

"Egy találmány, mely megrengette a világot"

## **A távközlés regénye\***

*Dr. Bartolits István*

Alig hiszem, hogy akik ma ügyes-bajos dolgaik intézése vagy örömteli hírek továbbítása dolgában telefont ragadnak, egy pillanatra is eszükbe jutna, hogy ilyenkor a világ legnagyobb automatájával kerülnek kapcsolatba. A jelző, hogy legnagyobb, több értelemben is igaz. Már közel 1 milliárd telefonkészülék csatlakozik a hálózathoz szerte a világon, s ehhez még hozzáadódik az a 400 millió kis mobil telefon, mely a legújabb megjelenési formája annak az igénynek, hogy ezzel az egyre növekvő számú közösséggel néhány egyszerű gombnyomással kapcsolatba kerülhessünk. Földrajzi méreteit tekintve is a legnagyobb ez a rendszer, hiszen az egész földgolyót behálózza, s ez annak ellenére is igaz, hogy tudjuk: a ma élő emberiség közel felének még sohasem volt módja használni ezt a számunkra már nélkülözhetetlen eszközt. Eséllyel indulhatna azonban a legnagyobb találmány címért is, hiszen a gőzgéphez hasonlóan megnyitott egy új korszakot a fejlődésben: az egész világra kiterjedő hálózatával eltüntette a távolságot emberek és népek között s lehetőséget teremtett a hálózatra csatlakozó társadalom, a networking society létrejöttéhez.

A telefon történelmi léptékekkel mérve fiatal találmány, éppen jövőre lesz 125 éves, a szervezett társadalmaknak azonban már jóval korábban megszületett a maga távközlési igénye. A most induló sorozat áttekintést ad a korabeli távközlési módszerekről, eszközökről, bemutatja a telefon megszületésének regényes fordulatait, végül pedig kísérletet tesz a jövő felvázolására.

### **1. A fáklyajelek évezrede**

A hírek, információk nagyobb távolságra továbbításának egy módja talán még az emberi beszéd kialakulását is megelőzte, hiszen legrimitívebb formáját már az ősember is használta. A füstjelek, a faragott csontsípok, a keretre feszített bőr ütögetése már alkalmas volt arra, hogy veszély közeledtét vagy éppen a nagy fogás lehetőségét jelezze a törzs többi, távolabb lévő tagja részére. Ezt persze a mai értelemben nem nevezhetjük távközlésnek, mégis magán viseli a mai korszerű távközlés egyes jegyeit. Mivel a legegyszerűbb csontsíp vagy a bőrdob csak egyféle hangot adott, bizonyos ritmusmintákat kellett rendelni a jelzendő eseményekhez. Három lassú ütés és hosszú szünet - mammutnyomra bukkantam, hat rövid ütés és hosszú szünet - térjetek vissza, zsákmány van, sok-sok rövid ütés szünet nélkül - veszély van, meneküljetek stb. Mai szóval azt mondhatjuk, kódolt jelekkel dolgozott az ősember, így terjesztette ki az egyszerű eszköz kommunikációs készségét.

Ugyancsak bevált módszer volt a futár vagy hírnök útján való hírtovábbítás, melynek ha nem is a legrégebbi, de minden bizonnyal legismertebb példája a marathoni csatához kapcsolódó legenda, mely szerint amikor i.e. 490-ben az athéni seregek Marathonnál vereséget mértek a túlerőben lévő perzsa seregre, akkor a perzsa hajóhad Athén ellen indult, hogy még a győztes hadsereg visszaérkezése előtt elfoglalja a védtelen várost. Telefon még nem lévén, egyetlen megoldás maradt: egy hírvívő (a legtöbb forrás szerint Pheidippidész) futva tette meg a 39 km körüli távot, hogy a győzelem hírének megvitele mellett

---

\* Megjelent az „Élet és Irodalom”-ban cikksorozatként (XLIV évf. (2000), 19-28. szám), Stephanus álnéven

figyelmeztesse az athéniakat a perzsa seregek közeledtére. A legenda szerint Pheidippidész az üzenet átadása után holtan rogyott össze. Hogy a legenda igaz vagy sem, talán már sosem fog kiderülni, mindenesetre Hérodotosz könyvében az áll, hogy Pheidippidész még a marathoni csata előtt futott el Spartába támogatást kérni a perzsák ellen. Ez a távolság bizony jóval nagyobb, mint a marathoni táv, 200 km felett van.

Egyes feljegyzések szerint a hírvivői hálózat már az ókori Egyiptomban is működött I. Sesostris (i.e. 1971-1928) alatt és Babilóniában Hammurápi (i.e. 1792-1750) is hírvivők segítségével szerzett érvényt híres törvénykönyvének. A gyors lábú futárok a Larsza és Babilon közötti távolságot - éjjel-nappal vágatva és egymást váltva - két nap alatt tették meg. Babilóniában a rendszer tartósan ki is épült, még a Bibliában is találunk rá utalást Jeremiás könyvében:

„Futár futár elé fut, és hírmondó a hírmondó elé, hogy megjelentse a babiloni királynak, hogy bevétellett az ő városa mindenfelülről.” Jer. 51.31 (Károli G. ford)

A babiloni hírvivő hálózat hosszú működése alatt sok tapasztalat gyűlt össze, nem is meglepő tehát, hogy tőlük származnak azok a megoldások, melyek az alkalmi futárkapcsolatot állandó, megbízható szolgáltatássá alakították át. Az egyik újdonság, hogy kiépítették az utak mentén a váltóállomásokat, melyek egyben arra is szolgáltak, hogy védelmet nyújtsanak az egyre gyakoribb beduin támadások ellen, míg a másik újdonság, hogy fáklyákkal látták el az állomásokat, s ezek segítségével egyszerű figyelmeztetőjeleket tudtak végigküldeni az útvonalon hírvivő igénybevétele nélkül, igen nagy sebességgel. Ha csak kiegészítő szerepben is, de megszületett tehát a fáklyás üzenet továbbítás gondolata, melyet már a mai szóhasználat is távközlésnek nevezhetünk. A futárok útján történő hírtovábbítás persze még hosszú ideig fennmaradt, s túlélte a korszerűbb távközlő készülékek megjelenését is. Amerikában pl. még 1860. április és 1861. október között is működött ilyen szolgáltatás, Pony Express néven. Az üzeneteket lovasok továbbították, egy lovas 150 km-t tett meg, 15 km-ként váltva a lovakat. A futárokra bízott üzenetek a Missouri és Kalifornia közötti 3200 km-es távot 10 nap alatt tették meg.

Arra persze nem csak Babilóniában jöttek rá, hogy a fény sokkal gyorsabban terjed, mint ahogy egy futó vagy egy lovas tudja vinni a híreket. Arra, hogy már több ezer évvel ezelőtt alkalmazták hírek továbbítására a jelzőtüzeket, szép példát találhatunk az ókori görög drámaíró, Ajszkülosz Agamemnon című drámájában, ahol a szerző részletesen leírja, miképp üzent a görög sereg vezére, Agamemnon a trójai háború alatt feleségének, Klütaimnéstrának. Mint a dráma szövegéből kiderül, a Trója mellett magasodó, 1774 méter magas Ida hegyéről kiindulva több, mint 600 kilométer hosszan épült ki az a lánc, melyen keresztül egyetlen éjszaka eljutott a hír a 2000 méter magas Athoson, a Kithairon és Mükénén át Argosz városába: Trója elesett, a háborúnak vége. Ajszkülosz persze jó hatszáz évvel azután írta meg drámáját, hogy - valószínűleg i.e. 1184-ben - Trója elesett, azonban a leírtak alapján több kutató is megvizsgálta a megjelölt helyeket és megállapította, hogy a lánc ezeknek a pontoknak a felhasználásával valóban működőképes, az állomások láthatták egymást. A görög posta ezen felbuzdulva a hatvanas években a gyakorlatban is működésbe hozta a láncot és sok-sok ember élhette át újra, ahogy a hat-nyolc méter magas máglyák - melyek között a legkisebb távolság 25 km, a legnagyobb pedig 177 km - egymás után fellángoltak, gyakorlatban is megerősítve Ajszkülosz sorait.

Ez a jelzőlánc - hasonlóan a babilóniaihoz - csak arra volt képes, hogy előre megbeszélt esemény bekövetkeztét jelezze, arra nem volt alkalmas, hogy bármilyen váratlan hírt lehessen közölni rajta. A kiépített jelzőlánc fenntartása azonban nem volt olcsó dolog,

hiszen állandóan figyelni kellett a szomszédos állomást, amire csak megbízható katonák voltak alkalmasak. Őket viszont az ellátás mellett jól meg is kellett fizetni. Nem csoda tehát, hogy újabb és újabb próbálkozások igyekeztek a kiépített láncot sokoldalúan használhatóvá tenni.

Az egyik figyelemre méltó megoldást egy görög katonai stratégá, az i.e. 350 körül élt Aineiasz írta le Az ostromlás művészete című könyvében. Sajnos, a könyvnek csak egy része maradt ránk, így nem is ismernénk a gondolatot, de szerencsére a 200-112-ig élt történétíró, Polübiosz még olvasta a könyvet és megtetszett neki a gondolat. Aineiasz vízítávíróját - talán ez rá a legcélszerűbb szó - tehát Polübiosz leírása alapján ismertetem.

A vízítávíró működéséhez az szükséges, hogy az üzenet küldőjének és a fogadójának pontosan egyforma berendezése legyen. A berendezés nem más, mint egy edény, melynek az alján kis csap található. Az edényhez tartozik egy dugó, amelyik valamivel kisebb, mint az edény szája, a dugóba pedig egy, az edény magasságával megegyező hosszúságú pálca van beleszúrva. A pálcán három centiméterenként rovátkák vannak és minden rovátka fölé egy üzenet van írva, mint pl.: lovasságot kérek, gyalogságot kérek, nehézgyalogságot kérek stb. A jelzőlánc ezeket az üzeneteket tudja átvinni a következőképpen.

Az edényt elzárt csap mellett teljesen megtöltik vízzel, majd a tetejére helyezik a dugót, benne a függőlegesen álló pálcával. Ha az adó oldal üzeni akar valamit, kezelője felemel egy égő fáklyát. A túoldal - észrevéve, hogy adás következik - szintén felemel egy fáklyát és készenlétbe helyezkedik. Az adóoldalon a fáklyát tartó katona erre leereszti a fáklyát és ezzel egy időben megnyitja az edény alján a csapocskát. A víz lassan elkezd kifolyni az edényből és a vízszinttel együtt a dugó is süllyedni kezd. A túoldalón készenlétben álló katona szintén megnyitja a csapocskát, s mivel a két edény egyforma, a vízszint ugyanúgy süllyed mindkét állomáson. Ezzel együtt azonban a pálca is süllyed lefelé, s az edény szája felett mindig másik felirat jelenik meg. Ha mármost az adó oldalon az a felirat kerül az edény szájához, amit el szeretnénk küldeni, akkor az adó oldalon felemeli a fáklyát a katona és elzárja a csapot. A vevőoldalon szintén elzárja a csapot a távíró kezelője és leolvassa az üzenetet az edény szája felett a pálcáról.

Hát ez a megoldás türelmet igényel, az biztos, ráadásul minden egyes üzenet után újra fel kell tölteni vízzel az edényt, hogy újra üzemkész legyen, de ha belegondolunk, tökéletesen utánozza a megoldás a mai szinkron rendszerek tulajdonságait. A fáklyák itt közvetlenül nem vesznek részt a tényleges információ átvitelében, hanem csak jelzési szerepkört látnak el. Megteremtik viszont a szinkront a két edény között és ezzel biztosítják az információ átvitelét. Ha Aineiasz ma állna elő gondolatával, megoldását bizonyára fáklya protokollnak neveznénk.

Ugyancsak Polübiosz leírásából ismerjük Kleoxenész és Demoklitosz fáklyatávíróját, melynek segítségével már a görög ábécé betűit lehetett továbbítani öt fáklya segítségével. A megoldás egyszerű és szellemes: a 24 betűs görög ábécét öt részre - ahogy Polübiosz nevezi, öt táblára - osztották úgy, hogy mindegyik táblában öt betű legyen (kivéve az utolsó részt, ott csak négy betű található). Ezek után egy betű meghatározható két, ötnél nem nagyobb számmal: az első szám jelzi, hogy a küldendő betű hányadik táblában van, a második számjegy pedig azt, hogy a jelzett táblán belül hányadik. A betű átküldéséhez előbb a tábla sorszámát jelzik a következő állomás felé, majd - miután az állomás kezelői ugyanannyi fáklyát felemelnek, jelezve, hogy látták az üzenetet - következőként annyi fáklyát emelnek fel, ahányadik a küldendő betű a táblán belül. Ezzel az algoritmussal már tetszőleges szavakat, mondatokat lehet továbbítani a láncon, kellő gyakorlat után viszonylag elfogadható idő alatt, feltéve persze, hogy az időjárás nem akadályozta meg a kommunikációt.

A fáklyatávírónak ez a használati módja részint egyszerűsége, részint univerzalitása miatt nagyon elterjedt. Polübiosz leírásából kiderül, hogy ezt a módszert használták a rómaiak Karthágó ostrománál, sőt maga Polübiosz változtatott a módszeren annak érdekében, hogy

három fáklya is elég legyen a távjelzéshez. A cél természetesen nem az állami fáklyák megtakarítása, hanem a kezelő személyzet csökkentése volt. Ezen a módon volt később közvetlen kapcsolat Róma és Jeruzsálem között is, a fáklyatávíron érkezett a hír a római szenátushoz i.sz. 70-ben, hogy Titusz elfoglalta Jeruzsálemet. A leghosszabb folyamatosan működő jelzővonalat az arab kalifátus üzemeltette, ez a mai Spanyolország területén található Kordovát kötötte össze Észak-Afrikán keresztül Bagdaddal. Érthető, hogy a hírek gyors továbbítása éppen a nagy birodalmak számára volt fontos, hiszen gyors információk híján a központtól távoli részek hamarabb élni tudnak a kényszerű önállósággal.

## 2. Az optikai távjelzők és a távíró kora

A fáklyák és őrtüzek segítségével létrehozott kezdetleges távközlő megoldások nagyon hosszú időn keresztül egyeduralmuk voltak. Rendszeresen történtek azonban kísérletek más optikai alapú megoldásokkal is. Az egyik érdekes próbálkozás a Nap fényének tükrözésével történő üzenettovábbítás, a *heliográf* használata volt. Már Xenophon *Hellenica* című művében találkozhatunk olyan leírással, mely szerint a görög hajósok egymással és a part menti erődökkel ilyen módon tartották a kapcsolatot. A módszernek természetesen komoly korlátai vannak, hiszen csak erős napfényben használható, s ekkor is csak egyezményes jelek továbbítására alkalmas. Hogy mégis megemlítem a megoldást, ahhoz egy olyan - a legtöbb külföldi technikatörténeti dokumentumban is megemlített - történet adja az apropót, melynek magyar vonatkozásai is vannak. A történet Khevenhüller 1720-ban írt, a Habsburg-ház történetéről szóló művében lelhető fel, s bár valóságtartalmára más bizonyíték nincsen, jól példázzák a heliográf használatát.

A történet 1598. március 28-án játszódik, helyszíne pedig Győr vára, mely az egyik legfontosabb erődítménye volt a Kisalföld védelmi rendszerének. A várat 1594-ben bevették a török seregek s onnantól kezdve a török birodalom előretolt helyőrségeként működött, hatékonyan védve a török birodalmat az osztrák-magyar támadások ellen. Visszafoglalása igen fontos lett volna a császári seregeknek, azonban a hosszú, nagy veszteségekkel járó ostromra nem vállalkoztak. A március 28-i éjszakán azonban Pálffy Miklós generális csapatai - néhány töröknek öltözött magyar huszár segítségével - elvonták a várvédő törökök figyelmét és berobbantva a vár Fehérvári-kapuját, mielőtt a törökök magukhoz tértek volna, visszafoglalták az erődítményt.

A nagy siker hírével még éjjel elindult egy osztrák futártiszt, név szerint Böheim Hans Christoph Prága felé, hogy tudassa II. Rudolfkal a történetet. Az ötszáz kilométeres út a tavasz áradások miatt még lóháton is több napig tartott, a futártiszt azonban mindent megtett annak érdekében, hogy mihamarabb megjelenhesse a jó hírt császáranak. Megérkezésekor rögtön Rudolf elé vitték, aki még azelőtt, hogy a futártiszt bármit mondhatott volna, gratulált a vár visszaszerzéséhez. Szerencsétlen futártiszt el nem tudta képzelni, ki lehetett az, aki gyorsabban ért Prágába, mint ő. Később aztán kiderült, Rudolf már március 28-án reggel mindent tudott a győri vár visszafoglalásáról.

Khevenhüller leírása szerint a csillagászatot és a tudományokat különösen kedvelő II. Rudolf rendszeresen találkozott a Prágába érkező asztrológusokkal, alkimistákkal és más ezermesterekkel. A fényvetítő tükrök használatát egy angol tudóstól tanulta el, s a győri vár visszafoglalására tett előkészületek részeként hozatott létre egy híradó vonalat Győr és Prága között. Az éjjeli támadás sikerének a heliografálásához azonban nem is kellett megvárni a reggelt, ugyanis a telihold fénye is elegendő volt a hír továbbításához. Így történhetett, hogy II. Rudolf már a futártiszt elindulásakor tudta a jó hírt.

A történet igazságtartalmát egyetlen dolog kérdőjelezheti meg: valóban telihold volt-e 1598. március 28-án. Nos, ezt Khevenhüllernek nem lett volna egyszerű kiszámolnia, ma azonban elég egy csillagászati programot betenni a számítógépbe és máris kiderül: a kérdéses időpont a telihold utáni második éjszaka volt, fénye tehát alkalmas volt az üzenet továbbítására.

A távközlés megvalósítására még nagyon hosszú ideig csak az optikai jelzőrendszerek álltak rendelkezésre, mégis majd két évszázadot kellett várni II. Rudolf szellemes játéka után arra, hogy komolyabb távjelző rendszer készüljön a világon. A találmány megszületéséhez lépünk előre egészen 1789-ig, a francia forradalomig. A sok változást hozó forradalomban az 1763-ban született Claude Chappe ígéretes egyházi karrierje félbeszakadt és kénytelen volt

munkanélkülüként visszamenni szülőfalujába, Brulonba. Két másik testvére hasonlóan járt, s hárman együtt igyekeztek valami megélhetési forrást keresni. Mivel akkortájt több francia hadihajó is heliográfok segítségével menekült meg az angol flotta elől, a hadügyminisztérium komolyan támogatta az optikai távjelzők fejlesztésén munkálkodókat. Ez adta a gondolatot, hogy Claude Chappe és két testvére is ezzel a témával kezdjen el foglalkozni. Csatlakozott hozzájuk Abraham-Louis Bréguet, a híres órásmester és műszerkészítő is. Munkájukat hamar siker koronázta, s 1791 márciusában már bemutatták az ingás szinkron rendszerű távjelzőjüket.

A bonyolult név egyszerű ötletet takar. A megoldás kulcsa két azonos ingaóra, melyek számlapja helyén egy tíz részre osztott körlap állt a tíz számjeggyel. Az órának csak egy mutatója volt, mely lassan körbe járt. Az egyik szerkezet az egyik helyszínen, míg a másik kilométerekkel odébb, a másik helyszínen működött, azonban a két mutató egyszerre, azaz szinkronban mozgott rajtuk, mindkettő ugyanazt mutatta. Az algoritmus egyszerű volt: az egyes üzeneteket vagy akár az abécé betűit kétjegyű számokkal látták el, s ezeket a kétjegyű számokat küldték el a távjelző segítségével oly módon, hogy amikor a mutató éppen a megfelelő számjegyre ért, egy hang- vagy fényjelzést küldtek a másik állomásra. A kezelő leolvasta a megfelelő számjegyet, majd ugyanilyen módon várta a kétjegyű szám második jegyét. Amikor az is megérkezett, a táblázatban megkereste, hogy milyen üzenet vagy betű érkezett. A *tachygraph*-nak (gyorsírónak) nevezett berendezéssel azonban Chappe nem volt igazán elégedett, bár az első kísérletek biztatóak voltak. A fő problémát a két helyszín közötti szinkronizáció jelentette (vegyük észre, hogy a megoldás mennyire hasonlít elvében a víztávíró elvéhez).

A három testvér igen hamar módosított elképzeléseit, s mire a döntések a Konvent alá kerültek, már el is készültek az újabb berendezéssel, a szemaforos távjelzővel. 1793 áprilisában a Konvent - felismerve a berendezés jelentőségét a szomszédos országokkal folytatott háborúban - rendkívül gyorsan döntött a szemaforos távjelző kipróbálása mellett. Júliusban már 26 kilométeres szakaszon mutatkozott be az első három állomás, s a sikeres bemutató után 1794-ben Párizs és Lille között már meg is kezdte működését az első 225 kilométeres szakasz. Az eleinte húsz közvetítő állomásból álló vonal még abban az évben augusztus 30-án (avagy a forradalmi naptár szerint II. év Fructidor 9-én) diadalmas hírt továbbított a Konvent felé. A szöveg "Csapataink ma délben felszabadították Condé városát" nem egészen háromnegyed óra alatt érkezett meg az optikai távjelző láncon.

A Chappe-féle távíró - amit már maga is *télégraphe* néven illetett - őrházak sorozatából állott. Minden egyes őrház tetején egy magasba emelkedő árbocrúdra 3-5 méter hosszú mozgatható kart szereltek fel, s ennek mindkét végéhez két méter hosszú, szintén mozgatható szárny kapcsolódott. A kar és a szárnyak is rácsos szerkezetűek voltak, hogy szél ne tudja megrongálni a berendezéseket. A jelzőelemeket az őrházból lehetett mozgatni két fogantyú segítségével. A távírász munkáját egy, az asztalon álló fémmodell segítette, melynek karjai pontosan ugyanúgy mozogtak, mint az őrház tetején az üzenetet továbbító szárnyak. A fogantyúk a közvetítő rudazat segítségével a középső kart négy különböző állásba, míg a szárnyakat hét-hét különböző állásba tudták állítani. Így a szemaforral összesen 196 különböző jelzést lehetett küldeni. A nagy mennyiségű kombináció az abécé kis- és nagybetűinek a továbbításán kívül arra is lehetőséget adott, hogy a gyakrabban használt szavakat külön jellel jelöljék. Ez sokat gyorsított az üzenetek átküldési sebességén. Az őrházakat úgy helyezték el, hogy a távírászok távcső segítségével jól lássák a szomszédos torony jelzéseit. A leolvasott jelzést a távírász néhány pillanat alatt beállította a saját jelzőberendezésén a fogantyúk segítségével, majd várta a következő jelzést.

A távíró előnyeit felismerve egymás után létesültek az újabb és újabb távíró vonalak. A hasznos eszköz túlélte a köztársaság bukását is, hiszen Napóleonnak ugyanúgy szüksége

volt a gyors hírláncra, mint a Konventnek. 1805-ben - Claude Chappe halálának évében - már 2000 kilométernyi volt a hálózat hossza. 1852-ben pedig már 556 őrház segítségével 4800 kilométert tett ki a teljes hálózat hossza, mely a 29 legnagyobb várost kötötte össze Párizssal. Ekkorra már nem csak az államigazgatás használta a távívóvonalakat, hanem a kereskedelmi, üzleti információk egy része is a távírásokra lett bízva. A kihasználtság így igen magas lett, a távírások a legtöbb vonalon egész nap serényen dolgoztak, nem kellett tétlenül várakozni a következő üzenetre. Maguk a távírások nem ismerték a jelkulcsot, így nem is tudták, milyen üzeneteket továbbítanak, azonban hamar kiderült, van, akiknek érdekében áll, hogy az üzenetek tartalmat váltsanak út közben. Különösen a tőzsdei információk esetén fordult elő, hogy a távírásokat a kódokat ismerők megkörtözték, ne az adott jelet küldjék tovább, hanem helyette másikat. Ha máshonnan nem, akkor Alexander Dumas "Monte Christo grófja" című regényéből jól tudjuk, mennyit megért egy-egy esetben valaki számára, ha más jelek mentek tovább a vonalon, mint amiknek kellett volna.

Nem sokkal Chappe találmánya után Svédországban Abraham Niclas Edelcrantz is kidolgozott egy optikai távjelzőt, melyet IV. Gusztáv Adolf tizennegyedik születésnapján, 1794. november elsején mutatott be. Edelcrantz a redőnyös megoldás mellett döntött, ahol több egymás mellett álló szekrény elején a redőnyt fel illetve le lehet húzni. Nappal a redőny elütő színe, éjjel pedig a mögötte lévő világító lámpa fénye illetve takarása jelenti az információt. Edelcrantz tíz szekrényt használt távírójához, mely így 1024 különböző információ továbbítására volt képes néhány másodperc alatt. Azt is kidolgozta, hogyan lehet már a következő jelzés beállítását előkészíteni, míg a szomszéd állomás még a beállított jelet olvassa le. A váltáshoz már csak egy lábpedált kellett megnyomni és az ellensúllyal ellátott redőnyök átálltak az új kombinációra. Ezzel a rendszerrel igen hatékonyan lehetett az üzeneteket továbbítani. Az első vonal 1795 július 28-án kezdte meg működését a stockholmi Katarina templom és a vaxholmi erőd között katonai célból. 1809-ben azonban már 50 állomás működött összesen 200 kilométeres vonalhosszal.

Mielőtt az optikai távjelzők történetétől elbúcsúznánk, ejtsünk szót egy ígéretes, de végül is eredménytelen próbálkozásról. Kevesen tudják, hogy még a francia forradalom előtt egy magyar ember, Chudy József (1753-1813) is komolyan foglalkozott az optikai távívóval. A pozsonyi születésű Chudy eredendően zeneszerző, zongoraművész és karmester volt, sokáig a pozsonyi színházban dolgozott, 1793-tól pedig a Kelemen László vezette magyar társulat karmestere volt. Ő volt az első magyar opera, az idén felújított "Pikkó hertzeg és Jutka Perzsi" szerzője is, most azonban másik oldalával ismerkedünk meg.

Chudy ugyanis már 1787-ben kitalálta az Edelcrantz-féle redőnyös távívót. Találmányának lényege ugyanúgy egy szekrény volt, melynek egyik oldalán öt, azonos távolságra elhelyezkedő ablak található. Az ablakok mögött fényforrásokat helyezett el, s mindegyik ablakot redőnnyel látta el. A tolóredőnyöket fel és leeresztve összesen 32 különböző módon tudta kivilágítani az öt ablakot. Chudy ezekhez a beállításokhoz rendelte hozzá a német abécé betűit, ami harminc kombinációt foglalt el. Az öt világító ablakos kombinációt a hívójelre tartotta fent, míg az öt sötét ablak azt jelentette, számok következnek.

A találmányt Chudy már 1787-ben bemutatta Pozsonyban, majd 1792-ben lehetősége volt a porosz királynak is bemutatót tartania, aki nagy tetszéssel fogadta az elképzelést. Sajnos, mégsem valósult meg egyetlen összeköttetés sem a rendszerével, minthogy az ötletet komolyan nem karolta fel senki. Pedig marketingben nem volt hiány: 1796-ban Budán, majd Pesten is bemutatták Chudy második operáját, melynek címe "Der Telegraph oder die Fernschriebmaschine" volt.

### **3. A békacombtól a táviratkihordóig**

Bár Chudy József elképzelései, majd Chappe és Edelcrantz gyakorlatban is megvalósított távközlő rendszerei valóban alkalmasak voltak a hírek gyors továbbítására, ezeket még inkább a távjelző rendszerek közé kell sorolnunk a továbbítás módja miatt. Az igazi távíró berendezések a XIX. század szülöttei, amikor már felismerték az elektrosztatikus jelenségek alapjait. A fizika kultúrtörténetének egyik legtermékenyebb szakasza volt az ezt megelőző korszak, melyet Luigi Galvani békacomb kísérletei és Alessandro Volta cink- és rézlemezekből készített egyenáramú cellái nyitottak meg. A jelenség megismerésében hajdani fizikaóráinkról ismerősen csengő nevek - Ampère, Faraday, Oersted - működtek közre. Eközben azonban már - ahogy ma mondanánk - beindult az innovációs lánc, miképp lehetne az érdekes jelenséget távközlésre felhasználni.

Az első ilyen kísérletek egyike Le Sage genfi fizikus nevéhez fűződik. Az 1774-ben megvalósított egyszerű berendezésben 24 szigetelt huzal kötötte össze az adó és a vevő berendezést. Mindegyik huzal az abécé egy-egy betűjének felelt meg, az adóoldalon "elektromozógépek", azaz sztatikus töltést létrehozó dörzsgépek voltak, míg a vevő oldalon felfüggesztett bodzabél golyópárok lógtak minden egyes vezeték végén, melyek az elektromosság hatására kilendültek, majd a vezeték földelése után visszatértek alaphelyzetbe. Le Sage egymás után hozta működésbe az elküldendő szó betűinek megfelelő sorrendben az elektromozógépeket, a vevő oldalon pedig csak le kellett írni a kilendülő golyópárok alá írt betűket egymás mellé.

Hasonlóan érdekes megoldást dolgozott ki a Bajor Királyi Akadémia felkérésére Samuel Thomas Sömmerring, aki az elektromos áram elektrokémiai hatását használta ki a betűk vételére. Készülékében minden betűnek egy savanyú folyadékkal megtöltött üvegcső felelt meg, melyben egy-egy arany-elektroda volt. Az elektródák egy szigetelt vezetékkel csatlakoztak az adóhoz, ahol Volta-oszlopokkal működtették a készüléket. Ha az adni kívánt betű vezetékére rákapcsolták a Volta-oszlopot, az áram hatására a vételi oldalon buborékok keletkeztek a küldött betűnek megfelelő üvegcsőben. A 24 cső mellett Sömmerring egy huszonötödik csövet is beépített a rendszerbe, ez szolgált az üzenet kezdetének jelzésére, amit a német anatómus igen szellemesen oldott meg. A cső tetején egy kis emeltyűn egy fémgolyó pihent. Ha a csőre elektromos áramot kapcsoltak az adóoldalon, akkor a csőben fejlődő gáz megemelte az emeltyűt, a fémgolyó pedig egy tölcséren keresztül egy felhúzott óramű kioldóbillentyűjére esett. Az óramű erre megindult és felcsengette az esetleg éppen alvó kezelőt. A sajátos megoldás 1809-ből származik, s Sömmerring Párizsban, Bécsben és Pétervárott is bemutatta berendezését.

A két működő, de mégis sikertelen ötletet még számtalan másik követte, míg végre megszületett az első szélesebb körben alkalmazott megoldás, a Silling-féle tütávíró. Az 1786-ban született tallini Pavel Lvovics Silling egy ideig a hadseregben szolgált, majd külügyi szolgálatot látott el, s ezalatt széleskörű technikai ismeretekre tett szert. A sokat kísérletező Silling vezette be pl. az aknák távolsági robbantására használt löporos gyújtózsínór helyett az elektromos gyújtást. Utazásai során megismerte Sömmerring rendszerét is, s tudatában volt, hogy a 25 vezetékes összeköttetés okozza az ötlet gyakorlati alkalmazásának legnagyobb gátját. Éppen ezért eleve kétvezetékes megoldásban gondolkodott, s az elektromos áram mágneses hatását használta ki az átvitel során. A vevőoldalon egy tekercs fölé olyan mágneses túpárt helyezett el egy tengelyen, ahol a két mágneses tű ellenkező pólusaival volt egymáshoz erősítve. Ez a megoldás biztosította, hogy a túpár ne legyen érzékeny a Föld mágneses terére, viszont könnyen elmozduljon, ha a tekercsben áram folyik. A túpár tengelyére egy néhány centiméter átmérőjű korongot is rögzített függőleges helyzetben, melynek egyik oldala fehér, a



másik fekete volt. A korong nyugalmi helyzetben élével fordul a távírász felé, ha viszont a vonalon jel érkezik, akkor a korong a jel polaritásától függően fekete vagy fehér felét fordítja a kezelő személy felé. Az egyes betűkhöz Silling kódsorozatot rendelt, s az adó oldalon billentyűket alkalmazott a kódsorozatok automatikus leadására.

Silling távírójának gyakorlati alkalmazására Miklós cár bizottságot nevezett ki, de ennek ellenére is megszületett a Moszkva-Szentpétervár távíró vonal. A találmány azonban Angliában folytatta pályafutását, miután egy angol egyetemista, William Cook megismerte Silling távíróját és Charles Wheatstone segítségével szintén kidolgoztak egy tütávírót a vasút számára. Találmányukra 1837-ben kaptak szabadalmat és még ugyanabban az évben megszületett az első vonal Euston és Camden Town között. Később a rendszert széleskörűen kiépítették, s rendszeresen használták.

A Cook-Wheatstone távíró hamar bevonult a bűnüldözés történetébe is, amivel persze nagy népszerűsége tett szert. Az eset 1845-ben történt, amikor is egy Slough nevű faluban egy ismeretlen férfi meggyilkolt egy asszonyt, majd a szemtanúk szerint zsákmányával a London felé induló vonattal elmenekült. Arra persze nem számított, hogy személyleírása a távíró segítségével már jóval a vonat megérkezése előtt Londonba jutott, s mire a vonat megérkezett, a nyomozók már felkészülten várták a pályaudvaron. Felismerve a gyanúsítottat, szállodájáig követték, majd szobájában letartóztatták. A kor legújabb vívmányával, a vasúttal menekülő gyilkos meglepetésében mindent bevallott, s utána hosszan gondolkodhatott azon, mi lehet az a szerkezet, ami még az ördögi gőzmasinánál is gyorsabban tud közlekedni.

A távíró használatának előnyei egyre nyilvánvalóbbá váltak, azonban ezek a berendezések még nem írták, csak továbbították a szavakat. Érdekes, hogy ennek az álomnak a megvalósítása éppen egy festőművésznek adatott meg.

A festőművész nem más, mint Samuel Finley Breeze Morse (legalább egyszer lássuk a teljes nevét), aki 1791-ben látta meg a napvilágot a Massachusetts állambeli Charlestownban. Morse komoly festőművészi karrier előtt állt, tanulmányai végeztével 1811-től 1815-ig Angliában élt, s 1813-ban már a Királyi Akadémián is kiállíthatta képeit. Amerikába 1832-ben tért vissza, mint a New York városi egyetem leendő festészeti és szobrászati professzora. Az elektromágnesesség fogalmával és egyszerűbb alkalmazásaival ezen a hajóúton ismerkedett meg és ez végzetes hatással volt további festészeti karrierjére - miközben a távközlés nagyot nyert vele. Megrendelt történelmi festményét sem fejezte be, inkább visszafizette az előleget, hogy az elektromossággal foglalkozhasson. Morse szeme előtt ugyanis ettől kezdve az a gondolat lebegett, hogy az elektromágneset nagy távolságról is lehet működtetni és ezáltal üzeneteket továbbítani.

Az első, kezdetleges távíróval Morse 1836-ban készült el. A berendezést stílszerűen egy festővászon keretére építette fel, s utána még hosszú ideig tökéletesítette. A készülékre és a ma Morse-kód néven ismert ábécére 1837-ben nyújtotta be szabadalmát. Találmányának lényege a hajón megszületett gondolat volt, a vevő oldali elektromágnes vezérlése az adó oldalon lévő kapcsolóval. A kapcsoló egy egyszerű billentyű volt, ami lenyomáskor zárta, elengedéskor bontotta az áramkört. Ezt hívjuk ma is morzebillentyűnek. A vevőállomáson a billentyű megnyomásakor az elektromágnes egy csapágyazott emeltyűt vonzott magához, majd az impulzus megszűnésekor egy rugó az emeltyűt alaphelyzetbe hozta. Az emeltyű alatt egy papírszalag mozgott, melyet óramű továbbított. Erre a papírszalagra rögzítette a jeleket egy tintával telt edényben forgó korong. Ezzel létrejött az igazi távíró, hiszen itt a jelek már rögzítésre is kerültek.

Az első Morse-távírót persze még sokáig kellett tökéletesíteni ahhoz, hogy a gyakorlatban is használható legyen, de 1844. május 27-én Washington és Baltimore között megkezdte működését az első Morse-rendszerű távíróvonal. Nem sokkal később pedig Európa is csatlakozott a Morse-rendszerhez a Hamburg és Cuxhaven közötti vonallal.

A készüléket kezelő távírászok hamar megtanulták a Morse-ábécét, olyannyira, hogy egy idő után már az elektromágnes kopogását hallva rögtön a folyó szöveget vetették papírra. Ez a megoldás annyira elterjedt, hogy a gyártók már eleve olyan berendezést gyártottak, mely éles, hangos kopogással segítette a távírászok munkáját. A papírszalag hamarosan csak másodlagos nyugtaként szolgált a vett üzenetek utólagos reklamációja esetén. A távíróval ilyen formán már percenként 25-30 szót is továbbítani tudtak a gyakorlottabb távírászok.

A Morse-távíró kiforrott formájában igen hamar elterjedt, sorra épültek a távíróvonalak és egyre több országban vezették be a távíró, mint postai szolgáltatást. Hamar kiderült azonban, hogy a távíró nem képes a növekvő igények kiszolgálására. Nem az üzenetek sebessége volt a lassú, hanem az okozta a problémát, hogy a táviratok kézbesítéséhez a kapott szöveget a címzett által is olvasható formában le kellett írni és ez tetemes időt vett el, hiszen a távíró kezelők a nagy sebesség miatt erre nem vállalkozhattak. A változatosság kedvéért a történetbe itt egy zenetanár lép be, megerősítve azt a gyanút, hogy a távközlés és a művészetek között van valami megfelfejthetetlen vonzalom.

A zenetanár neve Davis Edvin Hughes, s 1831-ben született Londonban, de kivándorlóként már 7 éves korától Virginiában élt. Valami megfoghatatlan okból 22 éves korában otthagya zenetanári állását és Bowling-Green-be áttelepülve nekiállt kidolgozni egy olyan távíró, ami valóban leírja az érkező szöveget. Hughes ötlete - hiszi a kedves Olvasó, vagy sem - újra visszanyúl Aineiász vízítávírójának és Chappe tachygraph-jának az alapjához. Távírójának a lelke egy acélból készült kerék, melynek a peremén az abécé betűi és a számjegyek domborodnak. A függőleges síkban forgó kerék alsó része festéket tartalmazó tálkába merül, míg a kerék felett papírszalag feszül. Hughes készülékének a lényege, hogy egy elektromágnes mindig éppen akkor nyomja neki a papírszalagot a forgó keréknek, amikor a keréken éppen a továbbítandó betű néz a szalag felé. Ehhez csak az a szinkronitás kell, hogy az adó és a vevő távíróban a betűkerékek pontosan ugyanabban a helyzetben legyenek, azaz szinkronban forogjanak. Ma ezt már villamos szinkronmotorok segítségével könnyű biztosítani, de a XIX. század derekán ez még komoly nehézséget jelentett. A megoldást Hughes távírójában egy precíziós óramű és egy 50 kilogrammos (!) nehezék jelentette, mely az óramű hajtásáról gondoskodott.

Igen ügyesen alakította ki Hughes a távíró adórészét is. A készülékhez egy, az abécé betűinek megfelelő zongorabillentyűzetet szerkesztett. A mechanika a billentyű lenyomásának hatására egy, a betű pozíciójához tartozó pecket emelt meg, s amikor a betűkerék kiálló karja a pecekhez ért, kiadta a vonalra az impulzust, de egyben a pecket is visszalökte alaphelyzetbe. Az impulzus nem csak a vonalra, hanem a feladó távírójára is eljutott, így a feladott üzenetnek a vonal mindkét végén írásos nyoma marad.

A betűnyomó távíró Hughes 1854-ben szabadalmaztatta, s a finommechanikai remekmű nem sokkal utána eljutott arra a fokra, hogy a gyakorlatban is használni lehetett. Az új berendezéssel a távírászok elérték a percenkénti 55-60 szavas sebességet, de ami sokkal fontosabb volt, hogy a táviratot nem kellett kézzel leírni, hanem elegendő volt a kinyomtatott szalagot feldarabolni és ráragasztani az erre a célra készült távirati űrlapra. A táviratkihordó aztán ezt vitte el a címzettnek.

Ez a találmány igen hosszú ideig központi szerepet játszott a távközlésben, még az első világháborúban is a Hughes-távíró volt a legfontosabb felszerelése a híradó alakulatoknak. A hírek már igen gyorsan és igen messze tudtak eljutni a segítségével. Az emberek azonban akkor már többet akartak: a távolba beszélni.

#### **4. Megszületik a messzeszóló**

A beszéd nagyobb távolságra való átvitelére is történtek kísérletek az elektromosság jelenségének a felismerése előtt, ezek azonban csak korlátozott hatókörre terjedtek ki, minthogy a hanghullámok rezgéseinek távolabbra juttatását tették csak lehetővé. A római birodalom fénykorában például a városfalakba egészen hosszú ólomcsöveket építettek be, s ezen keresztül tudtak egymással beszélni a fal örei. 1579-ben Giacomo Della Porta olasz építész újfent ezt a módszert javasolja nagyobb épületek, paloták "helyi távközlésének" az ellátására, de pl. hajókon még ebben a században is ez volt a bevált megoldás a parancsnoki híd és a gépház közötti kommunikációban.

A beszéd terjedésének fő ismérveit Robert Hook angol fizikus tanulmányozta behatóan. A ma gyerekek által használt "zsinogtelevíziót" 1667-ben a londoni akadémia, a Royal Society előadótermében mutatta be az akkori professzoroknak. A zsinogtelevízió lényege, hogy ha két rugalmas hártát kifeszített zsinórral kötünk össze és a hártya elé tartott tölcserbe belebeszélünk, akkor a hanghullámokat a hártya átadja a zsinórnak, s a beszédnek megfelelő hullámlökések haladó hullámok formájában az egészen messzire - akár egy-két kilométerre - lévő másik hártáig eljutnak és ott hallható hangként szólalnak meg. Természetesen a megoldás aligha alkalmazható nagyobb távolságokra, azonban jól demonstrálja, hogyan alakítható át a beszéd hullámokká és viszont.

Természetesen igazi távolsági beszédátvitelt csak az elektromágneses jelenségek megismerése után lehetett megvalósítani. Christian Oersted dán fizikus 1820-ban fedezte fel az elektromágnesesség jelenségét, s a koppenhágai egyetem osztálytermében demonstrálta, hogy az árammal átjárt vezető körül a tájoló mágnesűje kilendül, azaz mágneses tér keletkezik. Egy évvel később, 1831-ben Michael Faraday angol fizikus már megfordította a kísérletet és bebizonyította, hogy a mágneses tér változása áramot indukál a mágneses térben lévő vezetőben. 1831-ben megfogalmazta az elektromágneses indukció törvényét, s ezzel - ma már tudjuk - minden együtt állt ahhoz, hogy valaki végre feltalálja a "messzeszólót", mai nevén a televíziót. Ez azonban akkor mégsem történt meg. Ki tudja miért, de a kísérleti fizika eredményei oly mértékben lekötötték a gondolkodókat, hogy még hosszú ideig senki nem indult el ezen az úton.

Egészen 1854-ig nem történt említésre méltó esemény, amikor egy belga származású francia mérnök és feltaláló, Charles Bourseul megjelentetett egy cikket a "L'illustration de Paris" hasábjain, melyben a hangátvitel megoldásáról értekezett. Elképzelése az volt, hogy a villamos távíró működéséhez hasonlóan a hangrezgések is átvihetők a távíró vonalon, ha a vonal szaggatása a hangrezgések ütemében történik. Cikkében egy kerek membránról írt, melyre ha rábeszélnek, rezgése egy áramkört szakít meg és zár újra a hanghullámoknak megfelelően. Bourseul azonban nem építette meg készülékét és a gondolatmenetet sem fejlesztette tovább a későbbiekben.

Bourseul javaslatát 1861-ben a német Phillip Reiss valósította meg. Reiss egy könnyű hártára - a korabeli leírások szerint állati dobhártára - fémlapot ragasztott, s ezt úgy helyezte el, hogy egy kis fémtű hegye könnyedén érintse a fémlapot. A galvánelem egyik sarkát a tűhöz, a másikat pedig a vonalon keresztül a vevőkészülékhez csatlakoztatta. A vonal másik érpárját, a visszavezetést a fémlaphoz kötötte. A vevőkészülék egy elektromágnes volt, amely az adóoldali áramkör szaggatásának megfelelően hol magához vonzott, hol pedig elengedett egy rugalmas acéllemezt. Reiss abban reménykedett, hogy ha az adóoldalon rábeszél a membránra, akkor az a rezgés ritmusában szaggatja az áramkört, s a vevő oldalon lévő elektromágnes ugyanilyen ritmusban rezgeti a vevőoldali membránt. Reiss készüléke a különböző magasságú zenei hangokat jól-rosszul át is vitte, azonban a beszéd átvitelére

teljesen alkalmatlan volt. Sokan mégis úgy vélik, hogy a telefon feltalálója Phillip Reiss, csak készüléke tökéletlen volt, azonban ez alapvető tévedés. A Bourseul által leírt és Reiss által kivitelezett berendezés elvileg sem lehet alkalmas beszéd átvitelére, hiszen egy időpillanatban csak egyetlen frekvenciát visz át. A beszéd viszont sok frekvencia keveréke, amit ezzel a technikával lehetetlenség továbbítani. Reiss találmánya tehát nem azért nem működött, mert tökéletlen volt, hanem azért, mert az elképzelés elvileg volt hibás.

Nem csoda, hogy Reiss próbálkozásait a távíró elve határozta meg, hiszen mindenki ezzel a találmánnyal volt elfoglalva. 1866-ban sikerült lefektetni Európa és Amerika között az első transzkontinentális kábelt és ez újabb lökést adott a távíró növekvő sikerének. Állandóan kevés volt a rendelkezésre álló összeköttetés, ezért tehát sokan kísérleteztek azzal, hogyan lehetne egyetlen érpáron egyszerre több távírot üzemeltetni.

Ezen a problémán dolgozott 1873-ban szabadidejében egy skót származású fiatalember Bostonban, akit Alexander Graham Bellnek hívtak. A 26 éves, sok minden iránt érdeklődő Bell napközben egy bostoni süketnéma iskolában tanította az emberi szót sosem hallott gyerekeket beszélni, de estéit, éjszakáit a távíró tökéletesítésével töltötte. Bell 1847-ben Edinburgh-ban született, s bár hárman voltak testvérek, nővére is, öccse is nagyon korán meghalt tüdőbajban. Valószínűleg ez is közrejátszott abban, hogy a család 1870-ben kivándorolt Kanadába. Ezzel Bell egyetemi tanulmányai is félbeszakadtak, érdeklődése azonban töretlenül megmaradt minden újdonság iránt. Hogy mégis egy süketnéma iskolában tanított, az sem volt véletlen. Bell családjában a férfiak több generációra visszamenően beszédtanárok voltak, szónokokat képeztek vagy éppen beszédhibák korrigálásával foglalkoztak. Bell apja kidolgozott egy jel-ábécét, a "látható beszéd"-et, melynél a két kéz azt mutatta, hogyan kell az illető betűt kiejteni, milyen alakot kell felvennie a szájnak és hogyan kell elhelyezkednie a nyelvnek. Fiától, Belltől is elvárta, hogy ezt a foglalkozást válassza. Ennek köszönhetően viszont Bell komoly ismeretekkel és tapasztalatokkal rendelkezett a hangképzés és az akusztika területén, aminek később nagy hasznát vette.

Bell tehát nappal tanított, esténként viszont technikai érdekességekkel, elsősorban az elektromosság és a zenei hangok kapcsolatával foglalkozott. Hermann Helmholtz német tudós kutatásai alapján arra keresett megoldást, hogyan lehetne egy távíró vonalon több üzenetet küldeni oly módon, hogy mindegyik távíró más hangmagasságon dolgozik, s így a vevő oldalon lévő rezgőnyelvek csak a saját hangmagasságukon küldött jelre reagálnak. Ahogy a "hangtávíró" munkálatai haladtak előre, úgy Bell egyre inkább éjszaka dolgozott, már csak azért is, hogy a találmányt elzárja a túl kíváncsi szemek elől.

Időközben a fiatal tanár egyre erősebb érzelmi szálakkal kezdett kötődni egyik tanítványa, Mabel Hubbard iránt. A 16 éves lánynak erről nem szólt ugyan semmit, de egyre gyakrabban fordult meg Hubbardék házában, ahol mindig kellemes, baráti légkör fogadta. Ráadásul Mabel apja, Gardiner Hubbard, aki igen jómódú üzletember volt, komolyan érdeklődött a távíró továbbfejlesztése iránt, főként ami annak a kereskedelmi oldalát illette. Azt is pontosan tudta, hogy az olyan cégekkel, mint a Western Union, csak úgy lehet felvenni a versenyt, ha a versenytárs valami új és valóban gazdaságos megoldással tud előrukkolni. Mikor tehát Hubbard meghallotta a "hangtávíró" gondolatát, rögtön támogatni kezdte Bell próbálkozásait. Rávette Bell egy másik tanítványának apját, Thomas Sanderst is arra, hogy járuljon hozzá a hangtávíró fejlesztéséhez. A kettős támogatás lehetővé tette Bell számára, hogy saját műhelyt hozzon létre kísérleteihez, sőt egy igen megbízható és az elektrotechnikában járatos asszisztentst is tudott foglalkoztatni Thomas Watson személyében.

Szükség is volt a segítségre, mert híre járt, hogy a Western Electric jőnévű elektromérnöke, Elisha Gray valami hasonló találmányon dolgozik. 1874 végén fej-fej mellett haladtak a távíró továbbfejlesztése terén, s félő volt, hogy a sokkal tapasztaltabb Gray, aki ráadásul jobb anyagi háttérrel is rendelkezett, előbb lesz kész a megoldással. Ráadásul azt is

rebesgették, hogy a Western Union által támogatott Thomas Alva Edison is a távíró tökéletesítésébe kezdett. Természetesen mindkét feltalálónak jobbak voltak a körülményei, mint Bellnek, azonban Gray nem rendelkezett tapasztalatokkal a hanghullámok viselkedésében, Edison pedig annyi mindenben dolgozott egyszerre, hogy teljesen véletlenszerű volt, mit fejez be és mit hagy későbbre.

Watson segítségével Bell minden esetre sokkal hatékonyabban tudott előrehaladni és 1875 tavaszán a Szabadalmi Hivatal találmányként bejegyezte a készüléket. Ez azonban nem jelentett többet, mint hogy készül egy ilyen találmány. A munka neheze, a hangtávíró gyakorlatban is használható modelljének elkészítése még hátra volt. Az éjszakák állandó kísérletezéssel, a berendezés finomításával teltek.

Bell gondolata az volt, hogy mind az adó, mind a vevőberendezésbe más-más frekvenciára érzékeny acél rezgőnyelveket épít be, de úgy, hogy minden adóoldali rezgőnyelvnek megvan a párja a vevőoldalon. Elképzelése szerint, ha az adóoldalon megpendít egy adott rezgőnyelvet, akkor a vevőoldalon csak az a rezgőnyelv mozdul meg, amelyik erre a frekvenciára érzékeny. Ilyen módon valóban több jelet is át lehet vinni egyszerre a vonalon, ez tekinthető a mai frekvenciaosztásos rendszerek őséneke. Ezen a megoldáson dolgoztak 1875. június 2-án is, amikor a vevőkészülék egyik rezgőnyelve beragadt. Bell az adó mellett várakozott, míg Watson átment a másik szobába, hogy kiszabadítsa a nyelvet. A beszorult acéllapot nehezen tudta kiszabadítani, de mikor sikerült, az nagy pendüléssel ugrott vissza a helyére. Bell meglepetten tapasztalta, hogy az adókészülék nyelve megismételte a hangot, szintén megpendült. Eredetileg ugyan csak a jel átvitelére akarta használni a rezgőnyelvet, de az most magát a hangot vitte át. A kis szobában ekkor ébredt rá a teljesen máson dolgozó két fiatalember, hogy akaratukon kívül sikerült elektromos úton hangot továbbítaniuk.

A kis bostoni műhelyben ez a véletlen megváltoztatta az éjszakázások célját. Ettől kezdve ugyanis Bell már alig foglalkozott a hangtávíróval, minden energiájával az elektromos hangátvitel megoldását igyekezett kikísérletezni. Eltökéltsége majdnem megghiúsította a nagy lehetőséget, ugyanis Hubbard egyre élesebben követelte, hogy a pénzt hozó hangtávíróval kellene foglalkoznia és nem a haszontalan szerkezet, a messzeszóló előállításával. Addigra már a Hubbard család előtt is nyilvánvalóak lettek Bell érzelmei leányuk iránt, ezért kétszeresen is fontosnak tartották, hogy a feltaláló mihamarabb megalapozza a jövőjét anyagilag is. Bell azonban már határozottan tudta, mit akar, egyszerűen faképnél hagyta a perlekedő Hubbards. Felmerült a veszélye, hogy az eddigi barátság félbeszakad, ami persze a további munkát is lehetetlenné tette volna. Ekkor azonban a mindkettejüket megérintő Mabel Hubbard lépett közbe és kis idő elteltével olyan jól sikerült a felbőszült férfiembereket megbékéltetnie, hogy a viszályt hamarosan eljegyzés követte.

A fiatal skót persze ezután is megszállottan dolgozott a messzeszóló gyakorlati megvalósításán. Az emberi fület tanulmányozva ráébredt a dobhártya szerepére, megértette, hogy a beszéd átviteléhez széles frekvenciatartományban kell átvinni a hangokat. Watson pedig türelmesen alakította ki az egyre érdekesebb formájú és alakú szerkezeteket. Kitartó munkájukat 1876. március 10-én koronázta siker: Bell a következő mondatot mondta tagoltan a készülékbe: *Mr. Watson, come here, I want you* (Mr. Watson, jöjjön át, látni szeretném). Pár pillanat múlva Watson ledobta kezéből a szerszámokat és szinte lélegzetet sem véve kiabálta: *Hallom Önt, uram! Érti ? Hallom a szavakat, amit mond!*

Ez volt az a pillanat, amikor megszületett a messzeszóló, amit ma telefontelefonnak nevezünk.

## 5. Dávid és Góliát

1876. március 10-én tehát megszólalt az első kezdetleges telefon, de innen még hosszú út vezetett a sikerig. Bell azonban már korábban érezte, hogy az intenzív kísérletezésnek olyan eredménye lesz, amit már érdemes védelemben részesíteni. Amíg segédje, Watson az újabb kísérleteket, próbákat előkészítette, addig ő a telefon szabadalmi leírásán munkálkodott. 1876. február elejére elkészült a szabadalmi beadvány, amit Gardiner Hubbard vitt el Washingtonba, a Szabadalmi Hivatalba. A korabeli dokumentumok szerint a beadványt 1876. február 14-én nyújtotta be Hubbard. Ezzel kapcsolatban érdemes kitérnünk egy széles körben elterjedt adomára, mely a telefon szabadalmi beadványára vonatkozik. Sok helyen olvashatjuk, hogy Elisha Gray mindössze két órával később adta be telefonra vonatkozó szabadalmát, tehát csak ezen a kis különbségen múlt, hogy nem ő lett a telefon feltalálója. Ez azonban így nem igaz.

A hiteles történet rekonstrukciójához tudnunk kell, hogy Gray ugyanúgy a távíró tökéletesítésén dolgozott, mint kezdetben Bell, s 1874 elején ő is eljutott a hangtávíró gondolatáig. Gray azt is felismerte, hogy ezzel a módszerrel zenét, sőt talán még beszédet is lehetne továbbítani, de azt is látta, hogy ez nem egyszerű feladat. Emellé járult még az a tény is, hogy a Western Electric számára a távíró hatásfokának a javítása volt a kitűzött cél. Ahogy 1875 nyarán Hubbard egyre erőteljesebben igyekezett meggyőzni Bellt, hogy ne a messzeszólóval, hanem a hangtávíróval foglalkozzon, ugyanebbe a helyzetbe került Elisha Gray is. Ügyvédjével, George Willey-vel és pénzügyi támogatójával, Samuel White-tal hármasban vitatták meg a kérdést, mi legyen az első. Mindketten azt tanácsolták Gray-nek, teljes erejével a sok haszonnal kecsegtető távíróval foglalkozzon, s a pusztán tudományos szempontból érdekes "beszélő távíróval" való bíbelődést hagyja a kísérletező tanárra. A mérnök egyetértett a tanáccsal és eszerint cselekedett. Fantáziáját persze továbbra is izgatta az elektromos hangátvitel kérdése, s 1876. február 14-én valóban tett egy bejelentést a Szabadalmi Hivatalban, azonban ez nem szabadalmi beadvány, hanem egy akkoriban még élő szabadalomjogi kuriózum, az úgynevezett óvadékbejelentés volt.

Az óvadékbejelentés (*caveat*) lényege, hogy a feltaláló egy pontosan még nem körvonalazott találmány létrehozására vonatkozó szándékát jelzi a Hivatal felé. Az óvadékbejelentés a feltalálót ötlete eltulajdonítása ellen védte bizonyos mértékben a tényleges szabadalom benyújtásáig. Ezzel a védelemmel azonban csak amerikai állampolgár élhetett, ezért Bellnek csak az a lehetősége maradt, hogy kész szabadalmi leírást nyújtson be. Ha tehát ugyanannak a találmánynak az ügyében fordultak mindketten a Szabadalmi Hivatalhoz február 14-én, akkor is több hónapos különbségről van szó, hiszen Bell kész szabadalmi leírást nyújtott be, míg Gray csak óvadékbejelentést tett. Az elsőség kérdése tehát fel sem merült. Ráadásul - éppen a *caveat* vázlatos jellege miatt - teljes mértékben az sem dönthető el, hogy a Gray által bejelentett elektromuzikális vagy elektroharmonikus szerkezet csak zene átvitelére vagy valóban beszéd átvitelére is alkalmas lett volna.

Bell számára tehát 1876 tavaszán csak az volt a kérdés, hogy elfogadja-e a Hivatal a szabadalmi leírást és bejegyezi-e az új találmányt. Mivel ez március 7-én - három nappal az első ígéretes kísérlet előtt - megtörtént, már teljes erejével a találmány kivitelezésére koncentrálni lehetett. Mai szemmel nézve bizony furcsa szerkezeteket igyekezett megszólaltatni Bell és Watson, az első modellek a legkevésbé sem hasonlítottak az általunk ismert készülékekre. A feltaláló és társa egy álló fakeretbe szerelte be a természetes elektromágneket, s rögzítette alatta a különböző rugókat, majd a legkülönbözőbb anyagból készült membránokat. Az első próbálkozások céljaira létrehozott berendezést - a nagy fakeretre utalva - ma is bitófa-telefonnak hívják a technikatörténészek. Bell a lehető legjobb konstrukció kialakítása

érdekében hosszasan tanulmányozta az emberi fül szerkezetét, s igyekezett megérteni a dobhártya szerepét a hallás mechanizmusában. Minden bizonnyal ezek a tanulmányok adták az ötletet a feltalálónak, hogy első működő készülékében a membránhoz csatlakozó fémrúd savas vízzel töltött edénybe merüljön, s a membrán mozgása következtében kialakuló ellenállás-változást használja fel a beszédet hordozó elektromos jelek létrehozására. Későbbi kísérleteiben aztán már sikerült kiküszöbölni a készülékből a folyadékkal telt tartályt is és gyenge minőségű, de mégiscsak beszéd-továbbításra alkalmas készüléket szerkeszteni. Az első telefonokban még a mikrofon és hallgató sem volt különválasztva, mindkét feladatot ugyanaz a membrán látta el, így a készüléket ide-oda kellett mozgatni a száj és a fül között. A nehézkes használhatóság miatt érthető, hogy az emberek először csak technikai érdekességnek tartották a "beszélni képes szerkezeteket".

A találmány első komolyabb bemutatkozására az 1876-os philadelphiai Centenárium Kiállítás adott lehetőséget. A XIX. század végén ezek a kiállítások szolgálták többek között arra, hogy bemutassák a technikai újításokat, de ezek a világtalálkozók adtak lehetőséget az üzleti kapcsolatok kiépítésére is. A Centenárium Kiállítás azonban kiemelkedett a hasonló – többnyire európai - kiállítások sorából, mert az Egyesült Államok itt kívánta demonstrálni, hogy élni tudott önállóságával és a világ egyik vezető nagyhatalmává vált. Bell gondolni sem mert arra, hogy találmányával eljusson a rendezvényre, hiszen ez komoly anyagi terhet jelentett volna a számára, azonban ismét segítségére volt Hubbard, aki a szervező bizottság tagjaként részt vett az eseményen és lehetővé tette Bell számára, hogy ő is ott lehessen azon a vasárnapon, amikor az előkelőségek látogatták meg a rendezvényt.

1876. június 25-én tehát egy kis asztal előtt ülve várta Bell, hogy megérkezzenek a magas rangú látogatók. Vasárnaponként a kiállítás zárva szokott lenni, a szervezők ezért választották ezt a napot az előkelő vendégek számára. A vendégek sokat időztek a csarnokban, többek között Elisha Gray standján és már félő volt, hogy nem is állnak meg Bell kis asztalkájánál, mert az éhség és a fáradtság kezdett erőt venni rajtuk, azonban ekkor váratlan dolog történt. A vendégek közül előlépett Dom Pedro de Alcantara, a brazil császár és minden különösebb formáság nélkül a következő szavakkal ölelte át Bellt: "Bell professzor, mennyire örülök, hogy újra látom Önt.". A kíséret tagjai persze egyből megfélemltek éhségről, fáradtságról és izgatottan kezdték magyarázni a császárnak, hogy az egyik legérdekesebb találmány előtt áll. Eközben pedig lázasan törték a fejüket, vajon kije is lehet ez a szakállas tanár a brazil császárnak. Mint utóbb kiderült, a császár egy humanitárius utazása során látogatta meg a süketnémákkal foglalkozó osztályt a bostoni egyetemen, ekkor ismerkedtek meg.

Bell bemutatta a császárnak a telefont, majd sorra kipróbálták a többi vendégek is, közöttük Sir William Thomson, akit Lord Kelvin néven ismerünk. A tudós első meglepetésében alig tudott megszólalni, majd kijelentette, hogy ez a legnagyobb dolog, amit Amerikában valaha is látott. A másnapi újságok természetesen a császár dicsérő szavaival és Lord Kelvin meglepett mondatával voltak tele, így a telefon egyszerre széles körben ismert lett.

Tovább növelte a találmány ismertségét az az 1877 februárjában tartott bemutató, ahol Bell már Salem és Boston között - mintegy 25 kilométeres szakaszon - épített ki telefonkapcsolatot. A bemutatón több száz ember vett részt, s a több óráig tartó demonstráció alatt Bell és Watson néhány friss helyi hírt is elmondott egymásnak. Másnap a bostoni "Globe" című újság egy teljes oldalnyi salemi hírt közölt "Telefonon keresztül érkezett..." fejléccel. Ez már komolyan megmozgatta az emberek fantáziáját, s előrevetítette, hogy a telefon előtt nagy jövő áll.

Az ismertség azonban egyáltalán nem jelentett üzleti sikert. Sokan ugyanis úgy vélekedtek, hogy a telefon csak tudományos érdekesség. Ezt erősítették Gray nyilatkozatai is,

aki szerint "többet ér egy idejében elküldött távirat, mint a Bell-féle telefonnal való minden próbálkozás". Bell, Hubbard és Sanders számára azonban fontos volt, hogy valami bevételük is legyen a találmányból, mert hármuk közül egyedül Hubbard rendelkezett tőkével, de annak a nagy részét is elvitte a találmány létrehozása. Hubbard még 1876 őszén megkereste a Western Uniont és felajánlotta, hogy 100 ezer dollárért eladja a találmányt a távíróval foglalkozó cégnek, de William Orton, a cég akkori elnöke nevetve utasította vissza az ajánlatot. "Mit is kezdhetne egy ekkora cég egy elektromos gyerekjátékkal?" kérdezte Hubbardtól, s valószínűleg valóban meg sem fordult a fejében, hogy ezzel élete legnagyobb hibáját követte el.

Lassan azért megtört a jég: az első telefonvonalat 1877. április 4-én helyezte üzembe egy Charles Williams nevű elektromérnök Watson segítségével bostoni lakása és műhelye között. A bevételt még nem hozó példák után májusban egy Emery nevű Charlestownban lakó férfi húsz dollárt ajánlott fel két telefon bérleti díjaként. Ez volt a világon az első "előfizetési díj", amit valaha is telefonért fizettek. Hubbard ettől kezdve már biztos volt benne, hogy a hatalmas anyagi áldozatok nem viszik csődbe, s Bell, Watson és Sanders társaságában 1877 júliusában megalapította a "Bell Telephone Company" társaságot, a világ első távbeszélő szolgáltatóját. A tulajdonosok azt is megbeszélték, hogy hosszú távon is a bérleti konstrukció mellett maradnak, ami ugyan kisebb bevételt jelent, viszont sokkal nagyobb lesz az igénylők száma. Még ugyanebben a hónapban Bell és Mabel Hubbard összeházasodtak és hosszú európai nászútra utaztak - természetesen az új találmány társaságában.

A még viszonylag kezdetleges telefon továbbra is csak lassan terjedt, 1878 augusztusáig mindössze 600 készülék talált bérlore. Úgy látszott, a Bell Company hosszú ideig egyedül marad a piacon, de váratlanul megtörtént a fordulat. A Western Union egyik ügyfele - a Gold and Stock - ugyanis hirtelen úgy döntött, bevezeti a telefont és ezzel egy időben visszamondja meglévő távíró összeköttetéseit. Orton ekkor ébredt rá, hogy alábecsülte a telefont és szinte napok alatt létrehozta az "American Speaking-Telephone Company"-t, melynek két vezető mérnökét Thomas Alva Edisonnak és Elisha Graynek hívták. Sajátos üzletpolitikával léptek piacra: a sebtében kifejlesztett készülékeikről kijelentették, hogy ez az "igazi, eredeti telefon", kétségbe vonták Bell elsőségét a találmány tekintetében - és persze az általuk kontrollált piacon igyekeztek döntő sikert elérni.

Bizony, úgy tűnt, hogy a Bell Telephone Company napjai meg vannak számlálva, hiszen a Western Union - hatalmas tőkével a háta mögött - igen gyorsan építette ki a telefonhálózatát. Hubbard azonban pert indított a Western Union ellen a szabadalmi jog megsértése miatt és egy éves kemény küzdelem után a két társaság első pillanatra talán meglepő megegyezésre jutott. A Western Union hajlandó volt elismerni, hogy a telefon feltalálója Alexander Graham Bell és a szabadalom valóban a Bell Telephone Company birtokában van. Ennek megfelelően a Western Union teljes mértékben kivonul a telefon üzletágból. Ugyanakkor a Bell Company kötelezte magát, hogy megvásárolja a Western Union időközben kifejlesztett telefonkészülékét és minden egyes bérbe adott példány után húsz százalékot fizet a Western Unionnak, valamint távol tartja magát a távíró üzletágtól. Az akkoriban a távközlés Magna Charta-jának nevezett megegyezés végül is mindkét fél számára előnyös volt, de a közvélemény úgy értékelte, hogy Dávid győzedelmeskedett Góliát felett. Minden esetre az egyezés aláírásával a Bell Telephone Company vonalainak a száma négy-öt ezerről közel hatvanezerre nőtt, de ami sokkal fontosabb volt a két cég számára: mindketten megőrizték saját fő üzleti területüket.



## 6. Ki találta fel a telefonközpontot?

Bell találmánya, a telefon tehát lassan, de biztosan megkezdte világhódító útját. A ma már az egész világot behálózó rendszer azonban az első években csak az amerikai városok utcáit hálózta be, azokat viszont szó szerint. A hőskorban ugyanis nem voltak telefonközpontok, a készülékeket közvetlenül egymással kötötték össze. A vezetékek sem föld alatti kábelcsatornában kígyóztak, hanem a falakon, a tetőkön keresztül jutottak el a megrendelő lakásától az irodájáig vagy műhelyéig. Ráadásul a két készülék között egyetlen, szigetelés nélküli huzalt használtak, a másik szálát a földelés pótolta. Ennek következtében a beszélgetések alatt egyre több zavar jelentkezett, s ha a csupasz szálakat a szél összekócolta, akkor bizony a panaszok jócskán megszorodtak.

Sajátos képet mutattak az utcák is. A sok fémhuzalt a háztetőkre épített fatornyok és az utcákon felállított póznák tartották. Néhány évvel a telefon feltalálása után pl. a New York-i West Streeten harminc méter magasan, norvég fenyőből készült tornyokon futottak a vezetékek. A legnagyobb toronynak több, mint harminc tartókarja volt, melyekre összesen háromszáz huzalt erősítettek. A tornyok és a vezetékek legnagyobb ellenségei a tetőn pipáló kémények voltak. Télen a hó és a jégteher is állandó problémákat okozott. Hamar nyilvánvalóvá vált, hogy a növekvő számú készülék összekapcsolását másféle módon kell megoldani. Ehhez azonban egy új berendezésre, a telefonközpontra volt szükség.

Arról, hogyan született meg az első telefonközpont, szintén sok legenda kering. Sajnos, itt megint szembe kell szállni néhány hiedelemmel, de mivel a valóság legalább ilyen értékes, érdemes megismerni. Lássuk tehát a kevésbé regényes, de sokkal hihetőbb tényeket.

Az első kezdetleges központi kapcsoló nem sokkal a telefon feltalálása után megszületett, de mivel létrehozója nem ismerte fel saját ötlete zsenialitását, a dologból nem lett találmány. A sorozat előző részében említettem, hogy a világ első előfizetője egy Charles Williams nevű elektromérnök volt. Nos, Williamsnek volt egy E. T. Holmes nevű üzletfele és barátja, aki betörési riasztórendszerekkel foglalkozott és szolgáltatásait többnyire bankfiókok számára értékesítette Bostonban. Holmes ezekhez a bankfiókokhoz vezetékes kapcsolatot épített ki, melyen keresztül záróra után jöhetett jelzés arról, hogy illetéktelen személy hatolt be a bankfiókba. Meglátva Williamsnél a telefont, mint használható találmányt, megkereste Hubbardot, aki adott neki néhány készüléket, hogy cselekedjék belátása szerint. Holmes minden külön engedély nélkül hat bankfiókban felszerelte a telefont a betörésjelző vezetékére és mivel ezek nála futottak össze, egy kis kapcsolótáblát eszkábált, melyen össze tudta kötni egymással a bankfiókokat. A hat fiókból mindössze egy tiltakozott, mondván, vigyék el tőle ezt a játékszert, ott komoly munka folyik. A másik öt fiók viszont használni kezdte a lehetőséget, mely a nyitvatartási időben volt hozzáférhető. Éjjel a vezetékek természetesen a betörésjelzőre voltak kapcsolva. E. T. Holmes tehát a szükségből adódóan hozta létre a legrimitívebb kapcsolótáblát 1877 májusában, anélkül, hogy ráébredt volna ötlete nagyságára.

Ebben az időszakban Bell még a készülék tökéletesítésével volt elfoglalva, Edison pedig még a távíróval foglalkozott, mikor belépett a képbe egy magyar ember, akit úgy hívtak: Puskás Tivadar. Az erdélyi Puskás család legidősebb fia Pesten született. Apja, Ditrői Puskás Ferenc hajókereskedő volt. Az ifjú Puskás iskoláit a bécsi Theresianumban, majd a bécsi műegyetemen végezte 1865-ig, de ekkor a mérnöki diploma megszerzése előtt haza kellett térnie, mert a család pénzügyi nehézségekkel küszködött. Műszaki érdeklődését azonban egész életére megtartotta. 1874-ben az európai gazdasági válság alatt újra elutazott, ezúttal az Egyesült Államokba, ahol megismerkedett a legújabb elektrotechnikai találmányokkal, többek

között a távíróval is. Lehet, hogy már ekkor is találkozott Edisonnal, ezt nem sikerült még igazolni. 1876-ban viszont már újra Európában volt és Brüsszelben folytatott tárgyalásokat az ottani távíróhálózat kiépítéséről. Az a javaslat, amivel előállt, már előrevetíti a telefonközpont gondolatát: azt indítványozta ugyanis, hogy hozzanak létre egy olyan közös pontot, ahol az egyes vállalatok, hivatalok távírói nem csak a távírdával, hanem akár egymással is összeköthetők egy kapcsolótábla segítségével. Az ötlet akkor és ott nem talált meghallgatásra, az üzletemberek ugyanis attól tartottak, hogy üzleti titkaik biztonságát veszélyezteti ez a megoldás.

Ekkor érte Puskást a hír, hogy Philadelphiában, a világkiállításon egy bizonyos Alexander Graham Bell valami egészen újszerű találmányt mutatott be, mely olyan mint a távíró, csak éppen beszél. A hír annyira felvillanyozta, hogy félbeszakítva az amúgy sem túl ígéretes tárgyalásokat, hajóra ült, hogy saját fülével győződjön meg a találmányról. Pontos ismereteink nincsenek Puskás utazásának részleteiről, de a legvalószínűbb, hogy egyenesen Philadelphiába utazott megtekinteni a találmányt, majd Bostonba ment, hogy felvehesse a kapcsolatot Bellel. Hogy ez a találkozó létrejött-e, vagy sem, azt nem tudjuk. Az viszont tény, hogy pár nap múlva már Edisonhoz utazott Puskás Menlo Park-i laboratóriumába, mely már akkor a világ legjobban felszerelt elektrotechnikai műhelyének számított. Találkozásuk után Puskás még hosszú ideig a Menlo Park-ban maradt és ránk maradt levelezésükből következtethetünk arra, mi is történhetett a kint töltött hónapok alatt.

A legvalószínűbbnek az látszik, hogy Edison ugyan akkor még nem érdeklődött komolyabban a találmány iránt (ne feledjük, a Western Union csak 1878 végén változtatta meg véleményét a telefonról), egyébként is el volt foglalva legújabb találmánya, a fonográf tökéletesítésével. Puskás azonban a rá jellemző hihetetlen lelkesedésével fokozatosan ráébresztette Edisont a telefonban rejlő óriási üzleti lehetőségekre. Az is valószínű, hogy Puskás fejében ott járt a Brüsszelben sikertelenül ajánlott megoldás a távíróközpont létrehozására vonatkozóan és ezt a hosszú hajóúton nyilván átformálta a telefonvonalak összekapcsolására is. Tehát akár kész ötlettel kereshette meg Edisont. Akárhogy is volt, elég valószínűnek tűnik, hogy a telefonközpont ötlete Puskás Tivadartól származott. Ezt erősíti meg az is, hogy Edison évtizedekkel később egy Puskás sógornőjének küldött fényképre a következőket írta:

*To Mrs. Albert von Puskas*

*Thomas A. Edison*

*Theodore Puskas was the first man in the world to suggest the central station for the Telephone. T.A.E.*

azaz: "Puskás Tivadar volt az első ember a világon, aki a telefonhoz központot javasolt."

Hihetnénk, így már biztos, hogy Puskást a telefonközpont feltalálójaként tartja számon a világ. Ez azonban korántsem így van, leginkább még a nevével sem találkozunk az amerikai technikatörténeti könyvekben. Ennek oka igen egyszerű: az Edison által létrehozott Menlo Park-i laboratórium amolyan találmánygyárként működött, ahol kollektív munkában készültek a különböző találmányok. A telefonközpont szabadalmát egy bizonyos Charles Scribner nevére jegyezték be, ami persze csak annyit igazol, hogy neki volt éppen ideje elvinni a dokumentumokat a szabadalmi hivatalba. Az is igaz, hogy a Western mérnökeként Scribner még hosszú ideig foglalkozott a telefonközpontok fejlesztésével, összesen közel hatszáz szabadalom fűződik a nevéhez.

A szabadalmaztatott ötletből minden esetre nagyon gyorsan valóság lett: az első nyilvános telefonközpontot 1878. január 28-án helyezték üzembe a Connecticut állambeli New Havenben. Ez a központ még csak 21 előfizetőt szolgált ki, azonban február 17-én San Franciscóban a Western Union az első nagyobb, városi központját is üzembe helyezte. Ezzel

megkezdődött a távbeszélő hálózatok kialakulása. A telefonközpont bevezetése segített a másik probléma, a hatalmas mennyiségű légvezeték eltüntetésében is: mivel a telefonvezetékek mind egy pontba, a telefonközpontba futottak be, érdemes volt sok erű kábeleket lefektetni a földre, s azon keresztül kötni be az egyes készülékeket a központba. Ezzel a légkábelek rengetege is megszűnt - legalábbis a belvárosokban. Az egy szál huzal helyett bevezették az érpárok használatát is, mely tovább javított a minőségen.

Puskás Tivadar ezeken az avatókon már nem vett részt, mert még 1877 nyarán visszatért Európába, mint Edison képviselője. Több megbízatással érkezett, melyek közül Edisonnak különösen fontos volt a fonográf szabadalmi bejegyzése, de a feladatok között a telefon európai elterjesztése is előkelő helyen állt. Puskás Párizst választotta az első európai telefonközpont felépítésének helyszínéül, s a fonográf londoni szabadalmi bejegyzésének elintézése után 1878 nyarán áttette székhelyét Párizsba, az Avenue de l' Opére 45. szám alá, ahol palotát bérelt és irodát nyitott. Az engedélyek megszerzése és a munka előkészítése egy teljes évet vett igénybe, de erőfeszítéseit siker koronázta: 1879 nyarán ugyanabban az épületben, ahol irodája is volt, megkezdte működését Európa első telefonközpontja.

Eközben Edisont a Western Union megbízta a telefon tökéletesítését. Edison a legnagyobb problémát abban látta, hogy az átvitt beszéd igen halk volt. Ezért a hallgatót meghagyta a Bell-féle formában, de a mikrofont különválasztotta és ehhez saját áramforrást használt. Ezzel egyrészt megszüntette azt a kényelmetlenséget, hogy a beszélőt felváltva kelljen a fülhöz illetve a szájhoz tartani, másrészt a külön áramforrás kellően nagy jeleket szolgáltatott ahhoz, hogy kiabálás nélkül is jó minőségben lehessen beszélgetni. Edison mikrofonként olyan megoldást képzelt el, ahol az áramkörbe beépítette elem a hangrezgéseknek megfelelően változtatja az ellenállását, ezzel mintegy modulálja az akkumulátor áramát. Különböző grafit származékokkal végzett kísérletei sokáig nem vezettek eredményre, 1877. november 9-én azonban megszületett a megoldás: az olajlámpa üvegére rakódott koromból gyúrt golyót Edison két vékony platinalemez közé sajtolta, bekapcsolta az áramkörbe és rábeszélte a membránra. Ez volt az első kezdetleges szénmikrofon, mely meghozta a kívánt eredményt. Mivel a mikrofont tápláló áramforrás a készülékben volt, ezeket a telefonokat később *LB rendszerűeknek* nevezték (Local Battery - helyi áramforrás). A hangminőség ugrásszerűen javult, s végre a túlsó oldalon nagy hangerővel lehetett hallani a beszédet. A tökéletesített szénmikrofont - melyben már nem lámpakorom, hanem finom szén szemcsék voltak - egészen a legutóbbi időkig használták a telefonkészülékekben, csak nemrég tudta kiszorítani a dinamikus mikrofon. Edison munkabírására egyébként jellemző, hogy miközben megfeszített erővel végezte - többnyire éjjel - a telefon tökéletesítésére irányuló kísérleteit, ezalatt dolgozta ki a fonográfot is, melyet még ugyanez év decemberében be is mutatott.

Edison egy másik fontos újítást is bevezetett a készülékében: a jelzőcsengőt. A Bell-féle telefonnál ugyanis a csengő teljesen független volt a készüléktől. Edison viszont úgy építette meg a berendezést, hogy a csengetésre ugyanazt az érpárat használta, mint a beszéd átvitelére. A csengő megszólaltatásához viszont egy intenzív, másodpercenként 15-25 rezgést adó váltakozó áramra volt szükség. Erre a célra egy "kurblis" induktort épített be a készülékbe, ennek megtekérésevel lehetett a túlsó oldalon megszólaltatni a csengőt.

Természetesen ezeket az eredményeket folyamatosan megküldte Puskásnak is, részint az európai szabadalmaztatás céljából, részint pedig azért, hogy rendeljen bátran az új rendszerű készülékekből. Ennek következtében a párizsi avatáson már ezek a telefonok is ott pompáztak a bemutatón. Sikerei elismeréseként Edison 1879. október 29-i keltezésű levelében igazgatósági taggá nevezte ki Puskást, aki ezzel 35 éves korára karrierje csúcsára ért.

Megengedhette magának, hogy nemes feladatba kezdjen: megteremtse a találmány hazai bevezetésének a feltételeit.

## 7. Az első hazai központtól a Telefontörvényig

Puskás Tivadart már a párizsi telefonközpont építése alatt is foglalkoztatta a gondolat, hogy a telefont hazájában is be kellene vezetni. Mivel azonban ő maga nem tudott erre időt szakítani, öccsét, Puskás Ferencet hívta meg Párizsba, hogy megismertesse a telefonközpont technikai részleteivel és a szervezési kérdésekkel. Ferenc közel fél évet töltött Párizsban, s ezalatt kitanulta a telepítés részleteit, majd Edison engedélyével megkapta Tivadartól az Osztrák-Magyar monarchia területére a telefonközpontok létesítésének jogát.

Puskás Ferenc ugyan bátyjával szemben nem rendelkezett műszaki beállítottsággal, huszárként szolgált a Monarchia lovasságánál, ezek a telefonközpontok még igen egyszerűek, könnyen áttekinthetőek voltak. A készülékeknek nem volt tárcsájuk, ha valaki telefonálni akart, megforgatta a készüléke oldalán lévő csengetőkart. A keletkező áramot a központban egy jelfogó - az *annonciátor* - érzékelte, mely elengedett egy, az előfizető vonalához tartozó lemezkét. A lebillenő lemezke alatt láthatóvá vált a telefonálni kívánó előfizető neve. A központ kezelője látva, hogy a lemez lebillent, a vonalhoz csatlakoztatta saját készülékét és rangjának megfelelően köszöntötte a telefon tulajdonosát, aki megmondta, kivel kíván beszélni. A kezelő ezután a hívott személy vonalához csatlakoztatta készülékét és a központ csengetőkarja segítségével felcsengette azt, majd ha a hívott jelentkezett, illő módon bejelentette, ki kíván vele beszélni. Ezután következett a kapcsolás, melyet úgynevezett *zsinóráramkör* segítségével hozott létre a kezelő. A zsinóráramkör egy egyszerű vezeték, melynek mindkét végére dugót szereltek. A kezelő a dugó egyik végét a hívó, a másik végét a hívott jelentőlyukjába dugta, s ezzel a két készülék össze is volt kötve.

Az első központokban a kezelő nem láthatta, hogy a két fél letette a telefont, ezért rendszeres időközönként belépett a kapcsolatba és megkérdezte a feleket, beszélnek-e még. Ha nem kapott választ, kihúzta a zsinóráramkört, bontotta a beszélgetést. Érthető hát, hogy a kezelői állás kellő udvariasságot, türelmet kívánt és az első időktől kezdve bizalmi állásnak számított. Sok más mellett ezt is meg kellett tanulnia Puskás Ferencnek.

Ferenc hamar döntött és hazaérkezve azonnal be is jelentette tábornokának, hogy lemond huszárfőhadnagyi rangjáról és kilép a katonaságtól. Szerencsétlen tábornok nem tudta elképzelni, hogy kártyaadósság vagy kényes nőügy van-e a végzetes lépés mögött, de amikor meghallotta a valóságot, kifakadt: "Elment Önnek az esze, kedves Puskás! Ilyen, nem is tudom, micsoda 'fon' miatt hagyni ott a császár kabátját! Mikor ilyen fényes karrier előtt áll! Nem fogadom el a lemondását - gondolja meg a dolgot jobban.". Ferenc azonban hajthatatlan volt és rögtön neki is látott a munkának.

Hamar kiderült, a feladat korántsem olyan könnyű, mint először gondolta. Ferencnek egyaránt meg kellett küzdenie a pénzügyi alapok előteremtéséért és a minisztériumi engedélyekért. Egy rövid időre Tivadar is hazajött 1879-ben, hogy személyesen győzze meg a pénzügyi köröket a találmány hasznosságáról, azonban hatalmas csalódás érte: a telefon senkit nem érdekelt, mint befektetési lehetőség. Döntenie kellett, hogy feladja terveit vagy maga finanszírozza a vállalkozást. Mivel komolyan hitt a telefon hazai sikerében, az utóbbi mellett döntött.

Ezzel még persze nem oldódott meg minden probléma, meg kellett szerezni az engedélyeket is. Az első kérvényt báró Kemény Gábor földművelés-, ipar- és kereskedelemügyi miniszter azzal utasította el, hogy hallott már a találmányról, de mivel Bécsben nincs ilyen, így Budapesten sincs rá szükség. Puskás Ferenc csak hosszas kilincseléssel tudta elérni, hogy meginduljon az engedélyezés. Ekkor azonban új nehézség támadt. A minisztérium csak úgy adta ki az engedélyt, hogy az éppen fejlődésnek indult távító hálózat érdekeit ne sértse a telefon megjelenése, ennek kidolgozása viszont sok időt vett

igénybe. Végül Puskás csak 1880. május 20-án kapta meg az engedélyt, amiben feltételként szerepelt például, hogy a telefonvezetékeket nem szabad az állami vasúti és távíróvezetékek tartóoszlopaire szerelni. Előírta azt is, hogy a telefonvezeték kifeszítéséhez az összes érintett ingatlantulajdonos előzetes beleegyezését is meg kell szerezni. Megtiltotta a telefonhálózaton való táviratozást, sőt a táviratok távbeszélőn való továbbítását is. Az állam fenntartotta magának a telefonhálózat ellenőrzésének a jogát, sőt azt is kimondta, hogy a telefonhálózat létesítése maga is állami jog. Puskás Ferencnek így évi 8 aranyforintot kellett fizetnie a kincstár számára koncesszió gyanánt.

Az engedély kiadása után Puskás Ferenc megkezdhette végre az érdemi munkát. Az első budapesti telefonközpontot 200 vonalásra tervezte és a berendezést a Bell Telephone Companytól rendelte meg. Az első központ a belvárosban a mai József Attila utcában, akkori nevén a Fürdő utca 10. számú ház harmadik emeletén kapott helyet.

A Fürdő utcai központ már korszerűbb volt, mint az első kisebb berendezések. A nagyobb kapacitás miatt itt már nem zsinóráramkörökkel hozták létre a kapcsolatot, hanem függőleges és vízszintes lemezek metszési pontjába bedugott fémdugó segítségével. Ezeket *keresztlemezes váltónak* nevezték. A Fürdő utcai központ két 100 vezetékes hívásjelző szekrényből és két 100/64-es keresztlemezes váltóból állt. Az előfizetőkhez vezető, egy szálból álló, pamutszigetelésű vashuzalokat egy villámhárítón keresztül kötötték be a keresztlemezes váltó 100 függőleges lemezére, míg a 64 vízszintes lemez szolgált az előfizetők közötti fémes kapcsolat létrehozására.

A négy szekrényes kivitel miatt a kapcsolást már több kezelő végezte. A hívójelzést a hívásjelző szekrények előtt ülő kezelő - a jelentő kezelő - észlelte az annonciátorok segítségével. Amikor kiderült, hogy a hívó kivel akar beszélni, akkor a jelentő kezelő felcsengette a hívottat, majd hangosan bementa a váltókezelőnek a hívó és a hívott nevét, aki egy szabad vízszintes lemezen összekötötte a két előfizetőt. Ha valaki ma szeretne keresztlemezes váltóval ellátott központot látni, azt a budai Várban lévő Telefónia múzeumban meglehet.

Puskás a telepítés előrehaladtával 1881. február elsején előfizetői felhívást tett közzé a belvárosban, többek között a következő szavakkal ecsetelve a találmány előnyeit: "Hirtelen rosszul lett beteg orvosával, lángba borult ház a tűzoltósággal, a meglopott tőkepenzes a rendőrséggel egy perc alatt tudathatják a veszélyt, s meglehetik a szükséges intézkedéseket.". A központot 1881. május elsején helyezték forgalomba 25 előfizetővel, de a megnyitás után az előfizetők száma olyan gyorsan emelkedett, hogy három hónappal később már megkezdhette működését a második budapesti telefonközpont a Lövész utca (ma Királyi Pál utca) 11. szám alatt. A következő évben Budán is megjelent az első központ, a Pálffy tér (ma Bem József tér) 4-ben. Mindkét újabb fiókközpont a Fürdő utcai központtal volt összekötve, tehát ha például egy Lövész utcai előfizető egy budai előfizetőt hívott, akkor az összeköttetés csak a Fürdő utcai központon keresztül épülhetett fel. Ezért is, de a előfizetői szám növekedése miatt is a Fürdő utcai központot már 1882-ben bővíteni kellett.

Puskás Ferenc nem élvezhette sokáig munkája gyümölcsét. A hatalmas munkatempó felőrölte idegeit, s többszöri kezelés után 1883 őszén végleg a zugligeti szanatóriumba került, ahol 1884. március 22-én - mindössze 36 évesen - meghalt. Puskás Tivadar kötelességének érezte, hogy maga vegye át a Budapesti Telefonhálózat társaság vezetését, és intenzív korszerűsítésbe kezdett. A házfalakon futó vezetékeket a tetőkre szereltette, a központok kapacitását tovább bővítette, sőt újabb három központot hozott létre. Az egyiket a Köztemető út és a Stáció utca (ma Baross utca) sarkán, a másikat a Kerepesi (ma Rákóczi) úton az Orient Szálló tornyában, míg a harmadikat a Margit híd pesti hídfőjénél a Külső Nádor utca 86. (ma Szent István krt. 1.) számú házban. A nagymértékű fejlesztés viszont komoly tőkét emésztett fel, miközben a bevételek az átalánydíj miatt kevésbé nőttek, így Puskás megrendült anyagi

helyzete miatt más vállalkozásba kezdett, miközben a magántársaság részvényeit egyre nagyobb százalékban másoknak adta el. Nagyon kevesen tudnak róla, de a társaságot végül is Baross Gábor mentette meg azzal, hogy a koncessziót a hozzá nem értő társtulajdonosoktól visszavette állami tulajdonba, majd a vállalatot rögtön bérbe adta Puskásnak. A lehetőséggel 1890-ig élt Puskás, akkor viszont maradék részvényeit is eladta a Kereskedelmi Banknak és ezzel a vállalat bérlője is a Bank lett.

Ne higgyük azonban, hogy ezzel véget ért Puskás rendkívül érdekes szerepe a magyar távközlés történetében. Ekkor kezdett neki ugyanis igazi találmánya, a telefonhírmondó kidolgozásának. Ezt a gondolatot régen dédelgette, már 1881-ben a párizsi Elektromossági Kiállításon tartott egy olyan bemutatót Clement Adler francia mérnökkel közösen, ahol a párizsi Opera színpadát 16 telefonvonalon összekötötték a kiállítás egyik termével és itt lehetett hallgatni előben az esti előadást. Ezt a bemutatót 1882. február 4-én Puskás Ferenc Budapesten megismételte: akkor a Vigadóban tartott újságíróbál vendégei hallgathatták a Nemzeti Színház aznap esti előadását a "Dalmútelefon" segítségével. Nyilván már ekkor ott motoszkált fejében a telefonhírmondó gondolata: a stúdióban előállított műsor otthoni, két beszélőn keresztül hallgatása. Kidolgozásához igazán azonban az 1890 utáni időszakban látott neki, méghozzá olyan intenzíven, hogy 1892 júliusáig már egy berlini szabadalmi ügyvivő útján megtette a szabadalmi bejelentést Németországban, Angliában, Amerikában, Kanadában, Ausztráliában és Mexikóban is. A budapesti telefonhálózat igénybevételével pedig megkezdte a gyakorlati kísérleteket.

A telefonhírmondó 1893. február 15-én szólalt meg először, s 60 előfizető hallgatta az első bejelentkezést, majd azt követően a friss híreket. A műsor hamar népszerű lett, különösen az után, hogy nem csak híreket, hanem más műsorokat is elkezdett közvetíteni. A kezdeti sikereket Puskás Tivadar nem élvezhette sokáig, mert 1893. március 16-án - alig egy hónappal a telefonhírmondó üzembe lépése után - meghalt.

A találmány azonban már felfelé ívelő pályára került, 1894-ben már 700, 1899-ben pedig több, mint 7000 előfizetője volt. A növekvő népszerűségben nagy szerepet játszott a Telefonhírmondó igazgatósága és az Opera kormánybiztosa, báró Nopcsa Elek között megkötött szerződés, melynek értelmében a Telefonhírmondó az Opera összes előadását teljes egészében közvetíthette az előfizetők számára. A nap többi részében rendszeresen mondtak híreket a Kerepesi úti (ma Rákóczi úti) stúdióból, illetve tőzsdehírek, országházi jelentések, nyelvleckék voltak még műsoron. A Magyar utca 6. alatt működő szerkesztőség ekkor már négy szerkesztővel és mintegy száz munkatárssal készítette elő a napi műsoranyagot. Ezek között fordítók, riporterek, tudósítók és gyorsírók is voltak, utóbbiak a telefonon érkezett híreket írták le, hogy a következő híradásban már benne legyenek a legújabb információk. Hogy a legfontosabb hírekről senki ne maradjon le, arról a riadójel gondoskodott: ez egy trombitászerű éles, erős hang volt, amit még a szomszéd szobában is meg lehetett hallani és be lehetett szaladni a készülékhez.

Puskás Tivadar igazi találmánya még hosszú ideig sikerrel működött, előfizetőinek száma a legdicsőbb időszakban túllépte a tízezret is. A hálózatot még 1930-ban is használták, de attól kezdve már nem volt saját stúdiója, hanem a Magyar Rádió műsorát vette át. A telefonhírmondó tehát majd fél évszázadon át működött, arra azonban, hogy a találmányt - melyet sok külföldi megcsodált - miért nem valósították meg máshol a világon, igazából máig sincs magyarázat. Pedig ez a különleges rendszer, mely így hazai unikum maradt, nem más, mint a mai kábeltévé rendszerek korai előfutára.

## **8. A világot behálózó automata**

A telefonhírmondó tehát magyar különlegesség maradt, a telefon viszont a kezdeti nehézségek után egyre népszerűbbé vált. 1880 tavaszán Amerikában már 30 ezer előfizetőt szolgáltat ki a megépített 138 telefonközpont. 1887-ben a központok száma már elérte a nyolcszázat és az előfizetők száma 150 ezerre nőtt. A készülékeket összesen 146 ezer mérföldnyi érpár kötötte össze a központokkal s fokozatosan felmerült az igénye, hogy ne csak a városon belül, hanem a városok között is lehessen telefonálni. A központok közötti átkérő vonalakat is a kezelők kapcsolták, aminek következtében a kapcsolatok felépítési ideje egyre hosszabb lett, különösen több központon átmenő távolsági hívás esetén. Egy idő után már az is tarthatatlanná vált, hogy a kezelőknek név szerint kellett kapcsolniuk a hívott felet, hiszen ennyi nevet képtelenség volt megjegyezni. Bevezették a hívószámot, s ezt kellett bemondani a kezelőnek a kapcsolat létrehozásához.

A növekvő nehézségeket a telefonközpontok automatizálása oldhatta volna meg, azonban a feladat nem is volt olyan egyszerű. A kapcsolás automatizálására ugyan már 1879 szeptemberében adtak be szabadalmi kérelmet a Connolly fivérek és T.J. McTighe, de berendezésüket - mely csak néhány vonal kapcsolására volt alkalmas - sohasem építették meg a gyakorlatban. A szabadalmaztatott megoldást nagy, városi központok esetében nem lehetett alkalmazni.

Ugyancsak kis vonalszámra készített gyakorlatban is használható megoldást a svéd Lars Magnus Ericsson. Stockholmban a telefonhálózatot az 1880-ban alakult Stockholm Bell Telephone Company építette ki, de a megszabott árakat a helybeliek magasnak tartották. A cég nem engedett az alkuban, ezért 1882-ben H.T. Cedergren megalakította a Stockholm Allmna Telefon AB céget, hogy versenyre kényszerítse a Bell Company-t. 1883-ban Cedergren és Ericsson közösen nyújtott be szabadalmat néhány vonalas automata központ megvalósítására, melyből mintegy háromszáz darabot üzembe is helyeztek később. Ez a megoldás sem volt azonban alkalmas nagyobb központok automatizálására.

Végül is az első igazi automata központ megszületését egy sokkal prózaibb esemény motiválta. Élt Kansas Cityben egy temetkezési vállalkozó, akit Almon B. Strowgernek hívtak. Mint a legtöbb temetkezési vállalkozó, ő sem foglalkozott különösebben a távközlés megreformálásával, azonban egy reggel újságolvasás közben megakadt a szeme egyik barátja halálhírén, akinek a temetését egy konkurens temetkezési vállalkozó bonyolította. Strowger arra a következtetésre jutott, hogy a hozzátartozók hiába próbálták elérni őt telefonon, a kezelő - aki történetesen a városka másik temetkezési vállalkozójának a közeli rokona volt - őhelyette a konkurenciát kapcsolta számukra. Felébredt benne a gyanú, hogy ez már más esetekben is előfordulhatott, tetemes veszteséget okozva vállalkozása számára. Ekkor támadt Strowgernek az a gondolata, hogy az lenne igazán jó, ha a hívó maga tudná vezérelni a hívását és nem volna szükség a kezelő személyzetre. Ráadásul így a telefon éjjel is működhetne (ne feledjük, Strowger szakmájából következően szolgáltatását éjjel is gyakorolta).

A gondolatot tett követte és Strowger néhány hét múlva megkonstruálta első modelljét egy henger alakú kalapdobozból és tíz papírkarból. Az alapelvek tökéletesítése után 1889. március 12-én adta be szabadalmi kérvényét a később róla elnevezett automata telefonközpont első változatára. A szabadalmi védettséget ugyan csak 1891. március 10-én kapta meg, de ez idő alatt sem tétlenkedett. Unokaöccsével és néhány lelkes ismerősével megalakították a Strowger Automatic Telephone Exchange Co. nevű céget. Mivel a finommechanika gyakorlati fogásaiban Strowger nem volt jártas, ezért Chicago-ban felvett néhány igen ügyes elektromechanikust. Elsőként Alexander E. Keithet, aki korábban a Brush Electric Company mechanikusa volt, s cége vezető mérnökévé vált, majd a svéd származású John és Charles



Ericksont és Frank Lundquistet. A kis csapat hamar megértette a temetkezési vállalkozó elképzeléseit és gyorsan megszülettek az első gyakorlati eredmények.

A világ első automata központját 1892. november 3-án avatták fel óriási ünnepély keretében a Chicago-tól 60 km-re fekvő La Porte városában. A 99 előfizetőt kiszolgálni képes Strowger-féle központon 75 készülék élt az induláskor. Az ünnepségre külön vonatot indítottak Chicago-ból és a helyszínen fúvós zenekar köszöntötte az érkezőket. Komoly ceremónia volt az avatás, de aligha gondolták a résztvevők, hogy új korszakot nyitnak a telefónia történetében: az emberi segítséggel felépített kapcsolatok helyett ettől kezdve a világ legnagyobb, egész földgolyót átfogó automatájának az első elemét avatták a Chicago-ból érkezett emberek.

A Strowger-féle központonban a telefonkészülékeket öt szál vezeték kötötte össze a központtal és minden készüléken négy nyomógomb volt található. A központ első fokozatát az első nyomógombbal, a második fokozatát a második nyomógombbal lehetett vezérelni. A harmadik nyomógomb - melyre La Porte-ban még nem volt szükség a harmadik fokozat vezérlésére volt képes abban az esetben, ha a központ kapacitása nagyobb, mint száz vonal. A negyedik nyomógomb a kapcsolat bontására szolgált. Az egyes fokozatok a megfelelő billentyű egyszeri lenyomására egyet léptek előre, ezért is hívják ezt angolul *step-by-step*, magyarul léptető rendszernek. A 25-ös szám hívásakor tehát pl. az első gombot kétszer, a másodikat ötször kellett megnyomni, s a központ máris elkezdte a 25-ös előfizető csengetését. A Strowger rendszer nagyon hosszú ideig az automata telefonközpontok egyetlen igazán jól bevált rendszere volt.

A századforduló tájékán sorra tökéletesedtek a kialakuló telefonhálózat elemei. A készülékeken a nyomógomb használata helyett számtalan megoldás született, mert a telefon használatának a léptetőgombok nyomkodása volt a legnagyobb akadálya sokak szemében. A mai számtárca és annak technikai megoldása fokozatosan alakult ki, Amerikában Strowger, Európában pedig Lars Magnus Ericsson szabadalmi játszották benne a vezető szerepet. Lényegében ezek a mechanikus szerkezetek a léptetőgombok nyomkodását automatizálták, a számtárca - már ahol még tárcsás készüléket használnak - ma is ezen az elven működik. A számtárca 1 és 10 közötti impulzust küld a központ felé minden egyes szám tárcsázásakor. A számtárca felhúzásakor még nem történik semmi, csak egy rugó feszül meg. Amikor viszont elengedjük a tárcsát, akkor alaphelyzetbe való visszafutása mellett a tárcsázott számjegyek megfelelő számú impulzust küld el a vonalon az áramkör megszakításával és zárásával.

A távoli központok összekapcsolására is komoly erőfeszítések történtek, sokáig megoldhatatlan korlátot jelentett azonban a kábelek erős csillapítása. A távíró összeköttetés ekkor már a kontinensek között is megvalósult, így meglepő volt, hogy a telefon esetében ennél jóval kisebb távolságon is érhetlenné vált a beszéd. A különbség abban állt, hogy a távírójelek esetén csak egyetlen, adott frekvenciájú jelet kellett átvinni, s erre az adott frekvenciára lehetett optimalizálni a kábel paramétereit. A beszéd ellenben egy széles frekvenciasávban helyezkedik el, s a hosszú kábel a különböző frekvenciákat más-más mértékben csillapítja.

Tovább nehezedett a helyzet, amikor a légekábelek helyett fokozatosan elkezdtek földkábeleket használni a távközlési összeköttetésekben. Míg ugyanis a légvezetékeknél az érpár két vezetőke 20-30 cm távolságra volt egymástól, addig a földkábelben ez a távolság egy-két milliméterre csökkent. A hosszú összeköttetéseknek így nem csak a kábel vezetőképessége szabott határt, hanem a kábel bizonyos értelemben tekercsként illetve kondenzátorként is működött. Ez tovább bonyolította az összeköttetés frekvenciafüggő viselkedését.

A jelenséget fizikusok hada tanulmányozta, majd sikeresen elméleti képlettel is leírták az összefüggést, de ettől még nem javult meg a távolsági kapcsolatok minősége. Egy

Amerikában élő fizikus, Michael Pupin azonban a képletet tanulmányozva rájött, mi az első pillanatra képtelenségnek hangzó megoldás. Állítása szerint a kábelt néhány mérföldenként meg kell szakítani, s egy nagy indukciójú tekercset kell közbeiktatni, melynek ohmos ellenállása elhanyagolható. Ezek a tekercsek ugyanis semlegesítik a kábel kondenzátor jellegű viselkedését és a képlet tanúsága szerint jelentősen növelik az áthidalható távolságot. A kísérletek beváltak: a jól méretezett tekercsek beiktatásával ugrásszerűen javult a minőség és nőtt az összeköttetések távolsága is. A beiktatott tekercseket azóta is Pupin-tekercseknek nevezik, magát az eljárást pedig pupinozásnak. Mivel pedig földkábelek esetén a tekercseket legjobban a föld alatt lehet elhelyezni, ehhez különleges, kettős falú fémtartályt használtak, melyet Pupin-fazéknak hívtak. Az Amerikában élő fizikus, aki ilyenformán íróasztala mellől győzte le a távolságot, egyébként 1858-ban a Monarchia magyar területén, egész pontosan Idvornon született és akkor még Pupin Mihálynak hívták.

A távolsági összeköttetésekre az igazi megoldást persze a jelek erősítése, regenerálása adta, s erre attól kezdve nyílt meg a lehetőség, hogy Lee de Forest 1906-ban megalkotta azt az elektronsövet - a triódát -, mely a rácsán keresztül vezérelve alkalmas volt erősítő eszközök létrehozására is.

A lánc leggyengébb szeme persze így megint az Edison által használhatóvá fabrikált mikrofon lett, hiszen csak jó minőségű jeleket volt érdemes tovább erősíteni. Erre viszont Emile Berliner szabadalmaztatott megoldása bizonyult megfelelőnek. Érdekes, hogy Berliner a csúcsos szénmikrofonra már 1877. június 4-én (!), tehát a telefon feltalálása után egy évvel beadta szabadalmát, de egy hasonló tartalmú szabadalmi beadvány miatt az eredetiségvizsgálat hosszú ideig elhúzódott. Berliner csak 1891 novemberében kapta meg a szabadalmi védettséget. Berliner mikrofonjának a működése azon alapult, hogy a szénalapú érintkezők ellenállása megváltozik a nyomás hatására, azonban a gondolat mellé - mely megegyezett Edison mikrofonjának az alapgondolatával - egy ügyes technikai megoldással jóval egyszerűbb és megbízhatóbban működő mikrofont csinált. Az egyik szénérintkezőt, egy korongot, a membrán közepére illesztette, míg a másik, csúcsos kiképzésű szénérintkezőt egy csuklós fémfoglalat szorította neki a szénkorongnak. Berliner az egész mikrofont egy fémházba építette be, a membrán pedig egy puha gumigyűrűvel illeszkedett a fémház pereméhez. Amikor a telefonáló beszélni kezdett, a membrán átvette a hangrezgéseket, s ennek ritmusában a szénkorong és a csúcsos érintkező közötti nyomás megváltozott. A mikrofon áramköre a két érintkezőn keresztül záródott, ezáltal a hanghullámok áramingadozásá alakultak át.

A Berliner-rendszerű készülékek a határozottan jobb minőségű beszédátvitel miatt hamar népszerűek lettek és nem csak Amerikában, hanem Európában is elterjedtek. Hannoverben önálló készülékgyár is létesült. A Berliner-féle hallgató és mikrofon tökéletesített változatát gyártotta Bécsben a Deckert és Homolka cég is, mely a Monarchiát látta el telefonkészülékekkel.

Minden együtt állt tehát ahhoz, hogy a telefon behálózza a földgolyót és a századfordulón megindult folyamat valóban hamar eljutott erre a szintre. Az "Electrical Communication" 1923. februári száma szerint - mely évente közölt világstatisztikát - Észak-Amerikában 14 millió 302 ezer telefon működött, ami a világ telefonellátottságának közel 70 %-át tette ki. Ebben a régióban már akkor 9,8 telefon jutott száz lakosra. Európában ugyanakkor 5 millió 289 ezer telefont mutat a korabeli statisztika, ami mindössze 1,2 telefont jelentett 100 lakosra vetítve. A világ többi része azonban még ennél is szerényebben részesült Bell találmányának áldásából: Dél-Amerikában 286 ezer, Ázsiában 493 ezer, Afrikában 102 ezer, míg Ausztrália-Óceániában 376 ezer telefon működött. A világot behálózó automata tehát - ha területileg egyenlőtlenül is - megkezdte növekedését.

## **9. A holnap történelme: a jelen**

Nyolc részen keresztül követtük a telefon megszületésének izgalmas részleteit, s bár a történetet még sok-sok részben lehetne folytatni, inkább nézzük meg, hová fejlődött ez a csodálatos találmány mára és milyen szerepet tölt be életünkben.

A fokozatosan növekvő telefonhálózat egész fejlődése alatt magán viselt egyfajta kettősséget. Egyrészt az újabb és újabb találmányok, technológiai újítások szinte azonnal megjelentek a hálózat legújabb elemeiben, az egyik legdinamikusabban fejlődő területé avatva a távközlést. Ez a tendencia nem csak a történelmi időkre érvényes, mind a mai napig fennáll. Másrészt viszont az egyre növekvő távbeszélő rendszer hatalmas befektetett értéket képviselt igen hosszú megtérülési idővel. A harmincas években egy húszezres vonalszámú telefonközpont megépítése éveket vett igénybe és legalább harminc-negyven éves élettartammal számoltak a tervezők. Természetes volt tehát, hogy a világot átszövő telefonhálózatban a legkorszerűbb technikának együtt kellett működnie akár hús, harminc sőt negyven évvel ezelőtt tervezett rendszerekkel. Igen erőteljesen jelentkezett tehát a szigorú nemzetközi szabványosítás és az együttműködési kérdések ajánlásokban történő rögzítése. Erre a célra jött létre az ITU, a Nemzetközi Távközlési Egyesület, melynek ajánlásai már több, mint száz éve biztosítják, hogy pl. egy Budapestről Rio de Janeiróba indított hívás minden gond nélkül létre tudjon jönni és minősége legalább olyan legyen, mint ha a városon belül telefonálnánk.

A telefonközpontok fejlődése hosszú ideig a finommechanika diadala volt, ma is nagy élményt jelent egy működő forgógépes - vagy szaknyelven rotary - központ megtekintése. Aki kedvet érez hozzá, a budai Várban található Telefónia Múzeumban ezt is megteheti, hiszen a múzeumnak éppen egy ma már üzemen kívüli gépterem adott helyet. A nagy változást a telefonközpontok fejlődésében az hozta, mikor a mechanikus, majd az elektronikus vezérlést a számítógépes vezérlés váltotta fel. Az első számítógép-vezérelt telefonközpont 1965-ben készült el Amerikában. A központ persze az akkori technológiával valósult meg, a vezérlő memóriája még ferritgyűrűkből épült fel, de a központ szolgáltatásait már nem a berendezés fizikai áramkörei, hanem a működtető programrendszer határozta meg. Ezzel megnyílt az út az intelligens szolgáltatások bevezetése felé.

A hazai távbeszélő hálózat hosszú ideig lépést tudott tartani a nagyvilággal, de a világháborúk jelentősen visszavetették a fejlődést, majd az ötvenes évektől a fejlett világtól való elzártság és a fejlesztések központi visszafogása nehezítette a fejlődést. Mint annyi más területen, itt is a hazai követő fejlesztések tették lehetővé, hogy legalább a legfontosabb területeken megjelenhessenek az újdonságok. Így történt ez a számítógépes vezérléssel is: miközben a hálózatban a hetvenes évek végén még Ferenc József avatta rotary központok működtek a belvárosban, addig a BHG Híradástechnikai Vállalat már számítógép-vezérelt központokat fejlesztett a kelet-európai piac számára. Talán kevesen tudják, de a hazai hálózatban mind a mai napig több tucat olyan kiskapacitású vidéki főközpont van üzemben, melyeket számítógép vezérel és teljes egészben ennek a lelkes csapatnak a fejlesztésében készültek.

A számítógépes vezérlés igen sok olyan szolgáltatás kialakítására adott lehetőséget, melyeket ma már sokan nap, mint nap használnak. Ilyen például a hívásátirányítás, amikor telefonkészülékünkről tudjuk utasítani a központot, hogy a hozzánk érkező hívásokat egy másik számra - pl. hétvégi nyaralónkba - irányítsa, de ide tartozik az automatikus ébresztés vagy a foglalt előfizető szabaddá válására való várakozás is. A számítógépes vezérlés azonban csak az egyik eleme volt a forradalmi újdonságoknak. A másik nagy lépés a központokban kapcsolt és a központok között átvitt beszéd digitalizálása volt.

A beszéd jeleinek összetett voltát már a telefon felfedezése idején felismerték, Elisa Gray éppen ezért fordult más területek felé a döntő pillanatban. Később azonban világossá vált, hogy a sok frekvenciából álló beszéd a telefónia szempontjából a másodpercenkénti 300 és 3400 rezgés közötti jelek átvitelét teszi szükségessé. A hangzó beszédben ugyan ennél alacsonyabb és jóval magasabb rezgésszámú frekvenciák is vannak, de a jól érthető, a személy hangszínét is hordozó beszéd átviteléhez ennyi is elegendő. A beszéd továbbításához tehát olyan rendszereket terveztek, mely ennek a sávnak az átvitelét biztosítja. Mivel azonban egyre fontosabbá vált, hogy a kábeleken, mikrohullámú vagy éppen műholdas összeköttetésekben ne egyetlen, hanem egyszerre sok beszélgetés jeleit tudják átvinni, később úgy terezték meg ezeket a rendszereket, hogy sok beszéd jeleit tudják a nagyobb sáv szélességen eljuttatni. Az egyes beszéd sávokat egymás fölé keverték frekvenciában az adóoldalon és a vételi oldalon szétválasztották őket.

A módszer ugyan működött és sok helyen még ma is használják, azonban a technológia fejlődésével sokkal kezelhetőbbé váltak a digitális jelek, s ez alól a beszéd sem kivétel. Az, hogy a beszédet digitalizálni lehet, azaz hogy "0" és "1" jelek sorozatává lehet alakítani és a másik oldalon visszaalakítani újra beszéddé, sokkal régebbi felismerés, mint gondolnánk. Egy Reeves nevű francia mérnök az eljárást már 1936-ban szabadalmaztatta, noha jól tudta, a technikai megvalósításhoz még nem áll rendelkezésre a szükséges technológia. A mai digitális telefonközpontokban azonban a beszéd már nem egyéb, mint egy olyan jelfolyam, ahol másodpercenként 64 ezer darab "0" és "1" hordozza a mondanivalónkat.

Mi a jelentősége ennek a látszólag technikai kérdésnek a telefon szempontjából? Első pillanatra semmi, hiszen továbbra is ugyanazt a régi analóg telefonkészüléket használhatjuk. A beszéd digitalizálása azonban megteremtette a lehetőségét, hogy adatokat és beszédet, sőt ma már akár álló vagy mozgóképet ugyanazon a hálózaton keresztül juttassunk el az egyik végponttól a másikig. Ennek a gondolatnak a mai megvalósítási formája az ISDN, ami magyarul integrált digitális szolgálatú hálózatot jelent, s azt fejezi ki, hogy az egységes elven működő (azaz integrált) hálózaton több, egymástól különböző szolgálat (úgy mint beszédátvitel, adatátvitel stb.) valósítható meg. Míg a hagyományos telefonvonalon arra van lehetőségünk, hogy egyetlen beszélgetést folytassunk egyszerre, addig az ISDN vonalon másodpercenként 128 ezer "0"-t ill. "1"-et tudunk továbbítani a két fél között, ami lehet két egyidejű beszélgetés, vagy egy beszéd és közben egy Internet hozzáférés, de akár egy Internet hozzáférés és közben egy másik számítógépes kapcsolat is.

A *digitalizáció* tehát megteremtette az alapját, hogy a telefonhálózat ne csak a beszéd, hanem adatok átvitelére is alkalmas legyen. Természetesen a hálózat végpontjai - az előfizetői hurkok - ma még döntően analóg jelekkel dolgoznak, de egy modem segítségével ezek is alkalmassá tehetők - igaz, az ISDN-nél alacsonyabb sebességgel - számítógép csatlakoztatására is. A gerinchálózat - mely a városokat, országokat és a kontinenseket köti össze - azonban már döntő mértékben digitális. Ez az egész világot behálózó digitális gerinchálózat tette lehetővé, hogy az 1972-ben mindössze négy hálózati csomóponttal létrejött Internet az utóbbi években jelentős mértékben növekedni tudjon. Fizikailag ugyanis nincs külön telefonhálózat és Internet hálózat: mára már azt mondhatjuk, hogy a világot behálózó nagy átviteli hálózat létezik, s ennek a rendkívül gyorsan növekvő kapacitásán osztoznak a különböző alkalmazások, így a távbeszélő és az adatátvitel is. Külön szolgáltatók szakosodtak arra, hogy a világ legkülönbözőbb pontjai között digitális összeköttetést biztosítsanak más szolgáltatóknak és ezzel belépett egy új fogalom: az egész világra kiterjedő *globalizáció*.

Egyre inkább meghatározóvá válik egy harmadik tendencia is, melynek - legalább a reklámok szintjén - mindannyian részesei vagyunk, ez pedig a *mobilitáció*. Az első mobil eszközök már a negyvenes években megjelentek Amerikában, ezek azonban nem hasonlíthatók a mai mobiltelefonokhoz. Rendőrségi autókba épített rádióberendezések voltak

az első mobil távközlő eszközök, melyek csak diszpécser segítségével tudtak kapcsolatba kerülni a távbeszélő hálózattal. A mai értelemben vett mobiltelefonok a nyolcvanas évek végén kezdtek elterjedni, de nyilvánvaló volt, hogy tömegméretekben csak akkor lehet ilyen készülékeket piacra dobni, ha az egységes, nagy sorozatgyártás feltétele megteremthető. Itt is a szabványosítás hozta meg a sikert. Az Európai Távközlési Szabványosítási Intézet, az ETSI komoly munkával kidolgozta egy egységes európai rádiótelefon rendszer alapjait, melyet a kidolgozást vezető csoport francia neve után (Groupé Spéciale Mobile) GSM-nek nevezett el. Elképzelésük az volt, hogy olyan egységes szabványt dolgoznak ki, mely biztosítja, hogy a különböző gyártók készülékei egyformán illeszkedni tudjanak a hálózathoz, valamint, hogy a készülékkel országról országra vándorolva mindenütt használni lehessen a készüléket.

A GSM sikere - éppen a szabványosításnak a következtében - nem is maradt el. A rendszer hamar megjelent a kontinensen túl is és a három betű ma már a "Global Service for Mobile communication" rövidítése. 2000 januárjában 405 millió mobil telefon működött a világon, s ebből már 245 millió - tehát több, mint 60 % - már GSM rendszerű. A maradék 40 %-ot elsősorban az amerikai és a japán digitális rádiótelefon rendszer készülékei teszik ki, de természetesen szép számmal működnek még analóg rádiótelefon hálózatok is a világban.

A mobiltelefonok robbanásszerű elterjedése egy újabb fogalmat hívott életre, a *perszonalizációt*, a *személyi távközlés* megvalósulását. Amíg a hagyományos vezetékes telefonok esetén a hívószám egy fizikai hely felhívását jelentette, addig a mobilkészülék hívásakor már általában a személyt hívjuk, bárhol is tartózkodik éppen. A perszonalizáció azonban ennél egyre inkább többet jelent: a mobiltelefon, mint mindig a használója keze ügyében lévő intelligens berendezés sok más személyes információ tárolására is alkalmas. Legújabbán pedig már megjelentek azok a mobil készülékek, melyek Internet elérésre is alkalmasak, ezzel megadva a lehetőséget a készülék tulajdonosának, hogy akár utazás közben is lekérdezhesse a világhálóról a számára égetően fontos információkat.

Hol tartunk tehát? Létezik az automata távbeszélő hálózat, közel 1 milliárd előfizetővel, a mobil hálózatok mára már legalább 450 millió előfizetővel. Óriási sebességgel növekszik az Internet hálózat, mely egy közös gerinchálózatot használ a távbeszélőhálózattal, sőt sok esetben az Internet legközelebbi csomópontját is modem segítségével a telefonon éri el. Az Internetnek a legóvatosabb becslések szerint is legalább 50 millió csatlakozó számítógépe és legalább 200 millió felhasználója van, bár ezt a számot sokkal nehezebb mérni, mint a telefon előfizetőkét. Az egyre erőteljesebben szaporodó mobiltelefonok már szintén el tudnak érni egy egyszerűbb Internet-tartalmat, miközben biztosítják, hogy bárhol, bármikor elérhető legyen a tulajdonosa. A távközlés és a számítástechnika világának ez az összeolvadása az, amit *konvergenciának* hívunk, s ami a készülékek, a szolgáltatások és a hálózat szintjén egyaránt összemosza azokat a fogalmakat, melyek ötven, húsz, de még tíz éve is önálló területeket jelentettek. A konvergencia harmadik eleme - már egyre jobban láthatóan - az elektronikus média lesz.

Mit érez mindebből a társadalom? Az a réteg, mely magas szinten részesül a hálózati elérés előnyeiből, egyre inkább igényli is azt. A telefonban és Internet elérésben egyaránt jól ellátott országok polgárai számára már szinte életfeltétel a hálózati csatlakozás megléte, hiszen minden ügyüket telefonon, Interneten vagy mobil készüléken bonyolítják. A világ egyes részein tehát már kezd kialakulni egy új életforma, a *networking society*, avagy a hálózatra csatlakozó társadalom.