

**Bodnár István – Pándi Erik**  
bodisz@gmail.com, pandi.erik@zmne.hu

## A KOMMUNIKÁCIÓ HAJNALÁTÓL NAPJAINKIG

### *Absztrakt*

*Jelen közlemény szakszerűen összefoglalva betekintést ad a kommunikációs technikai világába.*

*This article shows development of world of communication.*

**Kulcsszavak (key words):** *kommunikáció, protokollok ~ communications, protocols*

### BEVEZETÉS

Az ember még a beszéd kialakulása előtt kézjelekkel, hangutánzó szavakkal próbált kommunikálni társaival. A kezdeti nem-verbális kommunikációs formák majd később a verbális beszéd és írás kialakulása segítette azt is, hogy a vadászó törzsek barlangjaitól eljussunk a mai nagyvárosi dzsungeléig. Ahogy fejlődött a világ és az emberek egyre több tapasztalatra és tudásra tettek szert, úgy egyre nagyobb kommunikáló csoportok is jöttek létre. Ezen csoportok kommunikációja helyhez volt kötve, ez magyarázatul szolgál arra, hogy miért is van ma a világon olyan sok nyelv. A fejlődés első szakaszaiban törzsekről beszélhetünk később városállamokról majd országokról, birodalmakról és napjainkban földrészekről.

Ma már az egész világot behálózzák a kommunikációs csatornák, melyek a világ több milliárd emberét kötik össze egészen a föl északi részén fekvő Európától a föld déli részén fekvő Ausztráliáig vagy a jeges Antarktisztól Afrikának tűzforró egyenlítői részéig. Vagyis ma már nem jelent akadályt az, hogy a világon bármely egyén kommunikálhasson egy másik egyénnel, aki a föld ellentétes végén él, feltéve, ha adott a közös csatorna és közös jelrendszert használnak az információ cserére.

Hogyan is jutottunk el ide és milyen megoldások tették lehetővé azt, hogy elérjük ezt a fejlettséget? Először is úgy gondoljuk nem szükséges taglalni a beszéd kialakulásától az első elektromos jelátvivő készülék megjelenéséig a történéseket. Maximum egy-egy mondat erejéig annyit elmondhatunk, hogy az információ átvitelére egyre nagyobb és nagyobb távolságokat próbáltak őseink áthidalni. Ha a távolság-idő dimenzióról a fejlődés függvényében készítenénk egy grafikont, annak exponenciális alakja lenne. Kezdve a kiabáló ősembertől a füstjeleket használó indiánokon át egészen a postagalambokig.

A robbanásszerű változás az elektromosság megjelenésével kezdődött, amit a XVIII-XIX század környékére lehet tenni. Megjelenik Marconi találmánya a távíró készülék, majd Bell készüléke a telefon, mely már hang átvitelére volt képes. A fejlődési vonalban fontos megemlítenünk Puskás Tivadar telefonközpontját, mely kiküszöbölte az összekötések problémáit, mivel addig a telefonhálózatok teljes hálózati struktúrát követtek, vagyis minden telefon minden telefontal közvetlenül volt összekötve (full meshed). Ezt követően inkább csak technológiai fejlődésről beszélhetünk, mely folytán megjelenik a rádió és a televízió is, közben lefolyik az I. és II. világháború és következik a hidegháború időszaka, ahol a két szemben álló fél Amerika és a Szovjetunió hatalmas technikai fejlesztésekbe kezd.

Amerikában Neumann feltalálja a számítógépet, Gróf András és csapata a mikroprocesszort és megalkotják a ARPA-ban a számítógépek hálózatát is, melynek későbbi eredménye az Internet létrejötte. Kezdetben főleg kormányzati és katonai célokra használták az újonnan kifejlesztett dolgokat, majd jóval később a civil lakosság is beszerezhetette neki kialakított szolgáltatásokkal.

Végigtekintve az eddig említett mérföldköveket láthatjuk, hogy elég rögzös út vezetett a ma ismert digitális adatátvitelig. Ebben nagy szerepe volt az informatika fejlődésének, mivel olyan mértékű lépéseket tett, hogy húsz-harminc éve nem is gondolhattuk volna, hogy az addig ismert kommunikációs csatornáinkat felváltják a számítógépes hálózatok. Kezdve az egyszerű szöveges adatátviteltől a hangátvitelen keresztül egészen a kép, mozgókép átviteléig.

### 1. AZ ANALÓG TELEFONTÓL A VOIP-IG

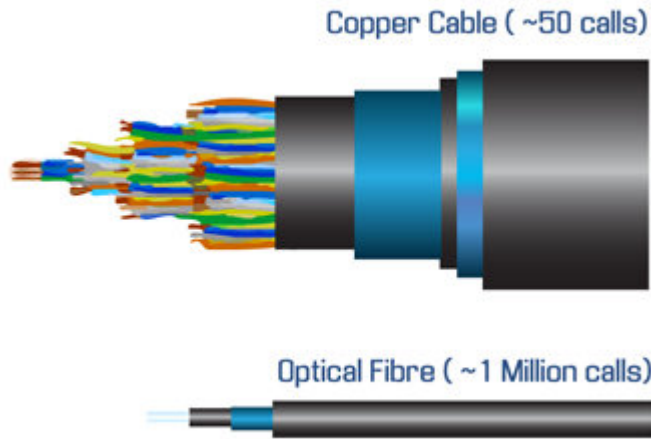
Az előzőekben említettük, hogy a feltalálók közül kinek milyen felfedező szerepe volt abban, hogy eljutottunk a ma ismert legmagasabb adatátviteli hegy csúcsára, de ne rohanjunk annyira előre, ereszkedjünk kicsit vissza arra a magaslatra, ahol a számítógépes hálózatok és a telefonos hálózatok elkezdtek egymásba fonódni. Ma már azt láthatjuk, hogy telefonálhatunk az interneten és internetezhetünk a telefonon. Még a kezdeteknél, mind a telefonos (crossbar), mind pedig a számítógépes (modemes) hálózatok kifejlesztésekor volt egy alapkoncepció, mégpedig az, hogy kapcsoljunk össze az eszközöket, eszközcsoportokat és így természetesen az embereket, embercsoportokat.

A telefonos hálózat és a hálózat részek majd kétszáz évvel korábbi találmányok, mint az internetes hálózat eszközei. Mivel az internetes hálózat a kezdetektől fogva digitális adatátvitel céljából volt kialakítva, már a fizikai rétegben eltért a telefonos hálózattól, mely analóg megoldásokra hagyatkozott és nem felelt meg az adatátviteli elvárásainak. Joggal feltehetjük azt a kérdést, hogy ma miért olvad szinte egybe a telefonos és internetes hálózat. A telefonos hálózat alapkoncepciója szinte nem változott a feltalálása óta, de jelentek meg technológiai, technikai újítások. Főleg a központoknál figyelhető meg nagy fejlődés. A manuálisan emberek által kapcsolt vonalakat később elektronikus kapcsolóközpontok vették át (Crossbar, Rotary), majd a 80-as évek hoztak egy nagy méretcsökkentést és technikai újítást a digitális telefonközpontok megjelenésével, bár a tervek megvoltak az internet világméretűvé tételére.

Az internetes hálózatok megjelenése magával hozta az IP (Internet Protokoll) fogalmát, amivel a digitális eszközök címezését oldják meg. Az IP lehetővé tette a világ több millió internetes eszközének összekapcsolását, bár napjainkban kiderült, hogy az akkor megalkotott IPv4-es szabványnak korlátai vannak a ma megjelenő IP alapú eszközök mennyisége miatt, ezért kidolgoztak több címzési megoldást, melyből a legjobbat az IPv6 jelentette. Az internetes címzés e verziójának bevezetésének folyamata jelenleg aktuális.

A legnagyobb problémát a fizikai kiépítést szerencsére még az internet nagyméretű kiépülése előtt sikerült megoldani, mivel elég költséges munka lett volna behálózni a világot az internet kedvéért, éppen kapóra jött, hogy rendelkezésre állt már a telefonhálózat, csak egy híd kellett volna, ami összekösse a két hálózatot. Az első igazi hidat az ISDN megjelenése jelentette, amely egy olyan megoldás, ami integrálja magába az analóg és digitális adatátvitelt. Lényege, hogy különböző csatornákat tartalmaz, melyből az analóg hangátvitelt, míg a digitális adatátvitelt tesz lehetővé. Ezen a digitális sávon működik a telefonvonalon keresztüli internet is, de a telefonösszeköttetések megteremtéséhez szükséges jelzések is ebben a sávban közlekednek.

A távközlési hálózatok fejlődése, vagyis inkább a felhasználói igények és az egyre bővülő szolgáltatások, magyarázta a hálózatipar diktálta, hogy nagyobb és nagyobb sávszélességet használjanak a kommunikációra. Eljutottunk odáig, hogy a hangot már digitális csatornán továbbítják, ennek az előnyéről a későbbiekben még ejtek néhány szót. Egyre-másra jelentek meg újabbnál-újabb fejlesztések egyik ilyen jelentős újítás, hogy az



1. sz. ábra: A réz kábel és az optikai kábel méret és kapacitásbeli összehasonlítása. A rézkábelben egy időben körülbelül 50 vonalat vihetünk át, míg az optikai szálon 1 millió vonalat [1]

előnyben. Az ISDN után a csomag alapú hang és adatátvitel szolgáltatások legjövödelmezőbb érdekházassága a VoIP (Voice over Internet Protokoll) lett, mely magyarul azt jelenti, hogy az eddigi internetalapú adatátviteli hálózatainkon beszédalapú szolgáltatásokat is használunk.

átviteltechnikai rendszereket lecserélték optikai adatátviteli rendszerekre, azaz a réz kábelek helyére üvegszálat húztak, mellyel együtt természetesen a hozzájuk tartozó átviteltechnikai egységeket is lecserélték. Ez mindenképp óriási mérföldkőnek számít, hiszem az üvegszálnak akkora a sávszélessége, hogy a mai adatátviteli megoldásokkal is csak töredékét tudjuk kihasználni. Ilyen technikai háttérrel adott, hogy mind a felhasználók, mind pedig a szolgáltatók a digitális átvitelt részesítik

## 2. A CSOMAG ALAPÚ HANGTOVÁBBÍTÁSI RENDSZEREK ALAPJAI

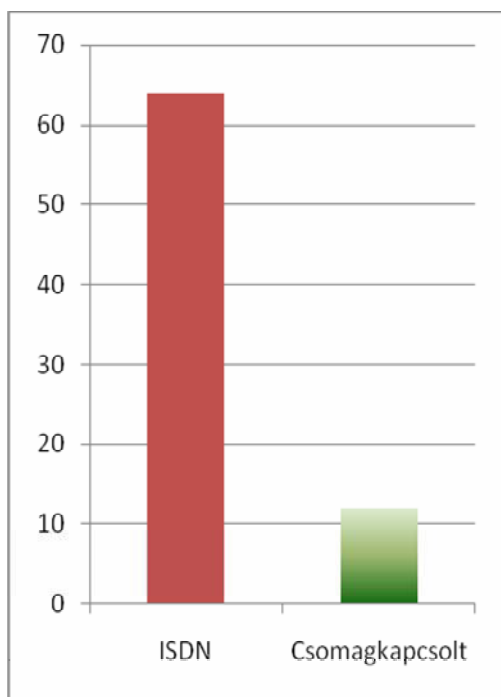
### 2.1. Csomag alapon működő hangtovábbításról általában

Egyre-másra születtek olyan digitális megoldások, melyek az analóg hálózatokat próbálták a legeredményesebben kihasználni adat, majd hangátvitel tekintetében. Közülük is a mai napig három kiemelkedő megoldást érdemes tárgyalni, ezek egyben, ahogyan nevük is mutatja a legelterjedtebb csomag alapú transzport-hálózatokon valósulnak meg, mely hálózatok az OSI modell szerinti adatkapcsolati és hálózati rétegek részei:

- FR: adatkapcsolati réteg adatátviteli protokollja, adatkapcsolati kereteket továbbít, használatához be kell állítani mind a fogadó mind pedig a küldő oldalon azonos átviteli sebességet.
- ATM: adatkapcsolati réteg adatátviteli protokollja, időosztásos multiplex átvitelt biztosít, minden időrésnek fix sávszélessége van.
- IP: hálózati réteg adatátviteli összeköttetés mentes protokollja, az adatokat apró csomagokra vágja a forráshelyen, a célhelyen pedig összeilleszti.

A nem laikusok közül joggal kérdezheti bárki, hogy az ismert transzport hálózatok, melyeknél léteznek gyorsabb átviteli biztosító megoldások is, miért nem kerültek a felsorolásba. Ésszerű magyarázatként az szolgálhat, hogy az olyan hálózatok, mint T1/J1/E1 általában bérelt vonali fizikai rétegbeli hálózati megoldások. Ezekhez a megoldásokhoz tartozhatnak vezeték nélküli megoldások, melyek között lehet akár WLAN vagy műholdas adatátvitel. Az X.25 és VBR alapú átvitelek pedig az ATM-mel szoros kapcsolatban álló adatkapcsolati réteg átviteli formái. Az IP pedig a hálózati rétegében bármelyik alacsonyabb rétegbeli hálózatnak életképes hálózati protokollja. A három, általam kiemelt transzport-hálózat mindenképp vegyíthető, és a valóságban vegyül is az utóbb említett transzport-hálózatokkal. Így természetesen, azok alkalmasak hangátvitelre is. Egyébként általánosságban megfigyelhető, hogy egy vállalati vagy legyen az akár kormányzati szint, mindig költség-hatékony megoldásokat próbálnak alkalmazni a hálózatok kiépítésénél.

A fent felsorolt transzport-hálózatok mindegyikére igaz, hogy a hangadatot ugyanabban a sávban továbbítják, mint a normál adatsomagokat. Mivel egy analóg csomag 64 kbit-es állandóan fenntartott másodpercenkénti sávszélességet igényel, addig a digitális adatsomag ennek töredékével is beéri, mely átlagosan 8-12 kbit másodpercenként és az analóggal ellentétben a csatornán hívás közben csak akkor küld adatot, ha van is információ tartalma. Mivel mindenképp teljes duplex kapcsolatról beszélünk és a szokványos kommunikációban egyszerre csak az egyik fél beszél, ezért az egyik csatornát már meg is spóroljuk. Így utánaszámolva egy csomag alapú átviteli rendszer, ha még nagyon szigorúak is vagyunk 12-



2. sz. ábra: sávszélesség igények [2]

16-szor hatékonyabb hangátvitel szempontjából, mint a hagyományos analóg rendszer, de lazábban fogva ez a hatékonyság elérheti akár a 25-szörös értéket is. Gondoljunk csak bele mennyire is fontos ez olyan szervezeteknél, vagy vállalatoknál, ahol a kiadások nagy része telefonköltség és a telekommunikáció miatt nagyban függenek a telefonszolgáltatóktól, főleg olyan esetekben, amikor a telephelyek földrajzilag messze esnek egymástól. Számolhatunk olyan esetekkel is, amikor az analóg csatornák számánál többre van szükség, mint amennyit képes biztosítani a rendszer két végpont között.

Természetesen a digitális rendszerekhez megfelelő infrastrukturális háttérre van szükség, ami egy elavult vagy alacsony fejlettségű telefonrendszerknél komoly fejlesztési költségeket jelent, mivel egy modern digitális hangátviteli rendszer csak megfelelő követelmények, előírások teljesítése mellett képes működni (QoS). Ezek hiányában romlik a felhasználói élmény és rossz hangminőséggel valamint állandóan megszakadó és zajos összeköttetéssel találkozhatunk.

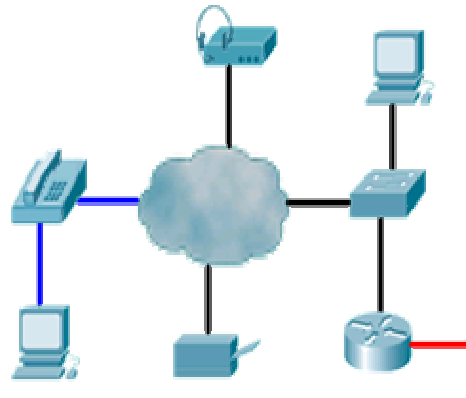
A csomag alapú átviteli rendszerek megfelelő technikai háttérrel rendelkeznek és képesek kielégíteni a hangátvitelhez szükséges igényeket.

## 2.2. A csomag alapú hangtovábbítási rendszerek felépítése

Egy rendszert elsőként mindig az határoz meg, hogy milyen technikai eszközökből épül fel, milyen paraméterekkel rendelkeznek. A csomag alapú átviteli rendszerek felépítése hasonló a hálózatba szerveződő rendszerekhez, mint ahogyan arról már szó esett a meglévő hálózatokra épültek rá, ezért ezekhez a hálózatokhoz hasonló a hierarchiájuk. Nem célszerű visszamenni egészen az alap kommunikációs séma vázlatáig a csomag alapú hálózatok ismertetéséhez, ahol egy adóból egy vevőből és egy csatornából építkezünk, mivel ezek a rendszerek sokadik generációt képezik vagy sokkal magasabb fejlettségi szinten állnak azokhoz képest.

Azokat a hálózatokat, melyek a végpontok között helyezkednek el és transzferként működnek általában egy kommunikációs felhőként jelenítjük meg. Ebben a felhőben különböző fejlettségű, kiterjedésű és felépítésű, hierarchiájú hálózatok lehetnek. Ennek megfelelően beszélhetnénk ATM, FR és IP alapú hálózatokról. A hálózatok széléin pedig Voice Agent-eket találunk, melyek küldik és fogadják a hálózat csomagjait. A felhőből a Voice Agent-eken keresztül érkeznek a végberendezésekhez a csomagok. A végberendezés, mivel hangkommunikációról beszélünk főként telefon vagy faxkészülék, de lehet bármilyen a hálózatra csatlakoztatható eszköz a hálózat szolgáltatásainak megfelelően.

A hálózat hardveres felépítése után második rendszer meghatározó forma a rendszert vezérlő szoftverek. Fejlesztői berkekből kiindulva jól tudjuk, hogy a hardvert mindig egyszerű létrehozni főként azért, mert legtöbbször a rendszereken belül drasztikus mértékben csak egy-egy hardverelem fejlődik, de minden egyes hardverelemhez új szoftvert kell írni és ezen a szoftvereknek rengeteg funkcióját kell leprogramozni. Itt főleg azokra a szoftverekre, programokra, algoritmusokra gondolok, melyeket a hardverek chipjei tartalmaznak, de természetesen idetartoznak a hardverek háttértárain található vezérlő szoftverek, operációs rendszerek. A csomag alapú hálózatok szoftverei látják el a hangok kódolását, tömörítését, biztosítanak kényelmi funkciókat és a QoS előírásait.



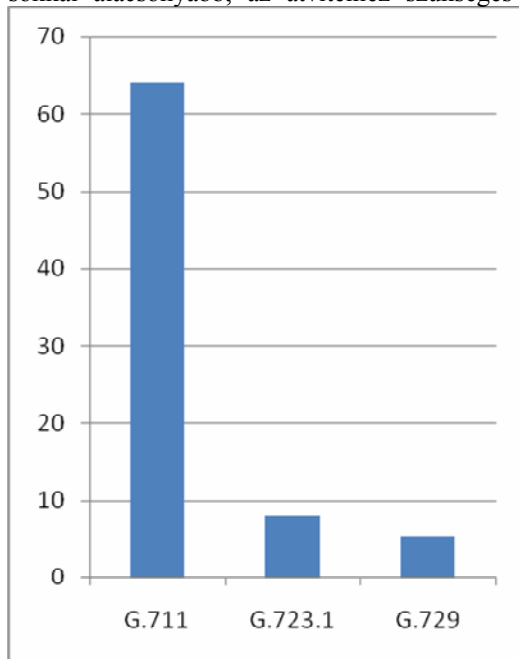
3. sz. ábra: A hálózati felhő és a hozzá kapcsolódó végberendezések [2]

## 2.3. A csomagkapcsolt hálózatokon megvalósuló kommunikáció

Egy digitális hálózaton, ahol csomag küldésére és fogadásra vannak felkészítve a rendszerek, nem tudunk analóg hangot átvinni. A digitális rendszerekben és ez már igaz volt az ISDN hálózatoknál is a végberendezések által vett hangot átalakítják digitális jelekké és természetesen az adó oldalon pedig visszaalakítják analóg jelekké. Ahhoz, hogy analóg hangból digitális jeleket tudjunk létrehozni természetesen a hangot másodpercenként több ezer részre kell osztanunk, majd ezen osztásokat leírni különböző digitális jelekkel pillanatnyi amplitúdójuk nagysága szerint. Ezt az eljárást nevezzük mintavételezésnek. A mintavett jel digitalizálásának több szabványa is van, természetesen ezek nemzetközi szinten léteznek. Digitális jelről lévén szó a bitsorok mindössze két jelből épülnek fel, melyek az áramkörben általában feszültségváltozással fognak megjelenni, a számítástechnikában ezt a két értéket „0” és „1” számjegyekkel különböztetjük meg egymástól.

Egyik nemzetközi kódolási szabvány a PCM kódolás, melynek szabvány neve a G.711, egy fix mintavételezési eljárás, amit az ISDN is használ. Itt 8000 jelet mintáznak másodpercenként és 8 bites kódot használ. Ha az értékeket összeszorozzuk, megkapjuk, hogy másodpercenként 64 kb-es sávszélességre van szükség az átviteléhez. Léteznek olyan szabványok is, amelyek alacsonyabb sávszélességet kívánnak, de ezeknél - mivel kevesebb bittel írják le a hangokat vagy kevesebb mintát vesznek másodpercenként - sokszor kapunk torzabb, nem valóság-hű hangot. Gondoljunk csak arra, hogy egy 8 bites jellel 256 féle amplitúdó nagyságot tudunk leírni, míg egy 4 bitessel már csak 16 félet, de az átvitelhez szükséges sávszélesség csak felére 32 kb/s-ra csökken.

A G.711 egy tömörítetlen hangátviteli forma, ami kis sávszélességnél sok problémát okoz akkor, ha több csatornát szeretnénk egyszerre átvinni. Ennek orvoslására létrehoztak olyan szabványokat, amelyek a már mintavett és kvantált jelsorozatokat tömörítik így érve el sokkal alacsonyabb, az átvitelhez szükséges sávszélességet. A tömörítéssel akár 10-ed



4. sz. ábra: Néhány hangtömörítő kodek összehasonlítása hatásfokuk alapján [1]

digitálisakra:

- jelterjedési késleltetés: a fentiekben említettem, hogy a hálózatokat felhőként képzelhetjük el, ebben a felhőben többféle hálózati megoldást találhatunk, így az átvitel során a hang többféle szerkezetű (optikai, réz), felépítésű és nagyságú, akár világ kiterjedésű hálózaton keresztül halad. Ezek a tényezők mind-mind késleltetik a jelterjedést.

- jelfeldolgozási késleltetés: Az egyes, főleg digitálishálózatok határán többször AD/DA átalakításra és ki-betömörítésre kerül a hangunk, melyek időigényes feladatok, főleg azokon a hálózati elemeken jelentkezik kritikus mértékben, melyek nem csak hang, hanem egyéb adatforgalommal is meg kell, hogy birkózzanak. Az OSI modell rétegeinek megfelelően több protokoll is lehet egymásba ágyazva, a hálózati eszközöknek ezen protokollok kibontása, kiolvasása valamint a hálózati eszközökön folytatott kommunikáció során a szétdarabolt részek összerakása is időigényes feladat.

részére is tömöríthetjük a hangot a PCM kódoláshoz képest. Természetesen a mércét mindig az jelenti, hogy két ember között mennyire érthető az átvitel. A hangminőség mérésére létrehoztak egy mérési rendszert (MOS), mely 5-ös skálán értékeli az átalakított hangot. Ezen a skálán például a PCM 4.5-ös értéket ér el. Említésre méltó, hogy ugyanebben a rendszerben a G.723.1 vagy a G.729 másnéven ACELP kimondottan beszéd tömörítésére használt kódolás 3.5-öt ért el és ez a szabvány a PCM-nél 16-szor kisebb sávszélesség mellett is érthető hangot képes átvinni.

A rendszer egyébként az értékeléseket a tömörítésből adódó hangminőség romlásán kívül a szabványok késleltetését is kiértékeli. A késleltetés nagyon fontos egy hangátviteli kapcsolatnál, mivel az összeköttetés minőségét és a felhasználói

élményt nagymértékben befolyásolja. A késleltetés nagyságát főként két érték határozza meg, melyek ugyanúgy igazak a hagyományos telefonhálózatokra, mint a

Főként pszichológiai hatása van az emberekre telefonbeszélgetés közben a csatornából visszaérkező visszhangoknak, mivel ezek alapján bizonyosodhatnak meg arról, hogy vonalban vannak és nem szakadt meg a kapcsolat. Analóg rendszerekben a visszhang az alkatrészek analóg mivolta lévén kialakul, de az ott megszokott visszhang egy olyan digitális rendszernél, ami nagyban védett a zajok ellen már nem hallható. Ezért ezeknek a visszhangoknak a létezéséért külön áramkörök felelősek, melyek vigyáznak arra is, hogy a visszhangot ne 25 ms-nál később halljuk, mert akkor átesünk a ló másik oldalára és az fog zavaróan hatni, hogy később halljuk vissza magunkat. Ezek az áramkörök alkalmasak arra is, hogy a kapcsolat számára valóban zavaró a vonal túlsó végéről többszörösen visszaverődő visszhangokat kiszűrjék.

Úgy véljük sikerült teljes képet adni a hangátvitel transzport megoldásairól, illetve arról, hogy hogyan lesz a hangból tömörített digitális jel, de bizonytalanság lehet sokak számára az, és felmerülhet az a kérdés, hogy egy hálózat sokadik végpontja hogyan talál meg egy másik, általa célként megjelölt végpontot? Végiggondolva a rendszert, rögtön arra a megoldásra juthatunk, hogy a végpontok közötti kommunikációhoz valamilyen jelzésrendszer használható a rendszerek.

A jelzésrendszerek tisztázása előtt a transzport modellek ismertetése elengedhetetlen. Azon transzportmegoldásokról beszélünk, melyeket a hangátviteli rendszerek alkalmazhatnak. Az első és legegyszerűbb és a számítástechnikai vagy híradási modellekhez hasonló pont-pont közötti összeköttetés, melyet transzport modellnek nevezünk. A pontok alatt telefonközpontokat kell értenünk, mely telefonközpontok természetesen ismerik a hozzájuk kapcsolódó készülékeket. A telefonközpontok között csak kimondottan egymás felé kerülnek küldésre azok a hívások, melyek nem a telefonközponton belül valósulnak meg. A másik megoldásra szolgál - melyet szintén az informatikából vagy híradásból ismerhetünk - a transzlációs modell, ahol egy pont több ponthoz kapcsolódik. Ennél a megoldásnál fontos szerepet kapnak a Voice Agentek, ahogy arról már szó volt az ő feladatuk fogadni a hozzájuk tartozó csomagokat, illetve kiválogatni a hozzájuk tartozókat a felhőkből. A küldést végző Voice Agent egy 'telefonkönyv'-ből dolgozik, mely ismeri a hívandó számhoz tartozó útvonalat. A csomagokat úgy ismerik fel, hogy a hozzájuk érkező hangcsomagon kívül egy jelzés is érkezik, mely információt tartalmaz a fogadott hangadattal kapcsolatban. Ez az információ tartalmazza küldő és fogadó azonosítóit. A jelzéseknek két főcsoportját különböztetjük meg:

- külső jelzésrendszer: A végberendezés és a Voice Agent közötti kommunikációt valósítják meg. Mivel a végberendezések eltérőek lehetnek, gondolok itt LB, CB, Automata, Digitális és Analóg rendszerűekre is valamint a digitális rendszereknél az alkalmazásbeli protokolljaik jelzésrendszereire, ezért a Voice Agentek-től a végberendezésekig menő jelzések is mások. A jelzéseket a központokban lévő trónkkártyák valósítják meg, azoknak megfelelően tudjuk csatlakoztatni a központokhoz a fent felsorolt különböző technikai felépítésű végberendezéseket. Ha nincs olyan trónkkártya a központban, amilyen fejlettségű készüléket szeretnénk használni, akkor csak abban az esetben kapcsolhatjuk hozzá, ha a végberendezés tudja az alacsonyabb fejlettségű szolgáltatás jelzésrendszerét és természetesen a fejlettebb készüléket alacsonyabb szolgáltatáscsomagokkal tudjuk használni. A trónkkártyák szolgáltatásai is eltérőek lehetnek, ezért nem minden extra szolgáltatás vehető igénybe a végponti készülékeken.

- belső jelzésrendszer: A Voice Agent-ek egymás közötti kommunikációjában játszik fontos szerepet. Kiemelten fontos, hogy a Voice Agent-ek ugyanolyan szabványt használjanak a kommunikációban való részvételhez. Minden transzferhálózatnak megvan a saját jelzésrendszere, de mindegyik jelzésrendszer alapfunkcióban kell, hogy támogassa az összeköttetés vezérlést illetve folyamatosan információval rendelkezzen a hívás állapotával és folyamatával kapcsolatban. Egy hívás alkalmával nincs folyamatos összeköttetés, mivel a

hálózatok csak csomagokat küldenek egymásnak, de amennyiben nincs átviendő információ, - amikor egyik fél részéről sem kerül hang a csatornába - akkor is érkezik bizonyos időközönként állapot információ, nehogy a vonal megszakadjon. A jelzésrendszerek az egyes transzportálózatokon az alap funkciójukon kívül rendelkezhetnek plusz funkciókkal.

### **3. INTERNET PROTOKOLL FELETTI HANGÁTVITEL ALAPJAI**

#### **3.1. Miért a VoIP?**

A csomag alapú hálózatokon való hangátvitel a számítástechnika gyorsan fejlődő világában és rövidnek mondható történelmében viszonylag régi technikának számít. Elterjedése lassúnak mondható - bár ez igaz nagyon sok új hálózati megoldásra is - mivel az internetes hálózatok kiépíttetésének foka és velük együtt az új fejlesztések térnyerése legtöbbször nem igény, hanem pénz kérdése. Manapság legtöbb kormány, kormányzati egység, vállalat és ami nagyon fontos, a legtöbb internetszolgáltató IP alapú rendszereket használ, így leggyakrabban a beszéd átvivő rendszerek is a már kiépített hálózatokra települnek, arról nem is beszélve, hogy a piaci kínálatban szétnézve szinte csak IP alapú eszközökkel találkozunk. Ez azért nem szokatlan, mivel a hardvergyártó cégek is ezen eszközöket gyártják olcsón, nagy tömegekben. Az otthoni felhasználók pénztárcakímélésének tekintetében még olyan megoldások is születnek, melyek számítógépes program segítségével egyfajta telefonklienssé alakítják a PC-t és így azok képesek hangátvitelt szolgáltatni, egyik legelterjedtebb ilyen alkalmazás a Skype nevet viseli, de a legtöbb nagy szoftvergyártó cégnek is van saját szoftvere erre a célra. Sőt olyan megoldások is születtek, melyek egy számítógépből képesek telefonközpontot varázsolni Linux alapú operációs rendszer formában, erre egyik nagyon jó példa az AsteriskNow rendszer. Pénztárcakímélő megoldást nyújt a kisköltségvetés cégeknek, vállalkozásoknak. A Linux alapú rendszerek nagy előnye, hogy ingyenesek, továbbá az AsteriskNow egy böngészőben megnyitható GUI felületet is rendelkezésünkre bocsát, melyen keresztül egyszerűen és gyorsan beállíthatjuk a telefonközpontunkat.

Mindezeket összevetve úgy gondoljuk célszerű a VoFR és a VoATM hangátviteli rendszerek mellett a legelterjedtebb és legnépszerűbb, bár néhány paraméterében és néhány megoldásában gyengébb, egyes megoldásaiban viszont markánsan kitűnő hangátviteli rendszerről a VoIP-ről beszélni.

#### **3.2. A bemutatandó technikáról**

A VoIP-ről kommunikációjának mélyebb megismerése előtt fontos megemlíteni a jelenleg tárgyalandó rétegek átviteli protokolljait, ez esetben az OSI modellnek megfelelően lentől felfelé haladva ETHERNET keretet, IP-t, UDP-t és a TCP-t. Majd ezek megismerése után a VoIP alkalmazásrétegbeli H.323-as, SIP, SCCP és CorNet-IP belső jelzésrendszer protokolljait, melyek a kompatibilis rendszerek alapjain túlmenve nyújtanak interoperabilitási megoldásokat nem csak audio, hanem ahogyan majd látjuk adat és video átvitelre is. Szükséges tárgyalni a szolgáltatásminőségről valamint a routelési hibákról.

#### **3.3. Internet Protokoll**

Valójában az IP nem más, mint egy csomag, melyet az internet különböző szolgáltatásinál megvalósuló adatforgalomhoz használnak. Tudni kell, hogy az IP csomagot egy ETHERNET keret fogja közre, mely keretet az adatkapcsolati rétegben használnak az internetes eszközök. Minden ETHERNET eszköz rendelkezik egy MAC címmel, ami egy 12



hexadecimális számból álló egyedi azonosítója az eszköznek. A keret fejlécében található a küldő és a célállomás MAC címe. A láblécében pedig egy ellenőrző bejegyzést találunk, mely segítségével a fogadó oldal el tudja dönteni, hogy a kapott adat sérült vagy sem. A hálózatok eszközei különböző módon navigálják a csomagokat. Van, amelyik a MAC cím-et, van, amelyik az IP címet használja az irányításhoz, de ez természetesen a rétegektől is függ. A MAC cím a 2. rétegben, míg az IP a 3. rétegben látja el a navigációt.

Minden egyes hálózatban résztvevő önálló IP végberendezésnek rendelkeznie kell egy IP címmel ahhoz, hogy a kommunikációban részt vegyen. Magyarul az IP felelős azért, hogy a küldött adat célba érjen. Az IP cím, bár ez ránézésre nem derül ki, de két részből áll. Egyik része azonosítja a hálózatot, másik része pedig a hosztot. Egy IP csomag több részből áll, ezek a részek különböző információkat tartalmaznak. Az IP tartalmaz egy fejléct, amiben küldő és fogadó címét találjuk. Jelenleg a legelterjedtebb cím egy 32 bites számsor és IPv4-nek nevezzük, a címek 8 bitenként vannak felosztva és decimális számként vannak kifejezve. Ebben a fejlécben találunk információt többek között a csomag méretére illetve azzal kapcsolatban is, hogy a csomag maximálisan hány routeren mehet keresztül. Ezt TTL-nek vagy hop-nak nevezzük, legkisebb értéke 255 lehet. Minden egyes routeren való keresztülhaladáskor az eszköz elvesz egyet az értékéből és annál a routernél, ahol ez a szám 0 a csomag nem kerül továbbküldésre, hanem az eszköz eldobja azt. Erre azért van szükség, hogy ha egy csomag nem ér célba egy redundáns hálózaton, akkor ne keringjen örökre a hálózaton. Mivel a forgalomirányítás hibája miatt végtelen ciklusba kerülhet. Az IP csomag a fejléce után az OSI modell soron következő szintjeinek protokolljait tartalmazza, egészen eljutva alkalmazási szintig, ami után már csak a ténylegesen küldésre szánt adatok helyezkednek el. Az IP-nél fontos tudni, hogy nem végez sem hibajavítást sem pedig hibakeresést, ezeket a folyamatokat a felsőbb rétegbeli protokollokra bízva. Minden információval a fejrésztől az adatrészig egy IP csomag 512 kb nagyságú is lehet.

Az IPv4-et, amikor megalkotta az ARPANET az 1970-es években, még azt gondolták, hogy az a mennyiségű IP cím, melyet az biztosít bőven elég lesz arra, hogy akik a világon az internetet fogják használni, biztosítsa a hálózaton való részvételt. Azonban a rohamosan terjeszkedő és fejlődő internethálózat már nem képes boldogulni ilyen kevés címmel, ezért ahogy az a bevezetőben említettem a címrendszert jelenleg az IPv6 váltja, melynek a címezése már egy négyszer hosszabb 128 bites számsor, a címek 16 bitenként vannak felosztva és hexadecimális számként vannak kifejezve. Míg 4-es verzió  $2^{32}$ -en számú címet képes szolgáltatni addig a 6-os verzió már  $2^{128}$ -ont. Természetesen ezekből levonásra kerülnek a magán, a szórás, és a tesztelésre szánt IP címek csak úgy, mint elődjénél, de így is közel  $10^{36}$ -on címet szolgáltat ellentétben a 4-es verzió a  $4 \cdot 10^9$ -en címkészletével szemben. Újdonság, hogy a címből nem derül ki melyik hálózat részei vagyunk, hanem a cím egy konkrét végpontra vonatkozik aminek egyszerre több IP címe is lehet. Nem csak a címezésben van változás az új verziónál, hanem a protokoll szerkezet fejlécében lévő információkra vonatkozó leírások is megváltoztak, mivel a címelfogyás által életre hívott új protokoll lehetőséget adott nagyon sok fejlesztésre elődjéhez képest. Például, ha a jövőben olyan új szolgáltatás kerül kifejlesztésre, melyhez a harmadik réteg protokolljában van szükség információ átvitelére, egyszerűen csak hozzáadjuk a fejlécéhez, mivel az abban lévő információknak nincs meghatározott állandó helye és szabadon bővíthető, így természetesen alkalmazkodni tud bármilyen változáshoz is, ezzel biztosítva nagyobb flexibilitást. A lényeg az, hogy a fogadó oldal értse az üzenetet. Ezzel egyúttal az IPv6 fejléce kisebb is, mint az IPv4-é mivel nem tartalmazza azokat az információkat, melyekre az adott átvitelhez nincs szükség. Egy IPv6 csomag akár 4 GB nagyságú is lehet, de természetesen az alsóbb rétegekben lévő protokollok szét darabolhatják kisebb méretekre a saját átviteli kapacitásuknak megfelelően. Találunk benne egy új szolgáltatást is, mely segítségével sávszélességet tudunk előre lefoglalni épp a real-time alkalmazások szolgáltatásainak

akadálymentes átvitele miatt. Az IPv4 nem teljes egészében volt alkalmas multimédiás alkalmazások adatátvitelére, ezt az IPv6 teljes egészében kiküszöböli.

### 3.4. Szállítási protokollok

Az IP csomag felbontásakor találjuk az OSI modell szerinti következő, átviteli szinten az UDP protokollt a TCP, ICMP, SCTP, RTCP és az RTP protokollok mellett. A szállítási protokollokat tekinthetjük egyfajta szolgáltatónak is, mivel ezek biztosítják az alkalmazások számára a megfelelő átviteli lehetőségeket, illetve nyújtanak többlépcsős szolgáltatásokat az IP-nek, valamint az alsóbb rétegbeli protokollok számára vagy, ha úgy tetszik azokat kiegészítve. Ahogy ismertettem az ETHERNET keret MAC címmel dolgozik, az IP csomag IP címekkel a szállítási protokollok és a fölötte lévő protokollok mind-mind port címmel kommunikálnak.

Kezdjük a legegyszerűbb viszonylag ritkábban használt mégis sok segítségnyújtó protokollal az ICMP-vel. Ez a protokoll főleg a hálózaton végzett diagnosztikában, tesztelésben van segítségünkre, de a végpontok is küldenek ICMP üzeneteket információszerezés céljából. Az egyik legkorábbi protokoll ezért már parancssori szinten is a legtöbb operációsrendszerben megtaláljuk. Szolgáltatásai között találjuk a csomagok útvonal listázását (traceroute), vagy annak ellenőrzését, hogy a csomag célba ér-e vagy sem (ping).

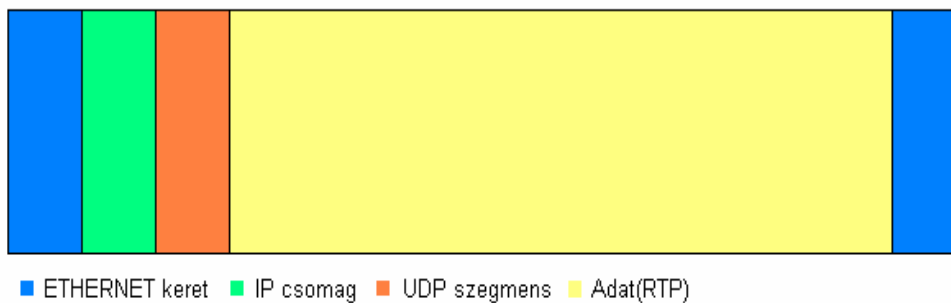
A TCP protokollról sokat hallhatunk internetezéssel kapcsolatban. Felelős azért, hogy a küldendő adatokat szétarabolja, IP csomagba tegye majd a fogadó részen kicsomagolja, összeilleszti. Természetesen a kiküldött csomagok különböző útvonalakon juthatnak el a célig, ezért a protokoll feladata a datagrammok sorszámozása, sorba rendezése is. Mivel a TCP protokoll folyam alapú, így a hálózaton elveszett vagy megsérült csomagokat a fogadó oldalon újrakéri ezután a küldő oldalon újraküldi. Valójában ez úgy működik, hogy a csomagküldés után egy nyugtázást tartalmazó üzenetet vár a küldő oldalon, amennyiben egy bizonyos idő eltelte után nem érkezik meg ez az üzenet a csomagot újraküldi. Képzelnék el, hogy egy honlapot töltünk le és a csomagok fele elveszne letöltés közben, csonka információkból elég nehéz lenne tájékozódni. Igaz az is, hogy a TCP jelentősége a mai korszerű nagy megbízhatóságú hálózatokon egyre kisebb, de nem szabad arról sem megfeledkezni, hogy összeköttetési hibák kialakulhatnak, a lassabb átvitelt biztosító vagy túlterhelt eszközökön torlódhatnak, eldobásra kerülhetnek vagy a vezeték nélküli hálózatokon az összeköttetés megszakadása miatt nem érnek célba az egyes csomagok, melyek pótlására a megoldás csakis a TCP lehet.

Az UDP nem sorszámozza a csomagokat, így a fogadó helyen nem is állítja őket sorba. Az UDP protokoll jellegéből adódóan nem folyamat alapú, hanem burst jellegű, ezért a fogadó oldal nem nyugtázza a fogadást, így az elveszett csomagok újraküldése sem valósul meg. A TCP protokoll ismertetése után könnyebb beszélni az UDP protokollról, mivel nagyon sok tekintetben szöges ellentéte a két protokoll egymásnak. Míg a TCP kiválóan alkalmas szolgáltatásai lévén nem valós idejű alkalmazások adatátvitelére, addig az UDP szöges ellentétben vele teljesen alkalmas erre, viszont ő pont a valós idejű alkalmazások adatátvitelében jeleskedik.

Általában azok az alkalmazások részesítik előnyben, ahol apró részletekben elégséges az adatokat átküldeni, nem probléma, ha elveszik a csomagok egy része, de a megmaradó csomagok is gyorsan a célhoz érnek. Erre a legjobb példa a valós idejű hanghívás – telefonhívás. Egy másodperc alatt a rendszer átküldhet több tíz csomagot és az egyik valamilyen úton-módon nem érkezik célba, akkor is a hanghívásunkból kevesebb, mint egy tizedmásodperc fog kiesni. Vagy épp két csomag felcserélődik és nem sorrendben egymás után fog megérkezni. Ezekben az esetekben a visszahallott hang nem sokat torzul az eredeti hanghoz képest is jó hangminőségben lesz hallható.

Újabb fejlesztések, a rohamosan fejlődő valós idejű és jó minőségű adatok átvitele céljából hívták életre az SCTP és az RTP protokollokat. Legtöbb esetben az UDP hiányosságainak kiküszöbölésére használják. Természetesen a legújabb rendszerekbe ezek a protokollok is be vannak építve és a Voice Agentek tudják őket alkalmazni. De nem csak egycélú forgalmat tudunk bonyolítani a segítségükkel, hanem az egyszerre több IP címre küldés lehetőségét is támogatják a protokollok, ami alatt a klasszikus csoportos címzéshez hasonló valós idejű műsorszórást kell értenünk. Ahol csak az lesz a csoporttagja, aki kéri.

Az SCTP egyesíti az TCP és UDP protokollokat. Főleg azokban a multimédiás szórakoztató rendszerekben alkalmazzák, melyek kifejezetten multimédiás anyagok szórására vannak kihegyezve. A küldő oldal sorszámozza a csomagokat a fogadó oldal pedig eldönti, hogy sorba rendezi azokat vagy sem, természetesen ez alkalmazás függő. Kimondottan telefon-szerű adatátvitel miatt lett kifejlesztve. Egyszerre több digitális csatornát használ az adatok átvitelére. Egyik csatornáján történik a hangátvitel a többit pedig a jelzések átvitelére használja.



5. sz. ábra: A csomagalapú adatátvitel felépítése a protokollok tükrében RTP segítségével [1]

Az RTP-t kimondottan az audio és videó átvitel miatt alkották meg. A hálózatokon az RTCP-vel együtt lett kifejlesztve. Az RTP a hang és video adatokat szállítja, míg az RTCP a csatorna jelzéseit, de az RTCP nem lehet nagyobb a csatorna forgalmának 5%-ánál. Egyik nagy előnye, hogy a többi protokollnál fellépő késleltetéseket lecsökkenti, amit a csomagok küldése közötti idő lefaragásával ér el. Főleg videokonferencia-beszélgetések lebonyolításához használják. Az RTCP kiválóan alkalmas egy időben több résztvevő kommunikáció létrehozására.

### 3.5. Alkalmazásrétegbeli protokollok

A VoIP technológia egy eléggé szerteágazó főleg jelzésrendszereiben változatos hangátviteli megoldás lett. A változatossága azzal magyarázható, hogy a különböző gyártók közel egy időben fejlesztettek, alakítottak át IP alapú rendszereket hangátviteli céllal. Így mai napig nagyon sok megoldás létezik, ezek közül a legelterjedtebbekkel célszerű megismerkedni. Közülük is a H.323-as és SIP nemzetközi protokollokkal, melyeket a VoIP rendszerek egységesítéséért születtek vagy a Cisco saját SCCP és a Siemens saját CorNet-IP protokolljaikkal. Ezek a protokollok természetesen életképesek minden az eddig általunk ismert fizikai rétegbeli protokolltól egészen a szállítási protokollokig azok tetszőleges vegyítése esetén. Azt mindenképp látnunk kell, hogy ezek a protokollok jelzéseket szállítanak egyik végponttól a másikig, így a központok szolgáltatásait ők fogják ellátni.

Elsőként ismerkedjünk meg a H.323-as protokollal. Illetve nem is egészen csak egy protokollról van szó, mivel a H.323 név nem csak egy protokollt, hanem a hálózati

eszközöktől megkezdve alkalmazási protokollokig egy teljes multimédiás rendszer nevét jelenti, mely lehetővé teszi a különböző gyártók eszközeinek interoperabilis együttműködését. (H.323 umbrella recommendation). Továbbá megfelelő minőségi paraméterekkel látja el azokat a hálózatokat, melyek nem képesek hang és video átvitelére így támogatva az internetes telefonálást és konferenciabeszélgetést, videokonferenciát. A protokoll lehetővé teszi a pont-pont közötti és a pont-többpont közötti kommunikációt. Önmagában az alkalmazásrétegbeli protokoll jelzésátvitelre szolgál, kommunikációs feladatokat lát el. Több alösszetevője van, melyek a különböző médiaformátumok átvitelét kezelik, illetve a tömörítésért felelnek. Magát a teljes H.323 rendszert és annak eszközeit egy későbbi fejezet részben ismertetem részletesen.

Másodikként pedig ismerkedjünk a SIP-pel, mely kimondottan egy kommunikációs protokoll és nagyon hasonlít a web böngészők HTTP protokoll kérés-válasz modelljéhez, mivel ez is egyszerűszöveg alapú illetve kimondottan UTF-8 kódolást használ. A főerőkifejtése pedig a pont-pont kapcsolatok létesítésére összpontosul. A protokoll természetesen így magában nem is lehet telefonálásra használni a hangátvitelét az RTP protokoll biztosítja. Sokkal egyszerűbb és 'butább' protokoll, mint a H.323, mégis egyre népszerűbbé kezd válni, mivel a VoIP rendszerek jelentős napjainkban gyártott része ezt használja, talán pont túlzott egyszerűsége miatt.

A nagy gyártók legtöbb esetben próbálják hadititokként kezelni protokolljaik működését, így van ezzel a Cisco és a Siemens is. Kevés nyilvános információt lehet megtalálni protokolljaikról az interneten, a szakkönyvekben pedig általános leírásokat találunk az eszközeik működéséről. Ezért felhasználtam a Wireshark nevű számítógépes hálózatmonitorozó programot és a Cisco valamint a Siemens központokból rögzítettem adatfolyamokat, melyekből világosan kiderül, hogy a cégek bármennyire is rejtegetik, vagy illetik más néven protokolljaikat azok mögött, bár kicsi finomításokkal a már jól bevált H.323 és SIP protokollok dolgoznak. Sikerült a gyártók honlapjain található leírásokból megtudnom, hogy a Siemens CorNet-IP protokollját HFA fantáziánéven is megtaláljuk. ISDN vonalon, annak a D csatornáin viszi át a jelzésinformációit és teljes mértékben kompatibilis a SIP rendszerekkel. A Cisco tekintetében pedig ugyanez a kompatibilitási mérték elmondható a H.323-as protokollal. Megfigyelhető egyébként, hogy azok a részek, amelyek nem mutatnak kompatibilitást, a gyártó specifikus többlétszolgáltatások körében mutatkoznak meg.

### 3.6. H.323 rendszer

A H.323 protokoll specifikációját a Nemzetközi Telekommunikációs Szervezet (International Telecommunication Union) a digitális telekommunikációs rendszerek egységesítésért hozta létre. A protokoll a kommunikációs réteg része és a belső jelzésrendszer megvalósításáért felel. A belső jelzésrendszer önmagában nem tudna különböző telefonrendszerbeli szolgáltatás megvalósítani, ezért több olyan eszközt tartozik hozzá, melyekkel egységes rendszert alkot. Vigyázni kell viszont, mert nem feltétlenül lesz minden H.323-at használó rendszer minden szolgáltatásában interoperabilis, mivel a H.323 protokoll tartalmaz egyéni bővítési lehetőséget, melyet a gyártók általában ki is használnak. Így előfordulhat az, hogy két különböző gyártótól származó eszköz nem fog ugyanazzal a szolgáltatáscsomaggal rendelkezni. A hálózatokon jelent megoldást, melyek nem rendelkeznek megfelelő minőségi paraméterekkel. Mivel nem foglalkozik más alsóbb rétegbeli protokollokkal, így a hálózati architektúrájába bármilyen olyan eszköz beilleszthető, melynek alkalmazásrétegbeli protokollja a H.323 lehet. Ilyen módon bármely csomagalapú adattovábbítási rendszerben használható.

A H.323 rendszernek egész architektúrája van, melyhez nem csak az alkalmazásbeli protokoll tartozik, hanem hardverelemek is. A protokollhoz tartozó hálózati eszközök között

található terminál, gateway, gatekeeper és a pont-többpont kapcsolat létrehozását lehetővé tevő egységek. Ezek a rendszerelemek vesznek részt a kommunikációban és a vezérlésben. Illetve egy H.323 rendszerben a H.323 protokoll mellett dolgozik még a H.245 és a H.225.0 protokollok is. Ezek lehetővé teszik a pont-multipont kapcsolatokat is a pont-pont kapcsolatok mellet illetve alkalmasak arra, hogy a konferenciabeszélgetéseket ne egy végberendezés vezérelje, hanem osztozzanak az erőforrásokon.

Ismertetteük a csomagkapcsolt hálózatoknál a Voice Agentek szerepét a H.323 rendszerben ezeket termináloknak nevezik, nevük változása ellenére feladatuk nem változik, vagy csak annyiban, hogy a neki megfelelő végponton átjárókkal és többponti összeköttetésért felelős eszközökkel kommunikálhat. A terminálok képesek hang, hang-adat, hang-videó kommunikációkra. A következő elemekkel mindenképp rendelkeznie kell egy terminálnak:

- H.245 protokoll, mely ellátja a hívás közbeni teendőket állandó sávszélesség lefoglalás, csomagkezelés, tulajdonképpen a csatorna minőségi paramétereiről felelős.
- Q.931 hívásfelépítésért és vezérlésért felelős jelzésprotokoll.
- RAS protokoll, mely a gatekeeperrel való kommunikációt valósítja meg.
- RTP/RTCP protokollok, ahogy már szó volt róluk adat és video szállításért felelnek, illetve azok átviteléhez szükséges jelzéseket szállítják.

Vannak olyan szolgáltatások is, melyeket nem feltétlenül tartalmaz egy H.323-as rendszer csak opcionálisan beépíthető, ahogy említettem, ezek miatt lehet szolgáltatásaiban eltérő két H.323 eszköz:

- Video kodekek: Segítségükkel a video átvitel sávszélesség-igényét tudjuk lecsökkenteni, többféle kódoló eljárást használhat a videók méretének csökkentése céljából.
- T.120 adatkonferencia protokoll: a multimédiás tartalmak valós idejű átvitelét biztosítja, főleg itt a video és hang együttes szinkronban való átvitelére gondolok.
- MCU-val való kommunikációs képesség: Több résztvevős központosított konferenciabeszélgetések céljából.
- Gateway: más hálózatokba való átjárást illetve a különböző protokollok, kommunikációs eljárások és kodekek közötti átalakítást, átjárást teszi lehetővé.

Az IP rendszereknél általában a végberendezést kell felkonfigurálni ahhoz, hogy részt vegyen a kommunikációban, nem pedig a központról fogja betölteni a kommunikációban való részvételhez a paramétereket, viszont a szolgáltatásokat a központtól fogja kapni, ezeket pedig egy H.323-as rendszerben a gatekeeper fogja szolgáltatni, abban az esetben, ha a rendszer tartalmazza, mivel nem kötelező eleme egy H.323 rendszernek. A gatekeeper más eszközről, esetleg szoftveresen is megvalósítható. Bármilyen megoldás is legyen a szolgáltatások, melyeket biztosan megtalálunk egy ilyen eszközben a következők:

- Címfordítás: Egy egyszerűbb, vagy egységesített fix hívószámra fordítja IP címünket, mely fordításokat adatbázisában tárolja és egy összeköttetés felvétele esetén onnan olvassa ki.
- Kérések vezérlése: A hálózaton lévő VoIP eszközök kéréseit azonosítja és eljuttatja a kérésnek megfelelő eszközhöz.
- Sávszélesség vezérlés: a minőségi hangátvitelhez szükséges sávszélesség lefoglalását vezérli.
- Területkezelés: Az eddig említett szolgáltatások érvényesítésére szolgál a hálózat többi elemén.

Ahogy a termináloknál ugyanúgy a gatekeeper funkciót betöltő eszköznél is igaz, hogy a szolgáltatásokban lehet eltérés, mivel itt is vannak opcionálisan beépíthető funkciók:

- Hívásirányítás-jelzés: Főleg egy bonyolultabb hálózaton általában eleme szokott lenni a H.323-as rendszernek. Feladata a jelzésrendszer biztosítása.
- Jogosultság kezelés: Segítségével többféle jogosultsági tényezőt beállíthatunk, így érvénybe léptethetünk, mind összeköttetésbeli, mind időbeni és mind prioritásbeli korlátozásokat.
- Sáv szélesség kezelése: Több összeköttetés esetén, ahol lecsökken a szabad sáv szélesség vagy eleve alacsony sáv szélességű hálózaton a nagyobb prioritású hívásoknak ad megfelelő minőségű vonalat vagy ennek megfelelően korlátozza az alacsonyabb prioritású összeköttetések létrejöttét.
- Híváskezelés: Egy adatbázist hoz létre, mely a folyamatban lévő hívásokat tartalmazza, ez alapján tud a hálózat foglalat jelzést adni, vagy hívásban lévő csatornabeli funkciókat kezelni.

A felsorolt szolgáltatásokon kívül természetesen léteznek még szolgáltatások, de ezek gyártó specifikusak vagy csak ritkábban használjuk őket.

A H.323 rendszer fontos része a konferenciahívást biztosító egység (MCU), melyre igazából csak akkor van szükség, ha a konferenciabeszélgetést központilag szeretnénk vezérelni, mivel más a H.323-al együttműködő protokollok képesek az osztott konferenciabeszélgetés létrehozására.

Az MCU-nak két része van az MC és az MP. Az MC feladata a 3 vagy annál több résztvevős hívások irányítása, de feladata nem csak a hangátvitelre, hanem a konferenciavideó átvitelére is kiterjedhet. Valójában ő azt a folyamatot irányítja, amit az MP feldolgoz számára. Az MP nemcsak központilag feldolgozza a konferencia adatait, hanem párosítja az audio, adat és video csomagokat, illetve információt szolgáltat a csatornák kiépülésével kapcsolatban.

Arról szó volt, hogy a videó átvitel opcionális része a rendszernek röviden csak annyit szeretnénk bemutatni, hogy milyen minőségű videó átvitelre alkalmasak az egyes kodekek. A legalacsonyabb felbontás, amivel rendelkeznie kell egy videó átvitelre alkalmas H.323 rendszernek az 128x96 pixel és 30 képet kell tartalmaznia másodpercenként, ezt nevezzük SQCIF-nek. A videó átvitelét a H.261 és H.263 nevű kodek végzi. A kodekek egyébként nem teljes képet viszik át, mindig csak annyit belőlük, ami az előző mintához képest különbség. A legnagyobb átvihető kodekek által biztosított formátum a 16CIF, melynek felbontás 1408x1153 pixel, ez méreteiből is látszik, hogy elég robusztus és nagy sáv szélesség kell az átviteléhez. Az alap video formátumot CIF-nek nevezzük, ezt mindkét kódolás ismeri, felbontása 352x288 pixel.

A H.323 protokoll tanulmányozása után annyit sikerült megállapítanom, hogy bár sokkal összetettebb és kevésbé népszerű, mint a SIP, de valójában egy egész rendszert alkot, mely nemzetközileg egységes és nagyon jól ráépíthető a már meglévő számítógépes hálózatok rendszerekre is akár. Kiválóan alkalmas különböző képességű készülékek közötti konferenciabeszélgetések létrehozására és megfelelő telefonrendszerbeli szolgáltatások biztosítására.

### 3.7. Szolgáltatásminőség

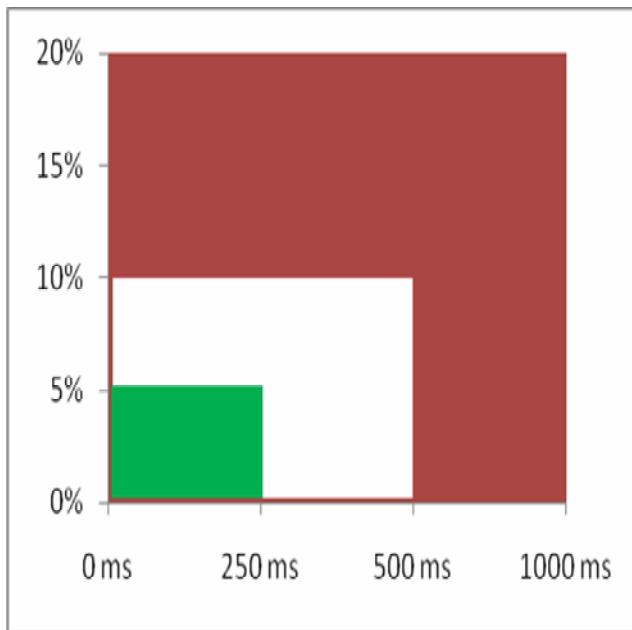
Hivatkoztunk már több ízben arra, hogy a protokolloknak képesnek kell lenniük egy megfelelő szintű minőséget nyújtani az alkalmazások zavartalan működéséhez, mely nem csak az IP hálózatokon igaz, hanem az összes csomagkapcsolt átvitelt megvalósító hálózaton. A megfelelő szintű minőség pedig nem jelent mást, mint a megfelelő sáv szélesség biztosítást, mely csatornánként minimálisan 7-8 kbit/s-ot jelent, de az ajánlott 15 kbit/s. Természetesen a késleltetés mérete is egy minőségi követelmény, melynek a mértéke két végpont között nem szabad, hogy meghaladja a negyed vagy maximálisan fél másodperces

időt. Nagyon fontos még az is, hogy a valamilyen úton-módon elvesző csomagok mértéke az összesen elküldött csomagok mértékének 10%-a alatt maradjon.

Van egy bizonyos jitter érték, amiről még nem esett szó. A jitter magyarul késleltetés-ingadozást jelent. Az apró mintákat a hálózati eszköz egy mesterségesen késleltetett mechanizmussal fogja csomagokba szervezni. Több mintát pufferelem egymás után és megadott időközönként a mintákat egy csomagba rendezve küldi tovább. A megfelelő szolgáltatásminőség eléréséhez ennek az időköznek a nagysága 30 ms körül kell, hogy mozogjon. A nagyon nagy eltérés mind negatív, mind pozitív irányban akadozást okozhat a csatornában.

A felsorolt tényezők természetesen konstans berendezéstől függő tényezők, de a szolgáltatás minőségét befolyásolja nagyban a hálózatok aktuális állapota, pillanatnyi hálózati forgalom nagysága és a csomagok torlódása, valamint nagyon fontos, hogy lehetnek routelési hibák is.

A QoS (RFC 3714) előírásainak megfelelően összességében arra következtethetünk, hogy egy adott szolgáltatásnak megfelelő sávszélesség és jitter érték mellett akkor mondható egy csatorna jó minőségűnek, ha abban a csomagvesztés mértéke 5% alatt és a késleltetés



6. sz. ábra: A QoS minőségi határai a késleltetés és a csomagvesztés arányában [2]

mérete 250 ms alatt van. Az ilyen minőségű csatornák kiválóan alkalmasak kormányzati és vállalati és így a Magyar Honvédség telekommunikációs igényeik megvalósítására, melyek a laktanyákon, hivatalokon belüli és azok közötti hívások kiszolgálását tennék lehetővé. A következő határvonalat a minőségbiztosításban a 10% csomagvesztés és az 500 ms-os késleltetés adja. Az ilyen minőségű csatornák megfelelőek a hétköznapi magánbeszéd

lebonnyolítására. Az e fölötti értékekkel rendelkező csomagalapú átvitelt biztosító

rendszerek csatornái nem alkalmasak beszéd átvitelre.

A QoS rendelkezik egy RSVP nevű saját szállítási

rétegbeli protokollal, mely a többi azonos rétegszinten lévő protokollal ellentétben nem tartalmaz felsőbb rétegbeli protokollokat, így természetesen adatokat sem küldhetünk segítségével. Ez a protokoll egy jelzésprotokoll, mely a végpontok között sávszélesség és puffert foglalat végez a routereken és a switcheken. A protokoll az erőforrás lefoglalások állapotüzeteit - amennyiben az összeköttetés él - meghatározott időnként, periodikusan küldi. Az eszköz amin a foglalás történt ugyanilyen időközönként törli a foglalást. Ezért nem fordulhat elő az, hogy ha már megszakították a hívást, akkor is megmarad a lefoglalás. Természetesen a protokoll lehetővé teszi azt is, hogy azok az eszközök, melyeken a lefoglalás megtörténik, ellenőrizzék a jogosultságot.

### 3.8. Útvonal választási hibák

A QoS nem tudja kezelni a routereken, azok feldolgozási képességeikből fakadó késleltetést, de mindenképp figyelembe kell vennünk, mivel a szemléltetett hálózati felhőben nagyon sok olyan eszköz lehet, mely a csomagokat irányítja és ezek a berendezések többféle struktúrában kapcsolódhatnak egymáshoz, vagy többféle módon lehetnek felkonfigurálva, így nem tudjuk előre meg, hogy egy-egy általunk küldött csomag milyen útvonalon fog eljutni a célig. Nagyon sok esetben történik olyan, hogy nem a legrövidebb utat használja.

Előfordulhat olyan hiba, hogy egy virtuális hurok képződik és az általunk küldött csomag nem jut el a célig, hanem valamilyen úton visszakerül a saját helyi hálózatunkba. Esetleg a virtuális hurok routerről-routerre küldi körbe-körbe a csomagunkat egészen addig, míg az IP csomag ugrási értéke 0 nem lesz és eldobásra kerül a csomag.

Mivel a különböző rétegekben a különböző protokollok más-más csomagmérettel dolgoznak, így előfordulhat, hogy a megfelelő csomag összeállítása után a router az IP csomagunk egyik felét A irányba másik felét pedig B irányba küldi ki. Általában ezt azért teszi, mert nem feladata a csomagok helyes sorrendben való elküldése, annál inkább feladta a hálózat terhelésének a csökkentése. Így ezzel a módszerrel osztja meg pártjain a terhelést. A nem valósidejű alkalmazásoknál ez észrevehetetlen, viszont a valósidejű alkalmazásoknál növeli a késleltetést.

Gyakran olyan hiba is előfordul, hogy a routerek a két végpont felől nem azonos útvonalakon küldik a csomagokat, így aszimmetriát okozva a hálózatokon. Ez azért lehet problémás, mert míg az egyik oldalon normális minőséget tud produkálni a hálózat, addig a másik oldalon a csomagok nagyobb késleltetéssel fognak megérkezni. Ilyenkor a két beszélő fél nem egyforma minőségben fogja egymást hallani.

Még hibát okozhat a routerek szempontjából az, amikor a routerek nem állandó útvonalon küldik a csomagokat, hanem azokat változtatják saját routing protokoll értékeiknek megfelelően, arra vonatkozóan, hogy mikor melyik hálózat melyik porton érhető el hamarabb. Nagy általánosságban egy hívás alkalmával a csomagok kevés kivétellel, de ugyanazon az útvonalon „közlekednek”.

### ÖSSZEGZÉS, KÖVETKEZTETÉSEK

Jelen publikációnk összeállításával megpróbáltunk betekintést nyújtani a kommunikációs hálózatok múltjába és jelenébe annak érdekében, hogy segítséget nyújthassunk az IP feletti hangátvitel megvalósításához, vagyis a VoIP rendszerek tervezéséhez.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dárdai Árpád: Mobil Távközlés, Mobil Internet (A mindennapok kommunikációs technikája) - ISBN: 9789634409960 - 2003 - Computerbooks
- [2] VoIP-info.org anyagainak felhasználása /Többek között: H.323; SIP; QoS; Asterisk címszavak alatt található anyagok/ - Letöltve: 2011.02. 10. - 2011.04.26. - <http://www.voip-info.org/>
- [3] Wireshark Wiki anyagainak felhasználása - Letöltve: 2011.02. 10. - 2011.04.26. - <http://wiki.wireshark.org/>