

- o un tip de trafic putin mai complicat: rata de bit variază cu timpul (compresie video de exemplu);
- o are nevoie să i se specifice PCR, SCR şi burst-urile;
- o are următoarea prioritate după CBR;
- o are două versiuni: real-time (rt) şi non-real-time (nrt);

***– ABR (available bit rate):***

- o tip de trafic impredictibil: traficul doreşte să folosească atât de multă sau oricât de puțină bandă ar fi disponibilă;
- o de obicei are rata de bit variabilă;
- o se mai numeste trafic de tip „elastic” ;
- o are următoarea prioritate ca serviciu;

***– UBR (unspecified bit rate):***

- o tipul de serviciu care nu garantează nimic;
- o are cea mai mică prioritate dintre toate serviciile enunțate.

### *2.3. Atribute specifice aplicațiilor de telemedicină*

Tabelele 1 şi 2 prezintă elementele specifice pentru diferite tipuri de teleservicii medicale pentru cazul serviciilor în timp real – online, respectiv servicii de tip stocare şi retransmitere – offline.

## 3. Parametrii QoS pentru rețea

Pentru caracterizarea QoS este ncesară definirea următorilor parametrii de rețea.

***Întârzierea capăt-la-capăt (EED)***, este definită ca fiind intervalul dintre momentul în care un pachet este transmis şi până când pachetul este recepționat

la destinația sa. Acesta se obține prin adunarea mai multor întârzieri: accesare, procesare, bufferare etc. EED este completată de alți parametri cum ar fi ***jitterul*** (variația EED între întârzieri consecutive). Întârzierea pachetelor prin rețea este de mai multe feluri.

*Tabelul 1*

**Caracteristici ale aplicațiilor de telemedicină online**

| Tip serviciu de telemedicină | Caracteristici tehnice | Tipul informației | Volum informație, bytes | Lățimea de bandă necesară, kbit/s |
|---|---|---|---|---|
| **Audio-conferință:**<br>**–** monitorizare pacienți<br>– linie fixa de urgență<br>– teleconsultație distantă, telediagnostic<br>– urgențe, alarme | **Canale audio:**<br>Conex. telefonică convențională<br>Două canale digitale voce<br>Un canal digital voce<br>Un canal digital comprimat | **Audio:**<br>Analogic<br>Digital<br>Digital comprimat<br>Digital comprimat | <br>8kB<br>2x 8kB<br>4kB<br>2kB | **Nx64:**<br>64<br>128<br>32<br>16 |
| **Monitorizare pacienți:**<br>**–** tensiune, puls<br>– EKG<br>– holter ambulator<br>– EEG<br>– Ecografie | **Achiziție semanle biomedicale cu dispozitive medicale analogice sau digitale de tip:**<br>**–** simplu (valori discrete)<br>– eveniment (semnal continuu cu n canale) | **Date biomedicale:**<br>BP<br>EKG<br>Holter<br>EEG<br>ECO | <br>400B<br>12x250B<br>3x8kB<br>32x2B<br>2x8B | **Nx64:**<br>3,2<br>24<br>8,7<br>80<br>384 |
| **Sesiune de telediagnostic:**<br>**:**<br>Asistență la domiciliu, asistență rurală, audio-video-conferință, diagnostic interactiv, transmitere de fişiere medicale | **Consultație distantă ce include::**<br>**–** videoconferință statică<br>– 2 canale digitale comprimate<br>– transmitere de fişiere medicale | **Date tip media:**<br><br>Audio<br>Video<br>Web | <br><br>8kB<br>200kB<br>80kB | **Nx128:**<br><br>64<br>15<br>10 |
| **Acces la baze medicale:**<br>**–** gestiune/actualizare înregistrări medicale<br>– informații medicale online | **Conexiune Internet pentru consultare de date hipertext:** | **Date tip web:**<br>HTTP<br>FPT | <br>10kB<br>800kB | **Nx128:**<br>13<br>80 |
| **Transmitere imagini medicale:**<br>**–** teleradiologie<br>– telepatologie | **Achiziții de imagini:**<br>Digitale (radiografii)<br>Scanate | **Date tip imagini:**<br>Alb/negru<br>Color | <br>1MB<br>9MB | **Nx256:**<br>46<br>285 |
| **Videoconferințe medicale:**<br>**–** telepsihiatrie<br>– teledermatologie<br>– teleneurologie<br>– urgențe, ambulanțe | **Conexiune digitală sau analogică:**<br>Pentru digutal se cere un prag minim de 320x280x24b per pixel şi o rată de 5-30 frame/s.<br>Pentru analogic se cere un calan TV standard | **Date tip video:**<br>Analogic<br>Dig – H323<br>Dig – 30 frames/s<br>Dig. comprimat | <br>800kB<br>140kB<br>2MB<br>253kB | **Nx512:**<br>534<br>15<br>1250<br>87 |

*Tabelul 2*

**Caracteristici aplicațiilor de telemedicină offline**

| Tip serviciu de telemedicină | Caracteristici tehnice | Tipul informației | Volum informație, bytes | Lațimea de bandă necesară, kbit/s |
|---|---|---|---|---|
| **Informații relative la pacient:**<br>**–** înregistrări clinice medicale | | **Texte /date:**<br>Word<br>PDF | <br>800kB<br>80kB | 64 |
| **Semnale biomedicale preînregistrate:**<br>**–** EKG<br>– holter ambulator<br>– EEG<br>– ecografie | **Achiziție semnale biomedicale cu dispozitive medicale:** | **Date biomedicale:**<br>EKG<br>Holter<br>EEG<br>ECO | <br>40MB<br>692MB<br>2MB<br>384MB | 256 |
| **Imagini medicale preînregistrate:**<br>**–** radiografie computerizată CR<br>– mamografie<br>– tomografie axială computerizată<br>– rezonață magnetică nucleară<br>– angiografie digitală<br>– imagini digitalizate | **Constă în stocarea de imagini digitale, sau analogice digitalizate, prin diferite medode de investigație:**<br>Cerințele uzuale sunt de 512x512 până la 1024x1024 rezoluție cu 8b/pixel pentru gri şi 16-24b/pixel pentru color | **Imagini:**<br><br>RADIO<br>MAMO<br>TAC<br>RMN<br>AGD<br>Digutal | <br><br>96MB<br>267MB<br>14MB<br>28MB<br>3,5MB<br>67MB | 512 |

### *3.1. Intârzieri cap-la-cap, EDD*

Componentele întârzierii sunt:

– **întârzierea de procesare**: depinde de procesarea în noduri; constantă pentru un ruter dat, dependentă de viteza rutorului şi ,,spune" dacă ruterul are "suficientă" capacitate. Se exprimă în microsecunde şi este neglijabilă, fiind tipic de câteva microsecunde sau mai puțin.

– **întârzierea în coada de aşteptare**: reprezintă aşteptarea pentru ca legătura să fie disponibilă; este dependentă de natura traficului şi de congestie; se exprimă de la micro la milisecunde. Este neglijabilă dacă nu există congestie, altfel semnificativă.

– **întârzierea de transmisie** (întârzierea stochează sau memorează-şi-retransmite). Este timpul pentru a trimite biți prin legătură. Acest timp este semnificativ pentru legături de viteză mică. De exemplu, pentru 1000 octeți la 1 Mbit/s întârzierea este 8 ms. Aşteaptă ca întregul pachet să sosească o dată ce primul bit a sosit. Independentă de distanță şi de trafic sau congestie, poate fi semnificativă pe legăturile de viteză mică (se exprimă de la micro la milisecunde).

– **întârzierea de propagare**: cât timp îi ia unui bit să traverseze legătura. Este dependentă de distanță şi pentru rețele locale se exprimă în micro-secunde, iar pentru celelalte de la milisecunde la sute de milisecunde. În schimb, viteza de propagare a unui mediu se referă la viteza cu care datele trec prin acel mediu. Întârzierea de propagare pentru diferite medii de comunicație afectează lungimea maximă posibilă a topologiei Ethernet rulând pe acest mediu.

Rețeaua şi sistemele de acces utilizate pot să introducă întârzieri variabile în timpul transportului ceea ce influențează calitatea serviciului oferit.

Astfel, ***valorile pentru întârziere permisă***, în conformitate cu recomandările **ITU-T**, sunt următoarele:

< 50 ms pentru servicii audio telefonice, pentru a evita ecoul şi diafonia;

<100 ms pentru aplicații interactive ce implică participarea unor persoane;

<150 ms pentru video interactiv, conferințe multimedia audio şi video, din care timpul maxim de comprese-decompresie a semnalului video este de 33–40 ms, pentru rata de cadre de 25–30 c/s şi rămâne pentru rețea 70–84 ms ca timp de întârziere maxim;

< 400 ms, în general, pentru diverse tipuri de aplicații în timp real.

### *3.2. Rata de pierderi, PLR*

***Rata pierderii de pachete*** **(PLR),** reprezintă numărul maxim de pachete de informații pierdute relativ la toată informația transmisă. Combinația EED-PLR este decisivă în studierea QoS.

În aplicații în timp real PLR este variabilă, iar ***valorile medii recomandate*** pentru diverse aplicații sunt:

< 3% pentru transmiterea de imagini medicale şi semnale biomedicale;

<10% pentru transmiterea de radiografii toracice sau dermatologice, cu rata de compresie 10:1 - 20:1;

< 15% pentru audio şi video interactiv, conferințe multimedia audio şi video;

< 20% , în general, pentru aplicații în timp real, pentru a garanta un nivel minim al QoS.

**PLR** este un parametru de bază pentru serviciile de telemedicină, deoarece poate influența interpretarea unui diagnostic.

### *3.3. Lățimea de bandă (BW) şi BW disponibilă (ABW)*

**BW** reprezintă **capacitatea C** pentru toate comunicațiile care partajează o legătură iar **ABW** este capacitatea care nu e utilizată, deci care e disponibilă pentru noi conexiuni de intrare. Mai mult decât atât, este uzual să se definească **capacitatea efectivă ($C_e$)** ca fiind resursele reale pentru transmisia de date măsurate într-un interval de timp de referință.

Lățimea de bandă determină viteza de transmitere a semnalelor audio, video şi de date şi, de asemenea, influențează calitatea imaginii şi sunetului recepționat. În general, cu cât lățimea de bandă disponibilă este mai ridicată, cu atât calitatea audio/video este mai bună, deşi tehnicile actuale de compresie permit obținerea unor rezultate bune şi pentru valori semnificativ mai reduse ale lățimii de bandă.

Este importantă luarea în considerație a elementului lățime de bandă din următoarele motive:

- **lățimea de bandă este limitată**. Indiferent de mediul folosit pentru a construi o rețea, există limite ale capacității rețelei de a transporta informație. Lățimea de bandă actuală este determinată de metoda de generare a semnalului, placa de rețea şi alte echipamente de rețea alese. De aceea, lățimea de bandă nu depinde doar de limitele mediului folosit.
- **lățimea de bandă nu este gratuită**. Pentru LAN se poate cumpara echipament care să ofere o lățime de bandă pe o perioadă de timp îndelungată. Pentru conexiunile de WAN, este necesar să se cumpere lățime de bandă de la un furnizor de servicii (*service provider*).
- **lățimea de bandă este un factor important care este folosit la analizarea performanțelor şi la proiectarea unei rețele.** Trebuie să se înțeleagă impactul lățimei de bandă şi a transferului efectiv asupra performanțelor unei rețele
- **cererea de lățime de bandă continuă să crească**. Cu cât noile tehnologii de rețea sunt concepute pentru o mai mare lățime de bandă, noi aplicații sunt create pentru a beneficia de aceste capacități.

Următorii parametrii descriu caracteristicile lățimii de bandă:

⇒ ***capacitatea, C*** – reprezintă lățimea de bandă maximă a căii de comunicație ocupată de aplicație atunci când nu există încărcare de trafic;

⇒ ***disponibilitatea, ABW*** – reprezintă lățimea de bandă maxim disponibilă pe care o cale de comunicație o poate oferi unei aplicații având o încărcare de trafic pentru calea respectivă;

⇒ ***utilizarea rețelei,*** $U_{ret}$ – reprezintă lățimea de bandă totală folosită curent pe o cale de către toate aplicațiile. O rețea cu utilizare ridicată va avea o cantitate crescută de erori în traficul prin rețea.

***BW*** este o informație critică în specificațiile rețelei. Un LAN obişnuit poate fi construit să asigure 100 Mbit/s către fiecare stație, dar asta nu înseamnă că fiecare utilizator poate transporta 100 Mbit/s prin rețea în fiecare moment. Acest lucru se poate realiza numai în circumstanțe ideale. De exemplu, rețelele Fast Ethernet teoretic suporta 100 Mbit/s lățime de bandă, dar acest nivel nu poate fi atins în practică (datorită hardware-ului, sistemului de operare). Acelaşi lucru este valabil şi pentru alte tipuri de medii de comunicație.

**BW** depinde în totalitate de aplicația concretă şi de tehnologia rețelei de telecomunicații, fiind în corelație cu parametrii **PLR şi EED.**

Pentru diverse aplicații **valorile recomandate** sunt:

> 15 kbit/s pentru aplicații interactive audio;

> 60 kbit/s pentru aplicații interactive video;

> 100 kbit/s pentru aplicații interactive audio şi video;

> 200 kbit/s, pentru aplicații interactive de telemedicină de calitate.

Deoarece aplicațiile de rețea folosesc lățime de bandă, cantitatea de lățime de bandă disponibilă pentru alte aplicații descreşte. Multe aplicații de rețea ,,cad" din cauza lipsei de lățime de bandă disponibilă. Această cantitate de lățime de bandă disponibilă este considerată *network throughput*.

Termenul ***network throughput***, reprezintă cantitatea de lățime de bandă curentă disponibilă pentru aplicații a rețelei respective. Lățimea de bandă disponibilă (throughput) referă numărul de pachete trimise într-o perioadă de timp de la sursă la destinație şi corect recepționate, excluzând retransmisia. Lățimea de bandă disponibilă este limitată datorită *resurselor fizice şi ale lățimii de bandă propriu-zise.* Factorii principali care conduc la acest lucru sunt: echipamentele din rețea, tipul datelor ce sunt transferate, topologia rețelei, numărul utilizatorilor, calculatorul folosit, serverul din rețea, fluctuațiile de tensiune.

### *3.4. Factorul de ocupare: ρ*

***Factorul de ocupare, ρ*** este utilizat în mod normal pentru compararea ocupării legăturii în raport cu resursele disponibile. Este un indicator bun al eficienței serviciului şi al performanței. Într-un sistem stabil fără pierderi de pachete, ρ este limitat de o **valoare maximă $\rho_{max}$**. Mai mult decât atât, biții de control sunt de regulă deosebiți de biții de informație: prin urmare, **ρ este de regulă normalizat la valoarea sa maximă, $\rho^*$**:

$$\rho^* = \frac{\rho}{\rho_{\max}} = \frac{C}{C_{\max}} < 1 \qquad (3)$$

unde: $\rho = \frac{C_e}{C}$ , $\rho_{\max} = \frac{C_{e_{maz}}}{C}$ şi $C = r \times k$ , $C_e = r \times k_e$ ,

$C_e = r \times k_{e_{\max}}$ ;

$C_e$ – capacitatea pentru resursele reale pentru transmisia de date măsurate într-un interval de timp de referință;

*C* – capacitatea pentru toate comunicațiile care partajează o legătură;

*r* – rata maximă de transmisie în punctul de acces;

*k* – constanta de multiplicare ce determina capacitatea *C* în funcție de numătul de utilizatori.

Factorul de ocupare (ρ) este un indicator bun pentru a compara judicios resursele disponibile şi pentru a estima eficiența legăturii, mai ales în cazul în care intervin N utilizatori, simultan.

În tabelul 3 sunt arătate sintetic valorile medii ale parametrilor BW, PLR şi EED pentu câteva tipuri de tehnologii de comunicații şi gradul de utilizare a lor pentru aplicații de telemedicină.

## 4. Analiza disponibilității unei conexiuni de comunicații pentru a suporta o aplicație telemedicală

Luând în considerare cele prezentate anterior se poate face o estimare a unora dintre parametrii ce pot să influențeze esențial caliataea unui teleserviciu medical, după cum urmează. Pentru modelul de rețea de servicii telemedicale din figura 2, s poate face o evaluare a parametrului EED, în funcție de SMSS (*Sender Maximum Segment Size*.), fig.3, cu diferite valori pentru PLR, în condiția în care se propune transferul a S=384MB şi evaluarea ABW funcție de SMSS cu diferite valori pentru PLR, în condiția în care se propune transferul a S=384MB, [2].

*Tabelul 3*

**Valorile parametrilor BW, PLR şi EED pentru diferite rețele**

| | Valori de rețea | | | Gradul de utilizare în telemedicină | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tip rețea** | **BW bit/s** | **PLR%** | **EED s** | **BW** | **PLR** | **EED** |
| PSTN | < 56k | < 10 | ~ $10^{-3}$ | Normal | Scăzut | Bun |
| xDSL | < 256 / 2M | < 5 | ~ $10^{-3}$ | Bun | Normal | Bun |
| ISDN | < 128k | < 1 | ~ $10^{-6}$ | Ridicat | Ridicat | Ridicat |
| Eternet | < 100k | < 3 | ~ $10^{-7}$ | Ridicat | Bun | Ridicat |
| Frame Realay | < 2M (CIR) | < 1 | ~ $10^{-4}$ | Bun | Ridicat | Bun |
| ATM | < 155k | < 1 | ~ $10^{-5}$ | Ridicat | Ridicat | Ridicat |
| GPRS | < 64k | < 5 | ~ $10^{-3}$ | Normal | Normal | Bun |
| UMTS | < 384k | < 3 | ~ $10^{-4}$ | Bun | Bun | Bun |

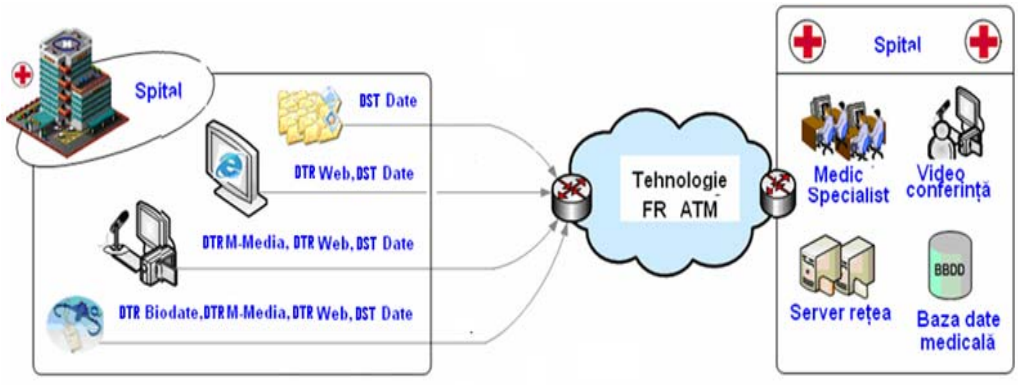


**Fig. 2.**Model de rețea pentru teleservicii medicale.

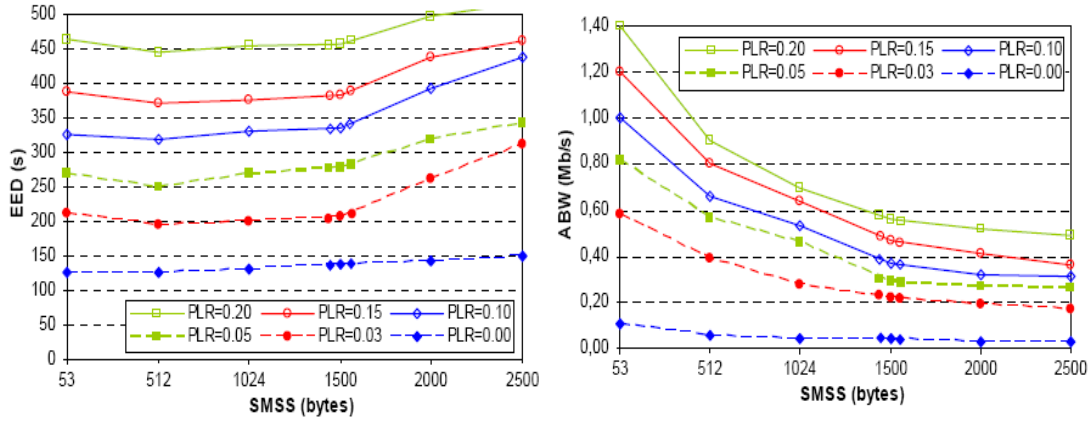


**Fig. 3.** Evaluarea parametrilor EED şi ABW, în funcție de SMSS, cu diferite valori pentru PLR [2].

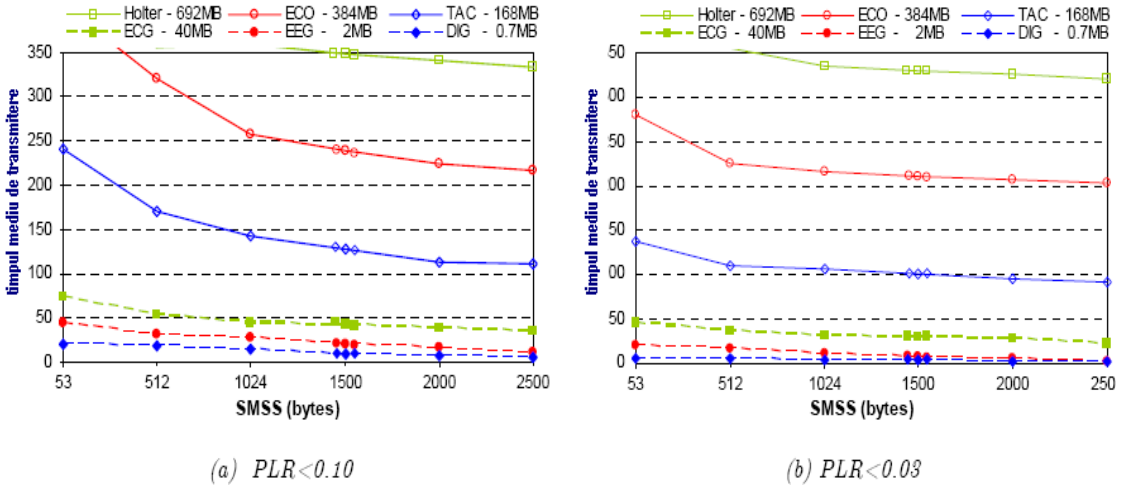


**Fig. 4.** Evaluarea timpului de transfer a datelor în funcție de SMSS, cu diferite valori pentru PLR [2].

Pentru acelaşi model se poate realiza evaluarea tmpului de transfer pentru 2 valori fixate a parametrului PLR, pentru diverse surse de date biomedicale (fig. 4).

Un caz interesant este acela de a determina numărul de utilizatori ce pot să fie activi pe o legătură dată şi care să utilizeze simultan mail multe servicii telemedicale. Cazul este important mai ales în aplicațiile telemedicale din mediul rural, unde suportul de comunicații este limitat.

Dacă se ia în considerare un canal disponibil de 64 kbit/s, pentru o funcționare de tip ***online,*** numărul de utilizatori are comportamentul din figura 5 pentru diferite valori ale parametrului **ρ.** Factorul de ocupare **ρ** este un indicator bun pentru a compara judicios resursele disponibile şi pentru a estima eficiența legăturii, mai ales în cazul în care intervin N utilizatori, simultan.

Astfel, figura 5 arată faptul că în cazul unui transfer de date medicale, un canal de 64kbit/s poate să fie utilizat simultan de 5 abonați, pentru un grad de ocupare de 0,75, în schimb acelaşi canal se poate utiliza de 1 abonat sau chiar nici unul, când se doreşte o conexiune la internet simultan cu transmiterea de date media sau date biomedicale.

În final se poate defini un parametru ce reprezintă calitatea serviciului, **α,** determinat de parametrii **EDD** şi **PLR**.

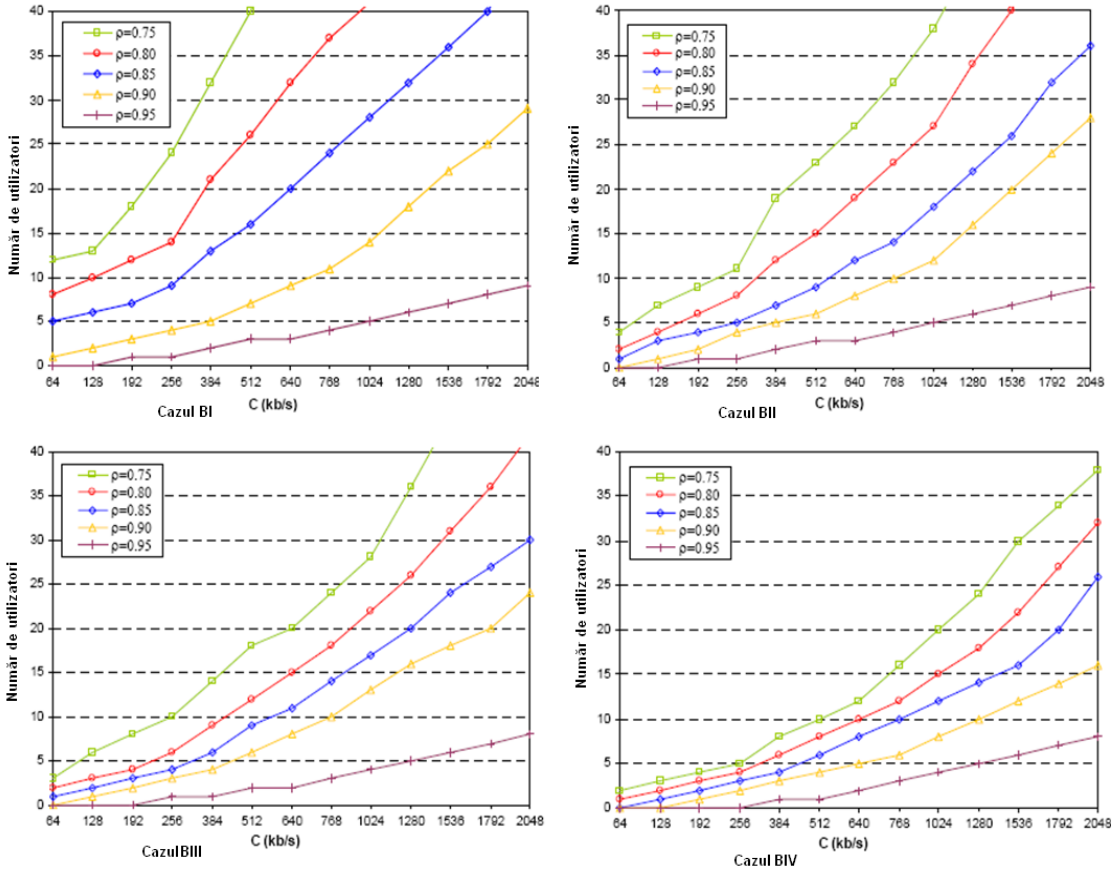


**Fig. 5.** Evaluarea numărului de utilizatori [2].

*Tabelul 4*

**Nivele ale QoS**

| A | QoS | Calitatea informației | Nivel EDD | Nivel PLR |
|---|---|---|---|---|
| 10 | Optima | = 100% calitate maximă | <10% EDD | <10% PLR |
| 9 | Foarte ridicată | > 90% calitate maximă | <20% EDD | <20% PLR |
| 8 | Ridicată | > 80% calitate maximă | <40% EDD | <40% PLR |
| 7 | Foarte bună | > 70% calitate maximă | <60% EDD | <60% PLR |
| 6 | Bună | > 60% calitate maximă | <80% EDD | <80% PLR |
| 5 | Normală | > 50% calitate maximă | = EDD | = PLR |
| 4 | Joasă | > 45% calitate maximă | <110% EDD | <110% PLR |
| 3 | Mediu joasă | > 40% calitate maximă | <115% EDD | <115% PLR |
| 2 | Foarte joasă | > 35% calitate maximă | <120% EDD | <120% PLR |
| 1 | Minimă | > 30% calitate maximă | <130% EDD | <130% PLR |
| 0 | Fără calitate | < 30% calitate maximă | >130% EDD | >130% PLR |

Dacă considerăm factorul **β** ca reprezentând nivelul resurselor disponibile (adică β=1, pentru 100% resurse, pentru BW = 64kbit/s şi o valoare minimă β=0,1 pentru 10% resurse disponibile), se poate determina nivelul QoS pentru diferite valori ale resurselor disponibile.

În figura 6 sunt luate în considerare 2 tipuri de funcționare primul când se transmit date complexe multimedia – în timp real şi al doilea când se transmit înregistrări, date biomedicale sau imagini – în timp real.

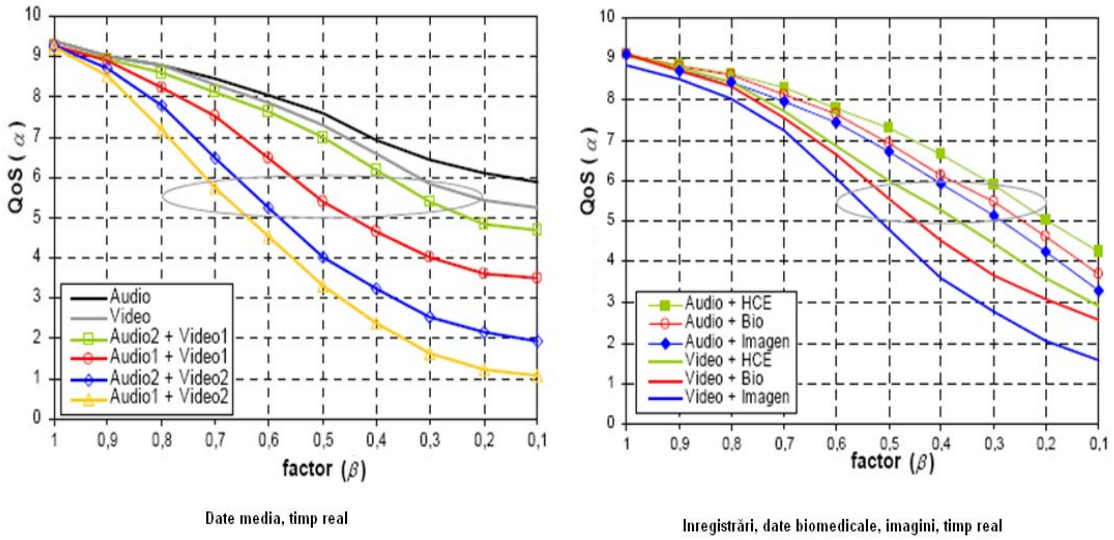


**Fig. 6.** Evaluarea QoS funcție de gradul de resurse [2].

## 5. Concluzii

Telecomunicațiile reprezintă, prin îmbinarea cu tehnologii informatice, un instrument foarte important în dezvoltarea aplicațiilor de telemedicină ca suport pentru servicii de telemedicină pentru îmbunătățirea calității îngrijirii medicale, indiferent de dispunerea geografică şi în particular în locurile cu structuri medicale inadecvate.

Problema determinării QoS pentru rețele ce sunt utilizate ca suport pentru aplicații de telemedicină este derivată din necesitatea păstrării intergrității datelor tranzitate printr-o astfel de rețea, elemet esențial pentru a nu permite distorsionarea deciziei medicale luate atunci când se efectuează un consult distant. Analiza practică constă în încercarea de a adapta aplicațiile la caracteristicile rețelei, tratând numeroase măsurători ale calității cum ar fi: rata de pierdere de pachete, întârziere, jitter, lățime de bandă şi diferite disponibilități ale ratei sursei. Aceasta permite îmbunătățirea calității comunicațiilor e-health de-a lungul rețelelor de eficiență maximă.

In cazul utilizării suportului de comunicații pentru aplicaşii telemedicale un factor important îl constituie managementul resurselor suportului respectiv, în faza de desfăşurare a serviciilor ce poate presupune şi o altă formă de alocare dinamică a acestora, procesul continuu de acordare a resurselor negociate prin planificarea lor.

Managementul QoS în faza desfăşurării serviciului monitorizează valorile QoS şi decide adaptarea/renegocierea în cazul degradării QoS sau a modificării cerințelor QoS. Adaptarea se poate desfăşura după diferite scenarii sau politici, ceea ce conduce la o complexitate potențială foarte mare şi de aici la o încărcare suplimentară a sistemului.

## Referințe

**[1]** * * * ITU-T Recommendation E.800 : *Terms and definitions related to quality of service and network performance including dependability.*

**[2]** **Martinez I., J. Garcia,** *Contribuciones a modelos de tráfico y control de QoS en nuevos servicios sanitarios*

*basados en telemedicina*, Programa de Doctorado INGENIERÍA BIOMÉDICAUniversidad de Zaragoza 27 de noviembre de 2006.

**[3] Martinez I., J. Garcia,** *SM3 – Quality of services (QoS) evaluation tool for telemedicine-based new healthcare services*, International conference on computational bioengineering, Lisabon, Portugal, 2005.

**[4] Malhotra K, S Gardner, D Rees,** *Evaluation of GPRS enabled secure remote patient monitoring system*, Proceedings 12th International Conference ASMTA 2005

**[5] Sorin PUSCOCI,** Modele de trafic şi analiza QoS în rețele suport pentru servicii telemedicale, Contract INSCC/2008, încheiat cu ANCS.