

# UMTS rendszerek valós idejű számlázásának problémái

Ary Bálint Dávid, dr. Imre Sándor  
*Magyar Távközlés*, XV. évfolyam 2. szám, p29-32  
E-Mail: ary.balint@isolation.hu, imre@hit.bme.hu

**Absztrakt:** A mobil távközlés rohamos fejlődésének legfőbb oka, hogy az információs társadalom kialakulásának előrehaladtával az emberek egyre több és több pénzt költenek információszerzésre. Az igazságos és pontos számlázás mind a felhasználónak, mind a mobilszolgáltatónak érdeke. Jelen cikk az UMTS rendszerben, All-IP környezetben megvalósítható valós idejű számlázás kérdéseivel foglalkozik.

## 1. Bevezetés

A harmadik generációs rendszerekben a nyújtható szolgáltatások köre szinte korlátlan, a számlázás kialakítása során minden szolgáltatás egyéni elbírálást kíván. Az igényelt módszerek változatos skálát mutatnak ugyan, de az egyes szolgáltatásokat csoportosíthatjuk az igényelt kapcsolat módja (áramkörkapcsolt, csomagkapcsolt) és a felhasználó számlázásának időbelisége (offline, valós idejű) szerint. Ily módon minden szolgáltatást a négy csoport valamelyikébe sorolhatunk, az azonos csoportba tartozók számlázásának módszerei csak kevéssé térnek el egymástól.

Áramkörkapcsolt rendszerre legjobb példaként azokat a szolgáltatásokat említhetjük, ahol a felhasználót és a szolgáltatót elsősorban az adatátvitel időtartama érdekli. Ilyen például a konstans minőségű telefonbeszélgetés vagy a videó lejátszás. Ezen szolgáltatások során a felhasználó és a szolgáltató között fix sáv szélességű permanens csatorna van lefoglalva, így az erőforrás-

foglalás állandó, ugyanakkor a hasznos adatátvitel – például telefonbeszélgetésnél – messze elmarad az optimálistól. A kihasználatlanságból eredő felesleges erőforrás-lefoglalásért a felhasználó fizet. Csomagkapcsolt esetben nincsen előre lefoglalt csatorna, így az adatátvitel során minden egyes csomag önálló, a többi csomagtól független úton halad. Ebben az esetben nem foglalunk le felesleges erőforrást, ugyanakkor nincs garancia az átviteli sebességre, sőt egyes esetekben csomagok el is veszhetnek.

A számlázás időbeliségét tekintve az utólagosan fizetett (havidíjas) esetben, ahol a felhasználó nagyobb időközönként rendezi a számláját, a módszer viszonylag egyszerű. Nem jelent mást, mint megfelelő mérési módszert kitalálni az adott szolgáltatáshoz, médiumhoz, majd mérés után a megfelelően eltárolt adatokat, értékeket, egy későbbi időben egyszerre összegyűjteni. Ebben az esetben technikailag nem kell foglalkozni a szabályozással, a felhasználó jogilag van kötelezve a számla kiegyenlítésére. Igaz, a mérési módszer implementálása sem egyszerű feladat, de mivel ez erősen szolgáltatásfüggő, minden egyes szolgáltatáshoz egyedileg kell megterveznie és kialakítania a szolgáltatónak.

A havidíjas számlázás tehát egyszerűnek mondható, a tapasztalatok szerint azonban, a mobil telefóniában a felhasználók a kártyás, pre-paid típusú szolgáltatásokat részesítik előnyben. Ilyen esetben elengedhetetlen a valós idejű számlázás, mivel limitálnunk kell a szolgáltatást az előre befizetett összegre. Ebből a szempontból az áramkörkapcsolt

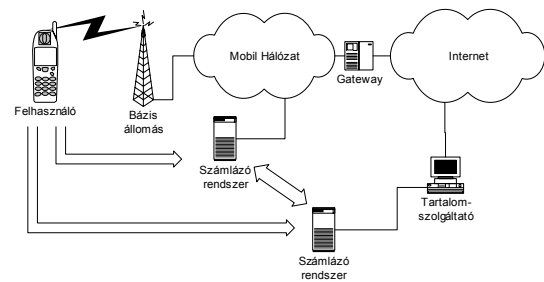
rendszer tekinthető a csomagkapcsolt rendszer egy speciális esetének, ahol a mérendő mennyiség a kapcsolat időtartama.

## 2. Tartalomszolgáltatók számlázása

A 3. generációs mobil rendszerekben várhatóan szétválik a mobil hálózat szolgáltatója és a tartalomszolgáltató, ezért a szolgáltatást nyújtó elem nem feltétlenül a hálózatszolgáltató birtokában van, azonban külső szolgáltatóként is tudnunk kell, hogy a felhasználó mennyi szolgáltatásra jogosult. A probléma legegyszerűbb megoldása, ha kiszolgáltatjuk a külső tartalomszolgáltatónak a felhasználó számláját, ez azonban a felhasználó személyiségi jogai miatt nem lehetséges.

Jogilag működő megoldásként elképzelhető egyrészt, hogy a tartalomszolgáltató – számára megfelelően kis egységenként – lefoglal pénzt az igénylő számlájáról, majd a szolgáltatás végeztével, ha marad a lefoglalt egységből pénz, visszaszolgáltatja azt. A megoldás problémája, hogy meg kell határozni a megfelelő egységet. Ha túl kis limitet választunk, akkor megnő a hálózat által szállított felesleges információ (overhead) mérete, a limit növelésével azonban mind gyakrabban fordulhatnak elő olyan esetek, amikor a lefoglalás miatt jogtalanul nem jut pénz egy másik szolgáltatás beindítására egy adott időben. Tételezzük fel például, hogy egy videó streaming szolgáltatás lefoglal 300 Ft-nak megfelelő összeget, közben a felhasználó SMS-t szeretne küldeni barátainak, hogy felhívja figyelmüket az érdekes műsorra. Ha a felhasználó számláján 310 Ft volt, és egy SMS 40 Ft-ba kerül, akkor a felhasználó nem tudja elküldeni az üzenetet, még akkor sem, ha közvetlenül az SMS küldés után megszakítja a videó lejátszást, és a szolgáltatás visszautal a számlájára 200 Ft-ot.

Másik működő alternatíva, hogy a szolgáltatás terminálása és számlázása a hálózatszolgáltató felügyelete alatt marad. Ha ezt az utat követjük, akkor a tartalomszolgáltatónak valamilyen jelzésrendszerrel tudatnia kell a hálózat-szolgáltatóval a mérendő mennyiség típusát (időtartam, adatmennyiség) és az egy egységhez tartozó pénzüsszeget. A hálózatszolgáltató ezek után azonosítani tudja a hálózat egyes elemein áthaladó adatot (például a TCP/IP fejlécben szereplő IP cím és port alapján) és képes megfelelően frissíteni a felhasználó számláját. Azért, hogy a tartalomszolgáltató ne dolgozzon feleslegesen, a szolgáltatás terminálásáról értesíteni kell. A tartalomszolgáltató azonban (szintén személyiségi jogokból kifolyólag) nem tudhatja, hogy a kapcsolat lezárására a felhasználó saját akaratából, vagy pénzühiány miatt került sor, így a két jelzésnek nem szabad különbözni.



1. ábra: A számlázás logikai architektúrája

Abban az esetben, ha a szolgáltatás kialakítása olyan, hogy annak térítése a felhasználó hálózatszolgáltatónál lévő számlájából történik, de a szolgáltatást, tartalmat külső szolgáltató biztosítja, külön problémát jelent a két szolgáltató egymással szembeni elszámolása. Az első esetben a probléma megoldható úgy, hogy a felhasználó külön fizet az adatforgalomért a hálózat-, és a tartalomért a tartalomszolgáltatónak. Előfordulhat azonban olyan eset, hogy bizonyos szolgáltatásokat igénybevéve a tartalomszolgáltató fizeti az adatforgalmat a felhasználó helyett (majd például más időpontban, havonta, olcsóbb

tarifával rendezi a hálózatszolgáltatónak). Szintén hasonló eset fordul elő akkor, ha a hálózatszolgáltató kezeli a tartalomszolgáltatónak fizetendő pénzt. Ezek a helyzetek hasonlóak, ahhoz az esethez, amikor a felhasználó idegen hálózatban bonyolít le beszélgetéseket. Ilyenkor mindkét félnek számon kell tartania, hogy a másiknak mennyit kell törlesztenie számára. Az esetleges (különböző kerekítések, becslések, vagy csomagvesztésből adódó) különbségeket egymás között, valamilyen módszerrel, el kell rendezni.

### 3. Valós idejű számlázás problémái

A pre-paid típusú szolgáltatások lényege, hogy a felhasználó előre kifizeti az általa majdan igényelt szolgáltatásokat, így a megfelelő pénzösszeg erejéig jogosult ezek használatára, igénybevételére. A felhasználó érdeke, hogy megkapja a kifizetett összegnek megfelelő szolgáltatásokat, a szolgáltató érdeke pedig, hogy a nyújtott szolgáltatás ellenértéke ne haladja meg az érte kapott pénzt, azaz, a felhasználó ne tudjon többet igényelni, mint amennyit kifizetett. Látható, hogy mindenki számára megfelelő és igazságos számlázás csak úgy oldható meg, ha egyezik az előre kifizetett és nyújtott szolgáltatás. Ehhez azonban szükséges, hogy a szolgáltatás terminálásért felelős elem tisztában legyen a felhasználó pénzügyi egyenlegével, hogy a szolgáltatást a megfelelő időben tudja megszakítani.

A felhasználói adatok, számlák centralizált módon való eltárolásából adódóan a számlázási adatokat, lefoglalásokat minden esetben a központi egységhez kell eljuttatni, hogy más szolgáltató elem is azonnal tisztában legyen az új számlaegyenleggel, hiszen egy felhasználó egyszerre több szolgáltatást is igényelhet. Mivel a számlázó egység és a szolgáltató (termináló) elem

fizikailag távol helyezkedhet el egymástól, ezért az adatátvitelből adódó késleltetéssel mindenképpen számolni kell.

A felhasználó számláját folyamatosan frissítenünk kell, ezért a számlázásban résztvevő elemeknek számlázási információkat (CDR – Charging Data Record) kell küldeniük a központba [1]. Ezen információk elküldése történhet a szolgáltatás befejeztével, de ekkor nem tudjuk a megfelelő időben eltüntetni a felhasználót más szolgáltatásoktól, vagy küldhetünk információkat a szolgáltatás igénybevétele alatt. Természetesen minél kisebb egységeket veszünk a számlázás alapjának (például adatátvitelnél kisebb adatmennyiség, vagy videó lejátszásnál kisebb időmennyiség), annál pontosabb és igazságosabb szolgáltatáshoz jutunk, azonban annál több számlázási információt szállít a hálózat. Extrém esetben, ha adatszolgáltatásnál minden bitről információt küldünk, akkor a számlázási információ mérete megegyezhet az igényelt adat méretével, azaz a hálózat kihasználhatósága a felére csökkenhet.

### 4. Az IP alapú rendszer nehézségei

Az áramkörkapcsolt rendszerben a szolgáltatások számlázása a kapcsolat időtartamára vezethető vissza. A csomagkapcsolat rendszerekben a számlázáshoz a szolgáltatáshoz tartozó adatsomagok megszámlálása szükséges, ez azonban már az adatátvitel sebessége miatt sem triviális. A mobil hálózatokat alkotó hardware elemek gyártói magukra vállalják ezt a problémát. A piacon már kapható olyan GGSN (Gateway GPRS Support Node) amely támogatja a tartalomfüggő valós idejű pre-paid számlázást, az azonosítást, a különböző QoS-eket (Quality of Service) és valós időben képes a számlák frissítésére [3].

A jelenlegi GPRS szabványban a számlázási információ küldését kiváltó események lehetnek a QoS, illetve tarifaváltozások, valamint előre meghatározott idő és adat limitek. Ez a jelenlegi magyarországi mobil szolgáltatóknál, valamint számos külföldi szolgáltatónál kilobyte-os egységekben, néhány külföldi szolgáltatónál átalánydíjban valósul meg [4]. Az UMTS rendszerekben azonban a helyzet bonyolódik, hiszen míg a GPRS rendszerekben csak az adatforgalmat kellett megfizetni, addig a 3. generációs hálózatban számos szolgáltatás (például videokonferencia, real-time streaming, értéknövelt szolgáltatások, helyfüggő szolgáltatások, stb.) lesz elérhető, melyek külön számlázási módszert kívánnak.

Az IP-n keresztül történő adatátvitelből következően újabb problémák merülnek fel. Az első ilyen probléma a QoS biztosítása és a QoS mérése, hiszen csak a valóban szolgáltatott minőségért van jogunk pénzt kérni. Az IP tulajdonságaiból következően számolnunk kell továbbá az eldobott és sérült adatokkal, valamint az egyes csomagok duplázásával. Ha a saját hálózatunkban sérült meg egy IP csomag, akkor annak újraküldéséből adódó többletet nem róhatjuk a felhasználó számlájára. A hálózat topológiájából és a protokoll működéséből adódóan az egyes csomagok különböző úton haladhatnak, és ezek terjedési késleltetése is különböző lehet. Ha a hálózat határán több kilépési pont van, akkor a csomagok ezek mindegyikén kijuthatnak a publikus hálózatba, ezért ha a számlázást a hálózat-szolgáltató végzi, akkor a kilépési pontokon generált számlázási információkat összegezni kell tudni.

Az IP alapú számlázásra már léteznek modellek. Egy ilyen modell működése például azon alapul, hogy egy központi brókertől vett lánc elemeit az IP csomaggal együtt küldjük a hálózatba, ennek hiányában

pedig eldobjuk, vagy nem engedjük be azokat [2]. A láncot egy gyökérelemből generálják egy egyirányú hash függvény segítségével. A modellt elsősorban azonosításra találták ki, ezért a számlázást támogató része gyengének mondható. Nem támogatott benne például a letöltéshez hasonló szolgáltatás, ahol más fizeti az adatot, és más küldi a hálózatba. Az IP alapú számlázási modellek elsősorban vezetékes környezetben lettek kifejlesztve, a mobil hálózat rádiós átviteléből adódó paraméterek (például jóval magasabb hibaarány) és a mobilitásból származó nehézségek miatt ezek nem ültethetőek át közvetlenül a mobil hálózatokra. Itt a legfőbb problémát a mobil IP cím kezelése jelenti. Ha a mozgás során fix IP címet használunk, és a hálózatban lévő routerek tábláját módosítjuk, akkor a számlázás szempontjából átlátszó lesz a mozgás, de a routerek információfrissítése (update-elése) újabb problémákat vet fel. Amennyiben az IP cím folyamatosan változik, akkor a számlázási információkat szolgáltató egységek információját kell folyamatosan frissíteni.

## 5. Elvárások

A szabványokban [1] rögzített számlázási metódus alapjaiban megegyezik a GPRS rendszereknél megismert módszerrel, azonban az UMTS rendszer által nyújtott új lehetőségek miatt rengeteg új probléma merül fel. A szabványokban megemlített elvárásokat az 1. táblázat tartalmazza.

A 3G rendszerekben több médium is elérhető (például hang, adat, videó). Az egyes előfizetőknek ezekre lehet különböző számlája, melyeket az egyes kapcsolatokban szereplő médiumoknak megfelelően csökkentenek. Az egyes kapcsolatokban szereplő elemek száma azonban dinamikusan

- médiumok, szolgáltatások és QoS-ek külön számlázásának lehetősége
- technológiától (2G, 3G) független számlázhatóság
- többes-hívásnál minden előfizető számlázhatósága
- harmadik fél számlázásának lehetősége
- felhasznált hálózati erőforrás szerinti számlázhatóság
- külön elbírálás egyes esetekben (pl. service support hívása, stb.)
- roaming számlázás átlátszósága
- GSM/GPRS-nél meglévő számlázás alkalmazása
- alkalmas kritériumok alapján történő számlázás (hely, jelenlét, stb.)
- prepay, postpay számlázási lehetőségek
- értesítés az igényelni kívánt szolgáltatás áráról
- körzetek szerinti számlázás (roamingnál)

*1. táblázat: Elvárások az UMTS rendszerek számlázásával kapcsolatosan*

változhat, akár csak a régi elemek különböző paramétere, minősége (akár folyamatosan is például VBR – Vary Bit Rate – esetén), ezen új elemek számlázását is meg kell tudni oldani. Egy kapcsolatban – ami, mint látjuk jóval többet jelent egy egyszerű hanghívásnál – kettőnél több szereplő is részt vehet. Ezen szereplők mindegyike hozzáadhat, illetve terminálhat szolgáltatást az adott kapcsolathoz. Ilyen esetekben a szolgáltatást számlázhatjuk a szolgáltatást indító félnek, vagy a fizetendő összeget eloszthatjuk az összes szereplő között. Ugyanígy, amikor egyes szereplők kilépnek a kapcsolatból, akkor terminálhatjuk az általuk indított szolgáltatást, vagy számlázhatunk a benmaradt résztvevőknek. A rendszer implementálása során fel kell készülni arra, hogy olyan félnek is számlázhatónak kell lennie, aki nem szerepel az adott kapcsolatban. Ez a

funkció lehetőséget teremt például arra, hogy az egyes cégeknek legyen számlázva dolgozóik hivatalos beszélgetése.

A szolgáltatások értékének meghatározásakor elsősorban a felhasznált erőforrások arányát veszik figyelembe, az UMTS szolgáltatások sokszínűsége miatt azonban vannak az általános számlázástól különböző esetek. Az értéknövelt szolgáltatások esetén a felhasznált erőforrástól függetlenül kell tudni számlázni, ilyenkor bár a médium és az alapszolgáltatás az általános esetnek megfelelő, a hozzáfért tartalom miatt többletköltséget számíthatunk fel (ilyen például a manapság divatos emelt-díjjas hívás). Létezik ezzel ellentétes tendencia is, hiszen vannak olyan szolgáltatások, tartalmak, amelyekhez a hozzáférést a szolgáltató olcsóbban teszi lehetővé, mint azt megérné. Ilyenre elsősorban jogi kötelezettség (például vészhívószámok), vagy marketing célok (például saját termék reklámozása) esetén kerülhet sor. Lehetnek olyan szolgáltatások is (például az SMS), amelyek számlázása többbe kerül, mint maga a szolgáltatás. Ebben az esetben az adott szolgáltatást bevehetjük az alapidjba, vagy a szolgáltatás értékéhez hozzáadhatjuk a számlázás költségét.

Külön figyelmet igényel az idegen hálózatban történő szolgáltatások kezdeményezése. Az UMTS előírások szerint roaming esetén is biztosítani kell, hogy ugyanúgy legyen számlázható a felhasználó, mintha a saját hálózatát használná. Ez a funkció leginkább a meglátogatott hálózat által, az otthoni szolgáltatónak nyújtott számlázási információktól függ. A szolgáltatók a roamingolt felhasználó által felhasznált erőforrásokat egymásnak számolhatják el. Ennek módja azonban különbözhet attól, ahogy a saját felhasználóikat számlázzák, nincs igény például valós idejű számlázásra, és a tarifa is eltérő lehet. Ilyen esetekben

lehetőség van arra, hogy bizonyos szolgáltatásokat az otthoni szolgáltató helyett az idegen hálózat nyújtson, ilyen esetekben nem csak az adatforgalmat, de a szolgáltatás árát is rendezni kell.

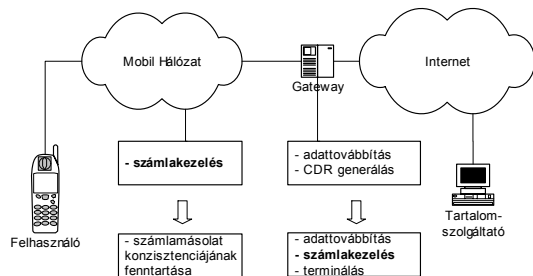
## 6. Egy lehetséges megoldás

Az UMTS rendszerben lévő legfőbb változás a megnövekedett sávszélesség mellett az IP-re való áttérés, ami által lehetőség van minden olyan szolgáltatás elérésére, amit PC-n már megszoktunk. Az IP alapú forgalom lebonyolítását az IP Multimédia alrendszer végzi. Az alrendszer számlázási módszere a szabványokban (2004 márciusában) még nincs kidolgozva. Ha a csomagkapcsolt alrendszer számlázását vesszük alapul, akkor a szabvány által biztosított szabad paramétereket helyesen megválasztva tudjuk elkészíteni az optimális, és szabványoknak megfelelő számlázási módszert.

Szabad paraméter például a CDR generálását kiváltó adatmennyiség és a kapcsolat időtartama. A már említett módon, az egységek csökkentésével a számlázás pontosabb lesz, de a hálózat kihasználtságának mértéke csökken. Másik szabad paraméter, hogy az egyes szolgáltatásokhoz tartozó számlázási funkciók nincsenek fizikai entitáshoz kötve. Ily módon például az adatátvitel számlázásáért felelő funkció megvalósítható a GGSN-ben, a SGSN-ben (Serving GPRS Support Node), vagy akár a bázisállomásban is. Harmadik szabad paraméternek tekinthetjük a szolgáltatás mérését. A szabványok nem térnek ki (nem is tudnának) a szolgáltatások mérésének módjára, így például adatátvitelnél becsülhetünk sávszélességet vagy valójában megpróbálhatjuk megszámlálni az átvitt biteket.

Egy lehetséges megvalósítás, hogy mind a CDR generálását kiváltó adat-, és időmennyiséget, mind a funkciót végrehajtó entitás fizikai helyét dinamikusan változtatjuk. Ehhez tudni kell, hogy a szabványok lehetőséget adnak azonnali esemény számlázásra, valamint esemény számlázásra egység lefoglalással. Az első megoldás jellemzője, hogy egy szolgáltatás igénybevétele esetén CDR-ek generálódnak, amelyek a számlázóközpontba érkezve azonnal indukálják a felhasználó számlájának csökkenését. A másik megoldás során a szolgáltatást nyújtó elem lefoglal a felhasználó számlájáról egy adott mennyiségű összeget, amivel ideiglenesen csak ő rendelkezik. Ha a felhasználó elfogyasztja ezt a mennyiségű pénzt, akkor erről a számlázóközpont értesítést kap, majd újabb lefoglalás következik, ellenkező esetben, tehát ha a felhasználó terminálja az adott szolgáltatást a pénzüsszeg elfogyása előtt, akkor a megmaradt összeget a szolgáltató visszautalja a számlára. A megoldás során, ha a felhasználónak egy, a szolgáltatástól függő, limit felett van a számlája, akkor a számlázás a megszokott módon, azonnali esemény számlázással történik. Ebben az esetben a számlázás valós-idejűségétől eltekinthetünk, hiszen a limitet, és a CDR küldését kiváltó adat/idő mennyiséget helyesen megválasztva a felhasználó nem kaphat a kifizetettől több szolgáltatást. Ahhoz, hogy ezt valóban biztosítani tudjuk, minden egyes szolgáltatásra meg kell állapítani a szükséges minimális limitet. Ha a felhasználó számlája a meghatározott limit alá csökken, akkor a számlázó központ delegálja a felhasználó számlázását az adott szolgáltatást nyújtó elemnek (külső tartalom szolgáltató esetén a hálózatszolgáltató határan lévő átjáró, gateway kapja meg ezt a feladatot), vagyis egység lefoglalás történik. Mivel a szolgáltatás számlálásáért és terminálásáért felelős elem tudatában van a felhasználó pénzügyi egyenlegével, ezért a

számla kiürülése esetén azonnal képes megszakítani a szolgáltatást.



2. ábra: Feladatkörök és funkciók változása

Problémát jelent még, ha egyszerre több szolgáltatást igénylünk. Ilyenkor ugyanis, alacsony pénzügyi egyenleghél, több elemnek kellene delegálnunk a számlát. Megoldást jelenthet, ha statisztikai módszerekkel az egyes szolgáltatások között súlyozva szétosztjuk a felhasználó számláját, figyelembe véve a szolgáltatások pénz szükségleteit, tulajdonságait, és a felhasználó eddigi viselkedését. Például egy videó streaming és telefonbeszélgetés esetén a pénzt a szükséges sávszélesség arányában, még egyszeri (például SMS) szolgáltatás esetén a szolgáltatás által igényelt összes pénzt lefoglalva, a maradékot a folytonos szolgáltatások között oszthatjuk szét. Az elveszett adatok kezelését szintén statisztikai módszerrel tudjuk megoldani. A hálózatszolgáltató hálózatán belül történt csomagvesztések arányát figyelembevéve több csomagot engedhetünk a hálózatba, így a felhasználó nagy valószínűséggel megkapja a neki járó csomagszámot.

## 7. Összegzés

A cikkben áttekintettük az UMTS környezetben megvalósítható szolgáltatások fajtáit.

Körüljártuk annak a lehetőségnek a jogi és technikai problémáit, amikor egy harmadik fél szolgáltatja a tartalmat. A kártyás fizetést és az UMTS architektúrát szem előtt tartva megvizsgáltuk a valós-idejűség és az IP-n történő adattovábbítás nehézségeit. Végül áttekintettük a szabványosítás jelenlegi állását és adtunk egy szabványoknak megfelelő modellt a probléma megoldására. A modell működése olyan, hogy a hálózat a felhasználók nagy százalékát (akiknek a kritikusanál több pénz van a számláján) a megszokott módon számlázza, alacsony CDR átvitellet. A kritikus felhasználók számlázása bonyolultabb, de a kifizetett összegnél több szolgáltatást nem, vagy csak nagyon kis valószínűséggel tudnak igényelni.

## 8. Felhasznált irodalom

[1] 3GPP dokumentációk: TS 122 115 (Charging and billing), TR 122 924 (Charging and Accounting Mechanisms), TS 132 200 (Charging principles)

[2] Hitesh Tewari and Donal O'Mahony, "Real-Time Payments for Mobile IP", *IEEE Communications Magazine*, 2003 február, 126.-136. oldal

[3] Nortel Networks Univity GGSN [http://www.nortelnetworks.com/products/01/gsm\\_core/ggsn/index.html](http://www.nortelnetworks.com/products/01/gsm_core/ggsn/index.html), 2004. április 17. 12:04

[4] Susana Schwartz, "Next-Gen Rating: It Will Be Only As Good as the Network", *Billing World and OSS Today Magazine*, 2003 február, 16.-22. oldal