

Halló, Watson!

A telefon megszületése és a világ behálózása

Háttérgyár

AI-val készült borító

HALLÓ, WATSON!

A telefon megszületése és a világ behálózása

© Háttérgyár, 2026

Minden jog fenntartva.

Kiadó: Háttérgyár

Kiadás éve: 2026

hattergyar.hu

Ez a mű szerzői jogi védelem alatt áll. Részleteinek bármilyen formában való sokszorosítása, terjesztése vagy nyilvánosan elérhetővé tétele a kiadó előzetes írásbeli engedélye nélkül tilos.

A borító mesterséges intelligencia felhasználásával készült.

HÁTTÉRGYÁR

Tartalom

Bevezetés – A hang útja 5

1. fejezet – A távíró világa 9

2. fejezet – A hang családjában 12

3. fejezet – A beszélő vezeték elődei 15

4. fejezet – Bell és Watson műhelye 18

5. fejezet – 1876. február 14. 21

6. fejezet – „Mr. Watson, jöjjön ide” 24

7. fejezet – A készülékből üzlet lesz 26

8. fejezet – A központ megszületése 29

9. fejezet – A kapcsolókisasszonyok világa 32

10. fejezet – Edison hangosabbá teszi a telefont 35

11. fejezet – Telefonszám születik 38

12. fejezet – A távolság ellenállása 41

13. fejezet – Puskás Tivadar és Budapest beszélő hálózata 44

14. fejezet – Az automata központ lázadása 47

15. fejezet – A Bell System és a „természetes monopólium” 50

16. fejezet – A laboratórium, amely túlmutatott a telefonon 53

17. fejezet – A vezeték átkel az óceánon 56

18. fejezet – A telefon háborúban és válságban 58

19. fejezet – A telefon belép az otthonba 61

HÁTTÉRGYÁR

20. fejezet – Nyomógomb, hangfrekvencia, digitális központ 64

21. fejezet – Amikor a vezeték eltűnik 66

22. fejezet – Martin Cooper sétája Manhattanben 69

23. fejezet – A GSM és a zsebtelefon korszaka 71

24. fejezet – Az üzenetrögzítő és a nem fogadott hívás 73

25. fejezet – Telefonfülkék és a nyilvános hálózat 75

26. fejezet – A telefon és a magánélet 77

27. fejezet – Az okostelefon: a telefon eltűnése a telefonból 79

28. fejezet – Százötven év egy mondat után 81

29. fejezet – Mit hallunk a telefonban? 84

30. fejezet – Közös vonalon: a vidéki telefon 87

31. fejezet – A telefon és a sajtó sebessége 89

32. fejezet – Üzlet egyetlen hívással 91

33. fejezet – Elérhetőnek lenni 93

34. fejezet – A csengő hangjától a rezgő zsebig 95

35. fejezet – Egyenlőtlen hálózatok 97

36. fejezet – Mi marad a telefonból? 99

37. fejezet – A kéretlen hívás és a bizalom ára 101

38. fejezet – Miért Bell neve maradt meg? 104

39. fejezet – A telefon és a városi tér 107

40. fejezet – A telefon mint tárgy 109

41. fejezet – A telefon mint mérőeszköz 111

HÁTTÉRGYÁR

42. fejezet – A telefon és az idő 114

43. fejezet – A vonal másik oldalán: hallássérültek és akadálymentesség 116

44. fejezet – Egyetlen szám: a segélyhívás útja 118

45. fejezet – Közös nyelv a vezetékek mögött 120

Utószó 123

Záró megjegyzés – A hálózat mint örökség 125

Kronológia 126

Felhasznált és ajánlott irodalom 131

HÁTTÉRGYÁR

Bevezetés – A hang útja

1876. március 10-én Alexander Graham Bell bostoni műhelyében egy rövid mondat hangzott el, amely utólag a technikatörténet egyik jelképévé vált. Bell asszisztensét, Thomas Watsont hívta át a szomszéd helyiségből. A mondat azért maradt fenn, mert Bell laboratóriumi jegyzetében rögzítette a kísérletet, és mert a beszéd ezúttal nem közvetlenül, a levegőn át jutott el a hallgatóhoz. Elektromos jel közvetítette. A készülék még távol állt a későbbi telefonoktól, a hang gyenge és torz volt, de a lényeg működött: az emberi beszéd folytonos rezgéseit elektromos változássá lehetett alakítani, vezetéken továbbítani, majd ismét hallható hanggá formálni.

A telefon történetét gyakran egyetlen feltaláló és egyetlen mondat történeteként mesélik el. A valóság jóval érdekesebb. A készülék megszületéséhez kellett a távíró fél évszázados fejlődése, az elektromágnesség kutatása, a hang fizikájának jobb megértése, a finommechanika, az ipari gyártás, valamint olyan üzletemberek és mérnökök együttműködése, akik felismerték, hogy egy beszélő vezeték akkor válik igazán értékessé, ha nem két pontot, hanem emberek ezreit és később millióit kapcsolja össze. A telefon ezért kezdettől egyszerre volt műszer, szolgáltatás és hálózat.

HÁTTÉRGYÁR

Az elsőbbség kérdése körül már a XIX. században éles viták alakultak ki. Bell mellett Elisha Gray, Antonio Meucci, Johann Philipp Reis és mások neve is megjelent. Egyesek olyan eszközöket készítettek, amelyek bizonyos hangokat vagy beszédszerű jeleket továbbítottak; mások olyan elveket fogalmaztak meg, amelyek később a telefon működésében szerepet kaptak. Bell jelentősége abban állt, hogy 1876-ban jogilag is védett, működőképes rendszert hozott létre, majd munkatársaival és üzleti partnereivel olyan fejlesztési folyamatot indított el, amelyből rövid idő alatt iparág született. Ez a megfogalmazás pontosabb annál a leegyszerűsítésnél, hogy valaki egyetlen pillanatban „feltalálta” a telefont.

A könyv története ezért nem zárul le Bell szabadalmánál. A telefon valódi forradalma akkor kezdődött, amikor megjelentek a központok, a kapcsolókisasszonyok, az előfizetői névsorok, a telefonszámok, a távolsági vonalak és az automata kapcsolás. Minden újítás ugyanarra a kérdésre adott választ: hogyan lehet egyre több embert úgy összekötni, hogy a hálózat használható, megbízható és gazdaságos maradjon? A válaszokból megszületett a modern távközlés infrastruktúrája.

A telefon története társadalomtörténet is. Megváltoztatta az üzletet, a sajtót, az orvosi

HÁTTÉRGYÁR

segítségnyújtást, a rendőrség működését, a családi kapcsolatokat és a városi élet ritmusát. Új foglalkozásokat teremtett, majd automatizálással sokukat eltüntette. Megteremtette a távoli jelenlét élményét: azt a különös tapasztalatot, hogy valakinek a hangját hallhatjuk anélkül, hogy vele egy helyen lennénk. Ez ma magától értetődő, de a XIX. század végén sokak számára szinte természetellenesnek tűnt.

A XX. században a hálózat egyre kevésbé függött a rézhuzaltól. Megjelentek a rádiótelefonok, a mikrohullámú láncok, a koaxiális és tengeralatti kábelek, a műholdak, majd az optikai szálak. A telefonközpontok elektromechanikus gépei helyét elektronikus és digitális rendszerek vették át. Az 1970-es években a kézi mobiltelefon még mérnöki látványosságnak számított, az 1980-as években drága luxuseszköz volt, a XXI. század elejére pedig a telefon zsebben hordott számítógéppé alakult. A készülék eltávolodott eredeti funkciójától, miközben a hanghívás továbbra is a hálózat egyik alapvető szolgáltatása maradt.

A 2026-os százötvenedik évforduló jó alkalom arra, hogy a telefon történetét ne diadalmenetként, hanem egymásra épülő problémák és megoldások soraként vizsgáljuk. A kérdés nem csupán az, ki mondta ki először a megfelelő elvet, hanem az is, hogyan lett egy laboratóriumi

HÁTTÉRGYÁR

kísérletből olyan rendszer, amely néhány nemzedék alatt átrajzolta a társadalom térképét. A telefon története végső soron arról szól, hogyan tanulta meg az emberiség elektromos jellé alakítani a közelség egyik legfontosabb jelét, az emberi hangot.

HÁTTÉRGYÁR

1. fejezet – A távíró világa

A telefon nem üres térben született. Mire Bell és kortársai az emberi beszéd elektromos továbbításával kezdtek kísérletezni, a távíró már több évtizede bizonyította, hogy az elektromosság alkalmas információk nagy távolságú továbbítására. A XIX. század közepének távíróhálózata a maga korában éppolyan radikális változást jelentett, mint egy évszázaddal később az internet. A korábbi kommunikáció sebességét a ló, a vasút vagy a hajó határozta meg; a távíróval az üzenet és a fizikai szállítás sebessége elvált egymástól.

Samuel Morse rendszere azért vált különösen sikeressé, mert viszonylag egyszerű elektromos jelekből, megszakításokból építette fel az ábécét. A távíró nem próbálta meg továbbítani az emberi hang teljes gazdagságát. Kódolta az üzenetet, majd a túloldalon emberi közreműködéssel visszaalakította szöveggé. Ez a látszólagos korlátozás valójában előny volt. A vezetékeken a jel gyenge lehetett, zajok torzíthatták, mégis elég volt felismerni, mikor érkezett rövid vagy hosszú impulzus. A telefon ezzel szemben sokkal nehezebb feladatot vállalt: magát a hang hullámformáját kellett valamilyen módon megőriznie.

HÁTTÉRGYÁR

A távíró gazdasági sikere közben egyre nagyobb nyomás nehezedett a mérnökökre, hogy ugyanazon a vezetéken több üzenetet továbbítsanak. A vezetékek kiépítése drága volt, a városok fölött oszloperdők és huzalok jelentek meg, a vasútvonalak mentén pedig több párhuzamos drót futott. A duplex és quadruplex távírók, majd a különböző frekvenciákat használó harmonikus rendszerek azt ígérték, hogy egyetlen vezeték egyszerre több csatornát hordozhat. Ebből a versenyből nőtt ki közvetlenül Bell egyik legfontosabb kutatási iránya.

A távíró tehát nem a telefon előtti, meghaladott technika volt, hanem annak közvetlen szülőközege. A telefon első üzletemberei távíró-vállalatok logikájában gondolkodtak, a korai szerelők gyakran távírászok voltak, a vezetékek építésének gyakorlata pedig készen állt. Ugyanakkor a két rendszer használata alapvetően különbözött. A távíróhoz képzett kezelő kellett, a telefon viszont elvileg bárkit közvetlen beszélgetőféllé tehetett. Ez a különbség később a telefon társadalmi terjedésének egyik fő erejévé vált.

A XIX. század második felének városaiban már kialakult az a gazdasági környezet, amely gyors kommunikációt kívánt. A tőzsde, a vasút, a kikötők, az újságok, a bankok és a nagykereskedők számára az információ időértéke egyre fontosabb lett. A távíró ezt a szükségletet elégítette

ki, de többnyire intézmények közötti kommunikáció maradt. A telefon később ugyanebbe a gazdasági rendszerbe lépett be, csak éppen az emberi hang közvetlenségével.

A hang elektromos továbbításának gondolata már jóval Bell előtt felmerült. Az elektromágnesesség kutatói tudták, hogy az elektromos áram mágneses és mechanikai mozgást válthat ki. A kérdés az volt, hogyan lehet a levegő rendkívül összetett rezgéseit olyan elektromos változásokba átültetni, amelyekből a túloldalon felismerhető beszéd keletkezik. A távíró világában a jel többnyire kétállapotú volt: áram folyt vagy nem folyt. A beszéd folytonos, gyorsan változó jelenség. A telefon megszületésének kulcsa ennek a különbségnek a felismerése lett.

HÁTTÉRGYÁR

2. fejezet – A hang családjában

Alexander Graham Bell 1847-ben Edinburghban született olyan családba, amelyben a beszéd nem pusztán mindennapi emberi képesség, hanem szakmai kérdés is volt. Apja, Alexander Melville Bell a beszédtanítás és a fonetika ismert művelője volt. A családi közegben a hangképzés, a kiejtés és a beszéd láthatóvá tétele mindennapos témának számított. Bell későbbi érdeklődése ezért nem véletlenül fordult az akusztika felé: számára a beszéd mechanizmusa jóval korábban tudományos problémává vált, mint hogy elektromos készülékeken kezdett volna dolgozni.

Bell édesanyja halláskárosodással élt, és ez személyesen is érzékennyé tette a hang, a hallás és a kommunikáció kérdéseire. Fiatalon zongorázott, érdekelte a zene, és kísérletezett azzal, hogyan lehet hangokat mechanikai eszközökkel előállítani vagy elemezni. A családban használt Visible Speech rendszer a beszédhangok képzésének módját jelölésekkel írta le. Az elképzelés abból indult ki, hogy ha a nyelv, az ajak és a torok helyzetét megfelelő jelekkel rögzítik, a kiejtés taníthatóvá válik akkor is, ha a tanuló nem hallja megfelelően a hangot.

A család 1870-ben Kanadába költözött. Bell egészsége korábban meggyengült, két testvére tuberkulózisban halt

HÁTTÉRGYÁR

meg, ezért a környezetváltásnak személyes jelentősége is volt. Nem sokkal később Bostonban kezdett dolgozni siket és nagyothalló tanulók oktatásával. Tanári munkája és műszaki kísérletei egymás mellett futottak. Bell nem olyan feltaláló volt, aki kizárólag gépekkel foglalkozott; életének jelentős részében a beszéd és a hallás oktatásának kérdéseivel is törődött.

Ez a háttér magyarázza, hogy miért éppen a hang érdekelte a távíró mérnöki problémái között. Más feltalálók elsősorban több távírójelet akartak egy vezetéken továbbítani. Bell ugyanebben a problémában zenei és akusztikai összefüggéseket látott. Ha különböző hangmagasságú rezgésekkel lehetne külön csatornákat létrehozni, a vezeték több üzenetet hordozhatna egyszerre. Ezt nevezték harmonikus távírónak. Bell számára azonban hamar felmerült a következő lépés: ha elektromos árammal külön hangok továbbíthatók, talán a beszéd összetett hangképe is továbbítható.

Az emberi beszéd fizikai szempontból folyamatosan változó nyomáshullám. A gége rezgései, a szájüreg formája, a nyelv és az ajkak mozgása együttesen alakítják ki azt a bonyolult jelalakot, amelyből a hallgató hangzókat, mássalhangzókat, hangsúlyt és beszélői sajátosságokat ismer fel. Egy működő telefonnak nem kellett tökéletesen reprodukálnia ezt a jelet, de meg kellett őriznie annyi

részletet, hogy az agy felismerje a beszédet. Ezzel a problémával Bell pedagógiai és akusztikai tapasztalata különösen jól találkozott.

Bell pályája ezért jó példa arra, hogy a technikai találmányok gyakran különböző tudásterületek találkozásából születnek. A telefonhoz nem volt elegendő az elektromosságtan, kellett hozzá a hangtan, a mechanika és az emberi érzékelés is. Bell nem minden részterületen volt a korszak legjobb mérnöke, de olyan kérdéseket kapcsolt össze, amelyeket mások külön kezeltek. Ebben a kombinációban rejlett egyik legfontosabb előnye.

HÁTTÉRGYÁR

3. fejezet – A beszélő vezeték elődei

A telefon elsőbbségi vitáit csak akkor lehet tisztán látni, ha különbséget teszünk ötlet, kísérleti eszköz, használható berendezés és működő hálózat között. A XIX. század közepén több feltaláló jutott el odáig, hogy elektromos úton hangot továbbítson. Ezek a kísérletek fontos lépések voltak, de nem mindegyik tudott érthető, folyamatos beszédet megbízhatóan közvetíteni.

Johann Philipp Reis német tanár az 1860-as évek elején készített olyan készülékeket, amelyeket Telephonnak nevezett. A rendszer membránja a hangrezgések hatására elektromos áramkört nyitott és zárt, a vevő pedig elektromágneses jelenségekkel állított elő hangot. Bizonyos zenei hangok és esetenként beszédszerű jelek átvihetők voltak, de a konstrukció alapelve nehezen őrizte meg a beszéd finom amplitúdóváltozásait. Reis munkája mégis fontos, mert világosan mutatta, hogy a hang elektromos továbbítása nem puszta fantázia.

Antonio Meucci olasz származású feltaláló szintén a beszéd elektromos közvetítésével foglalkozott, és az Egyesült Államokban ideiglenes szabadalmi bejelentéshez hasonló caveatot nyújtott be saját rendszerével kapcsolatban. Később, amikor Bell sikere nyilvánvalóvá

vált, Meucci hívei azt állították, hogy az olasz feltaláló lényegében korábban megoldotta a problémát. A fennmaradt dokumentumok alapján Meucci kísérletei kétségtelenül jelentősek, de a történeti elsőbbség megítélése bonyolultabb annál, mint hogy egyetlen dátummal eldönthető legyen. Nem maradt fenn olyan, Bell 1876-os rendszerével azonos jogi és technikai dokumentáció, amely egyszerűen átruházná rá az elsőbbséget.

Elisha Gray amerikai feltaláló még közvetlenebb riválisvolt. A harmonikus távíró fejlesztésével foglalkozott, és 1876 februárjában olyan bejelentést tett, amely folyadékos adóval kapcsolatos elképzelést írt le. Bell szabadalmi kérelme és Gray caveatja ugyanazon a napon, február 14-én érkezett az amerikai szabadalmi hivatalhoz. Ez a véletlen vagy történeti dráma később végtelen viták forrásává vált. A jogi küzdelmekben Bell szabadalma maradt érvényben, de Gray szerepe jól mutatja, hogy több kutató egy időben közelített ugyanahhoz a megoldáshoz.

A technikatörténetben az ilyen párhuzamos találmányok gyakoriak. Ha egy tudományos és gazdasági környezet megérik egy újításra, különböző helyeken dolgozó emberek hasonló megoldásokhoz juthatnak. A gőzgép, a fényképezés, a rádió vagy a repülés történetében is találunk egymással versengő feltalálókat. A telefon sem

kivétel. Az elsőbbségi vita ezért nem csupán személyes dicsőségről szól, hanem arról is, hogyan határozzuk meg magát a találmányt.

Bell előnye végül nem csak a szabadalom volt. Thomas Watsonnal együtt folytatta a kísérleteket, nyilvános bemutatókon bizonyította a készülék használhatóságát, majd olyan üzleti szervezet épült köré, amely képes volt telefonokat gyártani, vezetékeket kiépíteni és szolgáltatást értékesíteni. Egy találmány társadalmi jelentőségét ritkán dönti el egyetlen laboratóriumi pillanat. A telefon esetében az áttörést a technikai működőképesség, a jogi védelem, a tőke és a hálózatépítés együtt hozta meg.

HÁTTÉRGYÁR

4. fejezet – Bell és Watson műhelye

Thomas Augustus Watson fiatal gépész és elektromos műszerész volt Bostonban, amikor Belllel dolgozni kezdett. Kapcsolatuk jól példázza a feltalálói munka gyakorlati természetét. Bell sokszor elvi elképzelésekkel és akusztikai intuícióval érkezett, Watson pedig képes volt azokat fa, fém, huzal, membrán és elektromágnes formájában működő tárggyá alakítani. A telefon történetében ezért Watson szerepe jóval több annál, mint hogy ő hallotta az első híres mondatot.

A két férfi eredetileg harmonikus távírón dolgozott. Olyan rendszert akartak létrehozni, amely különböző frekvenciák segítségével több jelet továbbít egy vezetéken. A kísérleti eszközökben fémnyelvek, elektromágnesek és rezonáló elemek kaptak szerepet. A munka során 1875 júniusában történt egy nevezetes esemény: egy beragadt vagy folyamatosan rezgő elem hangját a másik oldalon is észlelték. A jelenség arra utalt, hogy a vezeték nem csupán egyszerű be- és kikapcsolásokat továbbíthat, hanem a rezgés finom változásait is követheti.

Bell számára ez megerősítette azt az elképzelést, hogy a beszédet hullámzó elektromos árammal kell közvetíteni. A távíró hagyományos logikája megszakított áramokat

használt. A telefonhoz viszont olyan jel kellett, amelynek változása valamilyen arányban követi a hangrezgést. A gondolat mai szemmel magától értetődőnek látszik, mert az analóg jel fogalma közismert, de akkoriban a mérnöki gyakorlat nagy része más elvre épült.

A műhelyben folyamatosan módosították a membránokat, mágneseket és érintkezőket. Sok kísérlet kudarcot vallott, vagy csak zajos, alig felismerhető hangot eredményezett. A telefon megszületése ezért nem egyetlen zseniális rajz megvalósítása volt. A készülék érzékenységét, a membrán tömegét, a mágnes helyzetét és az áram változtatásának módját egyaránt ki kellett tapasztalni. A korai telefonok hangereje kicsi volt, a beszélőnek és hallgatónak gyakran pontosan kellett tartania a készüléket.

Bell 1875 márciusában Joseph Henryvel, a Smithsonian Institution tekintélyes tudósával is beszélt elképzeléseiről. Amikor Bell saját elektromos ismereteinek hiányára panaszkodott, Henry arra biztatta, hogy szerezze meg a szükséges tudást és folytassa a munkát. A találkozó azért fontos, mert mutatja, hogy Bell nem légüres térben dolgozott. Kapcsolatokat keresett, tanácsokat kért, és tudta, hogy a beszéd elektromos továbbításának problémája túlmutat saját szakmai képzettségén.

HÁTTÉRGYÁR

1875 végére már elég világos volt az irány ahhoz, hogy Bell és támogatói a szabadalmi védelemre összpontosítsanak. A következő hónapokban a műhelyben végzett kísérletek és a jogi verseny párhuzamosan gyorsultak fel. A telefon megszületése innentől nemcsak tudományos, hanem jogi és üzleti történet is lett.

HÁTTÉRGYÁR

5. fejezet – 1876. február 14.

A telefon történetének egyik legtöbbet vitatott dátuma nem március 10., hanem 1876. február 14. Ezen a napon Bell ügyvédei benyújtották szabadalmi kérelmét az Egyesült Államokban, miközben Elisha Gray képviselője egy caveatot, vagyis előzetes bejelentést adott be hasonló kutatási területen. A két dokumentum közelsége később azt a benyomást keltette, mintha a találmány sorsa néhány óra adminisztratív előnyön múlt volna. A valós történet ennél összetettebb.

Bell szabadalma, amelyet március 7-én 174,465-ös számon adtak meg, általános elvet fogalmazott meg az elektromos áram olyan változtatására, amely a hangot létrehozó levegőrezgésekhez hasonló formát követ. Ez a megfogalmazás később rendkívül erős jogi pozíciót biztosított számára. A szabadalom nem pusztán egyetlen készülék rajzára vonatkozott, hanem a beszéd elektromos továbbításának tágabb módszerére is igényt formált.

Gray caveatja folyadékos adót írt le, amelyben a hangrezgés hatására változott az elektromos ellenállás. Bell néhány héttel később maga is használt folyadékos adót abban a kísérletben, amelyhez a híres Watson-mondat kötődik. Ebből született a gyanú, hogy Bell vagy környezete Gray megoldásából merített. A későbbi jogi és

történeti vizsgálatok sok részletet feltártak, de nincs olyan egyszerű bizonyíték, amely a teljes találmányt egyetlen adminisztratív visszaélésre vezetné vissza. Bell már korábban is dolgozott a változó áram elvén, és szabadalmának kulcsfontosságú állításai nem azonosak Gray caveatjával.

A vita azért maradt tartós, mert a találmány óriási gazdasági értéket szerzett. Ha a telefon csupán laboratóriumi érdekesség marad, valószínűleg kevesebb figyelem jut arra, ki melyik napon mit rajzolt vagy adott be. Amikor azonban a Bell-rendszer vállalati birodalom alapjává vált, minden elsőbbségi kérdés pénzügyi és politikai jelentőséget kapott. A versenytársak számára a szabadalom megtámadása üzleti stratégia lett.

A szabadalmi rendszer sajátossága is hozzájárult a konfliktushoz. A jog nem azt kérdezi, ki gondolt először valamire homályos formában, hanem azt, ki tudta a találmányt megfelelően leírni, igényelni és megvédeni. A technikatörténész ennél szélesebb kérdést vizsgál: milyen ötletek, kísérletek és előzmények vezettek a működő rendszerhez. A két nézőpont nem mindig ugyanazt a „feltalálót” emeli ki.

Bell 1876 márciusára mindenesetre olyan jogi helyzetbe került, amely lehetővé tette számára a továbblépést. Három nappal a szabadalom kiadása után jött a kísérlet,

amely azóta a telefon születésnapjaként él a köztudatban.

HÁTTÉRGYÁR

6. fejezet – „Mr. Watson, jöjjön ide”

1876. március 10-én Bell és Watson ismét egy folyadékos adóval kísérletezett. A készülékben egy membránhoz kapcsolódó vezető elem savas folyadékba merült, és a rezgés hatására változtatta az áramkör ellenállását. A rendszer kényes és laboratóriumi jellegű volt, de alkalmasnak bizonyult arra, hogy a beszédhez szükséges folytonos elektromos változásokat létrehozza.

Bell jegyzete szerint Watson a másik szobában hallotta meg a felszólítást. A mondat pontos központozása és egyes változatai körül később kisebb eltérések jelentek meg, de a laboratóriumi feljegyzés lényege világos: Bell beszéde érthetően eljutott a vezetéken. A technikatörténetben ritka, hogy egy fordulópont ennyire jól dokumentált legyen. A pillanat azért vált jelképpé, mert egyszerre könnyen elmesélhető és valódi műszaki áttörést rögzít.

A kísérlet azonban nem jelentette azt, hogy már készen állt a kereskedelmi telefon. A folyadékos adó nem volt praktikus mindennapi használatra. A korai mágneses telefonok hangja gyenge volt, a vezetékek vesztesége nagy, a jelátvitel pedig érzékeny a külső zavarokra. A következő évek fejlesztései legalább olyan fontosak voltak, mint az első sikeres mondat. Egy találmány akkor válik

HÁTTÉRGYÁR

technológiává, amikor ismételhető, gyártható és mások által is használható.

Bell mégis gyorsan felismerte, hogy a készüléket nyilvánosan kell bemutatni. 1876 nyarán a philadelphiai Centennial Exhibition, az Egyesült Államok függetlenségének századik évfordulójára rendezett világkiállítás ideális alkalmat kínált. A kiállításon a telefon kezdetben nem tartozott a legnagyobb látványosságok közé, de a bemutatók során felkeltette a zsűri és a látogatók figyelmét. A történeti emlékezet különösen II. Péter brazil császár lelkes reakcióját őrizte meg, aki ismerte Bellt siketek oktatásával kapcsolatos munkájából.

A telefon bemutatása azért volt hatásos, mert nem igényelt hosszú magyarázatot. Aki a készülékbe beszélt, majd egy távolabbi ponton meghallotta ugyanazt a hangot, közvetlenül megtapasztalta az új technika lényegét. A távíró kódolt üzenetével szemben a telefon nem követelt külön képzettséget. A készülék használata az ember egyik legalapvetőbb kommunikációs készségére, a beszédre épült.

A március 10-i kísérlet tehát inkább kezdet, mint végpont. A következő másfél évben kellett kiderülnie, van-e a telefonnak valódi piaca, milyen műszaki rendszerben lehet tömegesen működtetni, és ki fog fizetni azért, hogy a hangja vezetéken jusson el valaki máshoz.

7. fejezet – A készülékből üzlet lesz

A telefon korai üzleti modellje ma szokatlannak tűnne. A készülékeket nem egyszerűen eladták, hanem gyakran bérbe adták, és a használathoz a vezetéket is ki kellett építeni. Az első ügyfelek számára a telefon nem országos hálózatot jelentett, hanem két konkrét pont összekötését: például egy üzletet és egy raktárt, egy gyár irodáját és műhelyét, vagy egy vállalkozó otthonát és munkahelyét. A készülék értéke kezdetben tehát attól függött, van-e valaki a vezeték másik végén, akivel elég gyakran érdemes beszélni.

Bell támogatói, köztük Gardiner Hubbard és Thomas Sanders, hamar felismerték, hogy a szabadalom önmagában kevés. A telefonhoz társaság kellett, amely gyártatja a berendezéseket, megszervezi a bérbeadást és ellenőrzi a hálózat növekedését. 1877-ben létrejött a Bell Telephone Company. A vállalat későbbi története összefonódott az American Telephone and Telegraph Company, az AT&T felemelkedésével, de a kezdetek korántsem voltak biztosak. Sok üzletember a telefont furcsa játékszernek vagy a távíró korlátozott kiegészítőjének tekintette.

HÁTTÉRGYÁR

A Western Union, az amerikai távírópiac óriása eleinte nem szerezte meg Bell szabadalmait. Amikor azonban világossá vált, hogy a telefon iránt valódi kereslet van, saját rendszerrel lépett piacra, és olyan feltalálókat támogatott, mint Thomas Edison és Elisha Gray. Ezzel megkezdődött az első nagy telefonháború. A küzdelemben nemcsak a jogászok, hanem a mérnökök is szerepet kaptak. Aki jobb adót és hangosabb, tisztább beszédet kínált, versenyelőnyhöz juthatott.

Bell eredeti mágneses adó-vevője ugyanazzal az alapelvvel működhetett mindkét irányban, de a hangereje korlátozott volt. A korai hálózat fejlődéséhez érzékenyebb adók kellettek. Edison szénalapú adója és más hasonló megoldások azzal javították a jelet, hogy a hangrezgések a szén érintkezési ellenállását változtatták. A helyi áramforrás segítségével sokkal erősebb elektromos változást lehetett létrehozni, mint amennyit pusztán a beszélő hang energiája biztosított. A telefon ettől kezdve már nem csak rövid vezetékeken működő különlegesség volt.

A Bell és a Western Union közötti jogvita 1879-ben megállapodással zárult. A Western Union elismerte Bell szabadalmi helyzetét és kivonult a telefonüzletből, miközben pénzügyi részesedéshez jutott bizonyos bevételekből. Az egyezség döntő következménye az lett,

hogy a Bell-rendszer jó időre meghatározó pozícióba került az Egyesült Államokban. A telefonipar ettől kezdve nem pusztán feltalálók versenye, hanem szabványok, licencek és vállalati hálózatok küzdelme volt.

Bell személyesen fokozatosan távolodott az üzlet napi működésétől. Érdeklődése más tudományos kérdések, köztük a repülés és az öröklődés felé fordult. A név azonban a vállalatokban és a technológia kulturális emlékezetében megmaradt. A Bell System később az amerikai gazdaság egyik legnagyobb és legösszetettebb műszaki szervezetévé nőtt. A kezdeti laboratóriumi készülék mögött ekkor már olyan intézmény állt, amelynek feladata nem egyetlen telefon előállítása, hanem egy egész kommunikációs ökoszisztéma működtetése lett.

HÁTTÉRGYÁR

8. fejezet – A központ megszületése

A telefon valódi társadalmi ereje akkor bontakozott ki, amikor a pont-pont összeköttetések helyett hálózatok jöttek létre. Ha tíz előfizető mindegyikét külön vezetékkel akarták volna összekötni minden másik előfizetővel, a vezetékek száma gyorsan kezelhetetlenné válik. A központ elve egyszerűbb megoldást kínált: minden előfizető egy központi helyre csatlakozik, és ott kapcsolják össze azzal, akit hívni akar.

A telefonközpont gondolata több helyen szinte egyszerre merült fel. Korai kísérleti kapcsolóberendezések már 1877-ben működtek, de az első széles körben elismert kereskedelmi központ 1878. január 28-án nyílt meg a connecticuti New Havenben. George Coy és társai a District Telephone Company keretében hozták létre. Coy kezdetleges kapcsolótáblája mai szemmel barkácseszköznek hatott: csavarok, vezetékek és egyszerű érintkezők segítségével tette lehetővé, hogy az operátor a hívó vonalát egy másik előfizetőhöz kapcsolja.

Az eredeti rendszer huszonegy előfizetővel indult. Néhány héttel később már olyan névsort nyomtattak, amelyet az első telefonkönyvként szokás említeni. Nem telefonszámokat tartalmazott, hanem neveket. A hívó

egyszerűen megmondta az operátornak, kit szeretne elérni. A számok csak később váltak szükségessé, amikor az előfizetők száma már meghaladta azt a szintet, amelyet az operátorok és ügyfelek kényelmesen név alapján kezelhettek.

A központ egy csapásra megváltoztatta a telefon gazdasági értékét. Egyetlen előfizetés most már nem egyetlen másik készülékhez adott hozzáférést, hanem potenciálisan az egész helyi hálózathoz. Minden új előfizető növelte a hálózat értékét a már meglévők számára. Ezt a jelenséget később hálózati hatásnak nevezték: a szolgáltatás haszna nem lineárisan nő a résztvevők számával, mert az új kapcsolódási lehetőségek száma gyorsan szaporodik.

A központ ugyanakkor emberi munkahely lett. Az operátoroknak fel kellett venniük a hívást, azonosítani a kívánt felet, a megfelelő aljzatok közé vezetéket dugniuk, majd a beszélgetés végén bontaniuk a kapcsolatot. A korai központokban eleinte férfiak és fiúk is dolgoztak, de hamarosan egyre több nőt alkalmaztak. A vállalatok gyakran azzal indokolták a váltást, hogy a női operátorokat udvariasabbnak, türelmesebbnek és megbízhatóbbnak tartják. E mögött azonban az is állt, hogy a női munkaerőt alacsonyabb bérért lehetett foglalkoztatni.

HÁTTÉRGYÁR

A kapcsolótábla a telefonhálózat láthatatlan emberi magja lett. A felhasználó számára a művelet egyszerű volt: felemelte a hallgatót, jelezte a központnak a kívánt partnert, majd várt. A háttérben viszont egyre nagyobb termekben egymás mellett dolgozó operátorok százai teremtették meg a kapcsolatokat. A telefon hálózati jellege tehát kezdetben nem automatika, hanem szervezett emberi munka eredménye volt.

HÁTTÉRGYÁR

9. fejezet – A kapcsolókisasszonyok világa

A telefonközpontok terjedésével új női foglalkozás született. Az Egyesült Államokban 1878 végén Emma Nutt nevét szokás az első női telefonkezelőként említeni; hamarosan testvére és sok más fiatal nő is hasonló munkát végzett. A munkáltatók szigorú szabályokat írtak elő. Az operátornak gyorsnak, udvariasnak, pontosnak kellett lennie, és még akkor is nyugodt hangon kellett beszélnie, amikor türelmetlen előfizetők egyszerre követeltek kapcsolatot.

A nagyvárosi kapcsolótermek a századfordulóra az ipari munkaszervezés különleges tereivé váltak. A dolgozók sorokban ültek a magas kapcsolótáblák előtt, fejhallgatót viseltek, és kábeleket dugtak az egymás fölött elhelyezett aljzatokba. A munka erős figyelmet igényelt. Egy rossz csatlakoztatás két idegen beszélgetőt kötött össze, egy késlekedés pedig azonnal panaszt válthatott ki. A központok teljesítményét egyre gyakrabban mérték, így a telefon korán bekapcsolódott a munka racionalizálásának világába.

Az operátor különös hatalmi helyzetben volt. Tudta, ki kit keres, hallhatta a vonal egy részét, és technikailag ő döntötte el, mikor jön létre a kapcsolat. A kisebb

HÁTTÉRGYÁR

településeken a kapcsolókezelők gyakran a helyi információs rendszer fontos szereplőivé váltak. Vészhelyzetben ők hívták az orvost, tűzoltót vagy rendőrt, néha pedig több előfizetőt kapcsoltak össze gyors tájékoztatás céljából. A telefonhálózat így sok helyen közösségi infrastruktúra lett még azelőtt, hogy formális segélyhívó számok léteztek volna.

Ugyanez a helyzet adatvédelmi és társadalmi kérdéseket is felvetett. A telefonbeszélgetés eleve intimebb volt a táviratnál, mert az ember saját hangján beszélt. Ugyanakkor a kapcsolat létrehozásához egy harmadik személy közreműködésére volt szükség. A felhasználóknak meg kellett tanulniuk, hogy a vezeték nem teljesen magánterület. A telefonhoz ezért már korán kapcsolódott a lehallgatás, a titkosság és a kommunikációs etika problémája.

A női operátori munka több országban évtizedeken át fontos városi foglalkoztatási lehetőség lett. Szigorú felvételi feltételek, korhatárok és viselkedési szabályok jellemezték. A nagy szolgáltatók számára az operátorok hangja maga a vállalat hangja volt, ezért képzésük és ellenőrzésük része lett a márkaépítésnek. Az előfizető a hálózatot nem látta, de hallotta az operátort.

Az automata kapcsolás elterjedése később fokozatosan csökkentette ezt a szerepet. Az emberi közvetítő eltűnése

azonban nem egyszerűen költségcsökkentés volt: a telefon használatának kultúráját is átalakította. A hívó egyre közvetlenebbül irányíthatta, kit és mikor akar elérni. A tárcsa majd a nyomógomb a kapcsolókisasszony kezéből a felhasználóhoz vitte át a hálózat vezérlésének egy részét.

HÁTTÉRGYÁR

10. fejezet – Edison hangosabbá teszi a telefont

Thomas Alva Edison neve elsősorban a fonográffal és az elektromos világítás rendszerével kapcsolódott össze, de a telefon fejlődésében is fontos szerepet játszott. Amikor a Western Union a Bell-rendszer versenytársaként saját telefontechnológiát kezdett fejleszteni, Edison egyik legfontosabb feladata az adó javítása lett. A korai készülékek egyik alapvető problémája ugyanis az volt, hogy a beszéd túl halk és gyenge maradt.

A megoldás a változó ellenállás elvére épült. A szén elektromos ellenállása az érintkezés és a nyomás változásával módosulhat. Ha egy membrán a hang hatására nyomást gyakorol szénre vagy szénszemcsékre, a rajta átfolyó áram erőssége a beszéd ritmusában változik. Ez a jel külső áramforrás energiáját használja, így a továbbított elektromos változás jóval erősebb lehet, mint a pusztán elektromágneses indukcióval előállított jel.

Edison és más fejlesztők szénadói döntő lépést jelentettek a használható telefon felé. A technológia különböző változatai hosszú évtizedekig megmaradtak a vezetékes készülékekben. A klasszikus telefonkagyló mikrofonjában egészen a késő XX. századig megtalálhatók voltak a szénszemcséken alapuló megoldások. A

felhasználó ebből semmit nem érzékelt; számára csak az volt fontos, hogy a másik fél hangosabban és tisztábban hallható.

Az adó fejlődése jól mutatja, hogy a telefon nem egyetlen találmány. Bell szabadalma nélkül másképp alakult volna a történet, de a kereskedelmi sikerhez szükség volt Edison, Emile Berliner, Francis Blake és számos kevésbé ismert mérnök munkájára is. A vevő, az adó, a csengő, a helyi áramforrás, a központ és a vezeték külön-külön fejlesztési történettel rendelkezett. Ezekből állt össze az a készülék, amelyet a századfordulón már telefonnak ismertek.

A szabadalmi viták természetesen itt sem maradtak el. A szénadók körül több vállalat és feltaláló igyekezett jogokat szerezni, a bíróságok pedig éveken át vizsgálták, ki milyen elvet és konstrukciót használt először. A jogi küzdelmek mögött óriási piac állt. Ha egy vállalat ellenőrizhette a jobb adót, az egész hálózat minősége fölött szerezhetett előnyt.

Edison hozzájárulása azért is érdekes, mert ugyanebben az időszakban a hang rögzítésén dolgozott. A telefon a hang térbeli távolságát győzte le, a fonográf az időbeli távolságot: az egyik lehetővé tette, hogy valakit messziről halljunk, a másik azt, hogy egy korábbi hangot később ismét meghallgassunk. A két technológia együtt új

korszakot nyitott az emberi hang történetében.

HÁTTÉRGYÁR

11. fejezet – Telefonszám születik

A korai telefonkönyvekben nem feltétlenül szerepeltek számok. New Haven első, 1878-as előfizetői listáján neveket és intézményeket soroltak fel, a hívó pedig megmondta az operátornak, kit keres. Ez kis hálózatban működött, de a növekedéssel hamar kiderült, hogy a név nem elég hatékony azonosító. Azonos vezetéknevű előfizetők jelentek meg, cégek költöztek, és az operátoroknak egyre hosszabb névsorokat kellett fejben vagy katalógusból kezelniük.

A számok bevezetése adminisztratív újításnak látszik, pedig alapvetően megváltoztatta a hálózatot. A telefonszám elválasztotta a személyt a kapcsolási címtől. A központ számára nem az számított, kicsoda az előfizető, hanem hogy melyik vonalhoz kell kapcsolni a hívást. Ez tette lehetővé az automatizálást is, hiszen egy gép számokkal sokkal könnyebben dolgozik, mint nevekkel.

A korai számrendszerek még erősen kötődtek a helyi központhoz. A nagyvárosokban betűkből és számokból álló azonosítók jelentek meg, amelyek egy központ nevét vagy területét jelölték. Az amerikai filmekből ismert olyan formák, mint a „Pennsylvania 6-5000”, ennek az időszaknak az örökségét őrzik. Később a hálózat

méretének növekedése egységesebb számozási terveket követelt.

A telefonszám kulturális fogalommá vált. Cégek reklámjaikban könnyen megjegyezhető számokat kerestek, magánemberek névjegykártyán és levélpapíron tüntették fel új elérhetőségüket. A lakcím mellett megjelent egy második, láthatatlan cím. A szám azt jelezte, hogy valaki része a hálózatnak, és bizonyos társadalmi körökben státuszszimbólummá is vált.

A telefonkönyv szintén új információs műfaj lett. Nem híreket vagy történeteket tartalmazott, hanem egy város kommunikációs térképét. A vastag kötetekből ki lehetett keresni üzleteket, szolgáltatókat és magánszemélyeket. Később külön szakmai jegyzékek, az úgynevezett sárga oldalak tették a telefont a kereskedelmi keresés egyik alapvető eszközévé. A keresőmotorok előtti világban a telefonkönyv a helyi gazdaság egyik legfontosabb adatbázisa volt.

A számok szabványosítása a távolsági és nemzetközi hívásokkal vált igazán összetett feladattá. Országkódok, körzetszámok és helyi számok hierarchiája alakult ki. A felhasználónak ma elég egy számsort beírnia, a hálózat pedig ennek alapján több országon és szolgáltatón keresztül irányítja a hívást. Ennek az automatizmusnak a gyökerei azokban a XIX. századi központokban vannak,

ahol az operátor még egy név hallatán kézzel dugta át a zsinórt a megfelelő aljzatba.

HÁTTÉRGYÁR

12. fejezet – A távolság ellenállása

A telefon első éveiben a távolság gyorsan megmutatta a technológia korlátait. Rövid városi vezetékeken a beszéd még elfogadhatóan hallatszott, de hosszabb vonalakon a jel gyengült és torzult. A vezeték ellenállása, kapacitása és induktivitása együtt alakította a jel terjedését. A telefontechnika fejlődésének egyik nagy kérdése ezért az lett, hogyan lehet a hangot egyre messzebbre eljuttatni anélkül, hogy felismerhetetlenné válna.

A vezeték anyaga számított. A vasdrótot fokozatosan jobb vezetők, mindenekelőtt réz váltották fel. A légvezetékek geometriai elrendezését is javították, és egyre pontosabban kezdték érteni a hosszú vonalak elektromos viselkedését. Oliver Heaviside brit matematikus és mérnök elméleti munkája megmutatta, hogy megfelelő induktivitás mellett csökkenthető a jel torzulása. Mihajlo Pupin szerb-amerikai fizikus és mások gyakorlati megoldásokat dolgoztak ki indukciós tekercsek alkalmazására.

A „pupinizálásnak” nevezett eljárás során meghatározott távolságonként indukciós tekercseket iktattak a vonalba. Ezek a hangfrekvenciás átvitel szempontjából kedvezőbbé tették a vezetéket, és

jelentősen növelték a használható távolságot. A módszer nem minden későbbi adatátviteli igénynek felelt meg, de a XX. század elején kulcsszerepet játszott a távolsági telefon fejlődésében.

A nagy távolságú vonal technikai kérdése egyben gazdasági kérdés is volt. Egy városi előfizetői hálózat viszonylag sűrű területen sok fizető ügyfelet szolgált ki. Egy több száz kilométeres vonal kiépítése viszont hatalmas beruházást igényelt, miközben kezdetben kevés hívást tudott továbbítani. A távolsági szolgáltatás ezért drága maradt, és gyakran különleges eseménynek számított. A beszélgetéseket előre le kellett foglalni, időtartamukat pedig szigorúan mérték.

1892-ben Bell részt vett a New York és Chicago közötti távolsági szolgáltatás ünnepélyes megnyitásában. A kapcsolat még nem jelentett országos, automatikus hálózatot, de jelezte az irányt. 1915-ben már New York és San Francisco között is létrejött transzkontinentális telefonkapcsolat. Az eseményen Bell és Watson ismét eljátszották a híres első mondatot, immár több ezer kilométer távolságban. A technológiai fejlődés látványosan megmutatta, mekkorát változott a telefon kevesebb mint negyven év alatt.

A távolsági hálózatok fejlesztése később erősítők, vákuumcsövek és elektronikus ismétlők alkalmazásához

vezetett. Ettől kezdve a telefon már nem pusztán passzív vezetékrendszer volt. A hálózat aktívan erősítette és formálta a jelet. Ez a változás nyitotta meg az utat a kontinenseket összekötő telefon és végül a globális távközlés előtt.

HÁTTÉRGYÁR

13. fejezet – Puskás Tivadar és Budapest beszélő hálózata

A telefon történetének magyar fejezete különösen gazdag, de egyben sok legenda tapad hozzá. Puskás Tivadart gyakran a telefonközpont „feltalálójaként” említik. A történeti források óvatosságra intenek ezzel a megfogalmazással. Kézi kapcsolású központok az Egyesült Államokban már a hetvenes évek végén működtek, és a New Haven-i kereskedelmi központ 1878-as megnyitása jól dokumentált. Puskás jelentősége inkább abban áll, hogy nagyon korán felismerte a központi kapcsolás üzleti lehetőségét, részt vett európai hálózatok szervezésében, majd Magyarországon is meghonosította a szolgáltatást.

Puskás 1844-ben született Pesten, és életútja jól illik a XIX. századi technikai vállalkozók világához. Tanult és dolgozott több országban, megfordult az Egyesült Államokban, kapcsolatba került Edisonnal, majd Európában az új kommunikációs technológiák üzleti bevezetésével foglalkozott. Párizsban részt vett a telefonhálózat kiépítésében, és tapasztalatait később Budapesten hasznosította.

A magyar telefonhálózat megszervezésében öccse, Puskás Ferenc játszott közvetlen szerepet. A szükséges engedélyek megszerzése után 1881. május 1-jén megnyílt

HÁTTÉRGYÁR

az első budapesti telefonközpont. A kezdeti előfizetők száma néhány tucat volt. A Postamúzeum adatai szerint Magyarország ezzel az európai országok között is korán bekapcsolódott a telefonhálózatok kiépítésébe. Az első ügyfelek között üzletek, szerkesztőségek, bankok és tehetősebb magánszemélyek szerepeltek.

A hálózat kezdetben technikailag messze volt a későbbi megbízhatóságtól. A földvisszavezetéses vezetékek érzékenyek voltak a zavarokra, a központi kapcsolás kézi munkát igényelt, és a szolgáltatás ára sem tette tömegessé a használatot. Mégis gyorsan nyilvánvalóvá vált, hogy a telefon különösen hasznos egy olyan városban, amelynek gazdasága és népessége gyorsan növekszik. Budapest a XIX. század utolsó évtizedeiben modern nagyvárossá alakult, és a telefon a vasúthoz, villamoshoz, közvilágításhoz és sajtóhoz hasonlóan ennek az átalakulásnak lett része.

Puskás Tivadar legkülönlegesebb későbbi vállalkozása a Telefonhírmondó volt. 1893. február 15-én indult el Budapesten az a szolgáltatás, amely telefonvezetékeken keresztül rendszeresen híreket, tőzsdei információkat, időjárási adatokat és később zenei, színházi műsorokat közvetített előfizetőknek. A rendszer a mai értelemben nem rádió volt, mert vezetékes hálózatot használt, de a műsorszórás logikáját előlegezte meg: egy központi

szerkesztőség ugyanazt a hangzó tartalmat juttatta el sok hallgatóhoz.

Puskás alig egy hónappal a Telefonhírmondó indulása után meghalt. Vállalkozása azonban tovább működött, és a magyar médiatörténet különleges fejezetévé vált. A telefon itt már nem két ember párbeszédének eszköze volt, hanem tömegkommunikációs csatorna. Ez a fejlemény megmutatta, hogy ugyanaz a vezetékes infrastruktúra többféle társadalmi funkciót is betölthet. A hálózat nemcsak összekapcsolhat, hanem tartalmat is terjeszthet.

HÁTTÉRGYÁR

14. fejezet – Az automata központ lázadása

A kézi kapcsolás működőképes volt, de a hálózat növekedésével egyre drágább és nehézkesebb lett. Egy központ kapacitását nem lehetett korlátlanul növelni újabb operátorok és kapcsolótáblák hozzáadásával. A XX. század küszöbén ezért mind sürgetőbbé vált az a kérdés, amely minden nagy infrastruktúrát utolér: hogyan lehet automatizálni az ember által végzett ismétlődő műveleteket?

Az automata telefonközpont történetéhez Almon Brown Strowger amerikai temetkezési vállalkozó neve kötődik. A hagyomány szerint Strowger azért kezdett érdeklődni a gépi kapcsolás iránt, mert úgy gondolta, egy helyi telefonkezelő riválisa temetkezési vállalkozáshoz irányítja az ügyfeleket. A történet részleteit nehéz teljes bizonyossággal igazolni, de jól kifejezi az automata rendszer ígéretét: a kapcsolás többé nem egy ember jóindulatától, figyelmétől vagy döntésétől függ.

Strowger az 1880-as évek végén olyan elektromechanikus kapcsolórendszeren kezdett dolgozni, amely a hívó által küldött impulzusok alapján önállóan választotta ki a kívánt vonalat. 1891-ben szabadalmat kapott rendszerére. A korai változatok még gombokat

használtak, de hamarosan megjelent a forgótárcsa, amely egyszerű és robusztus módon alakította a számjegyeket megszakítások sorozatává. A kettes két impulzust, az ötös öt impulzust küldött a központ felé, a kapcsológép pedig ezek alapján lépkedett a megfelelő irányba.

Az automata központok egyik kulcseleme a léptető kapcsoló lett. A mechanikus szerkezet függőleges és forgó mozgások kombinációjával választott ki egy érintkezőt sok lehetséges út közül. A gép kattogott, mozgott, kopott és rendszeres karbantartást igényelt, de képes volt nagy mennyiségű hívást operátor nélkül kapcsolni. A felhasználó számára ez újfajta szabadságot jelentett: közvetlenül tárcsázhatta a kívánt számot.

Az automatizálás azonban nem egyik napról a másikra szorította ki a kézi rendszereket. Sok szolgáltató óvatos volt, mert hatalmas beruházást igényelt a meglévő hálózat cseréje. A kézi központok még évtizedekig működtek, különösen kisebb településeken és nemzetközi kapcsolatokban. A XX. század közepén egy ország telefonhálózatában gyakran több technikai nemzedék élt egymás mellett.

Budapesten az első nagy automata központot 1928-ban helyezték üzembe. A rotary rendszer már egy fejlettebb elektromechanikus megoldást képviselt, amely a nagyvárosi előfizetői forgalomhoz igazodott. Az automata

központ bevezetése nemcsak műszaki modernizáció volt, hanem a telefonhasználat kultúrájának változása is. A hívó maga lett a kapcsolási folyamat első vezérlője.

Az automata kapcsolás története előrevetítette a későbbi számítógépes hálózatokat. A telefonközpont lényegében útvonalválasztó rendszer: egy cím alapján eldönti, merre haladjon a kapcsolat. A mechanikus kapcsoló ezt fogaskerekekkel, elektromágnesekkel és érintkezőkkel végezte, a digitális központ később elektronikusan. Az alapfeladat azonban változatlan maradt.

HÁTTÉRGYÁR

15. fejezet – A Bell System és a „természetes monopólium”

Az Egyesült Államok telefonhálózatának történetét hosszú időn át a Bell System határozta meg. A rendszer nem egyetlen vállalat volt, hanem egymáshoz kapcsolódó helyi szolgáltatók, gyártóüzemek, távolsági hálózat és kutatóintézetek együttese. Központi szereplője az AT&T lett, amelynek célja az országos, egységes telefonrendszer megteremtése volt.

A telefonhálózat gazdasági sajátossága kedvezett a koncentrációnak. Két egymással versengő, egymáshoz nem kapcsolódó hálózat azt jelentette, hogy egy vállalkozásnak akár két előfizetésre is szüksége lehetett, ha minden partnerét el akarta érni. A hálózat értéke az összekapcsolhatóságból fakadt, ezért erős nyomás alakult ki az egységes szabványok és a nagy szolgáltatók irányába. Ebből született a „természetes monopólium” gondolata: bizonyos infrastruktúrákban gazdaságosabb lehet egyetlen, szabályozott hálózat működtetése, mint párhuzamos rendszerek kiépítése.

A Bell-szabadalmak 1890-es évekbeli lejárata után számos független telefonszolgáltató jelent meg. Kisvárosokban és vidéki területeken sokszor ezek a társaságok vitték el a telefont olyan helyekre, amelyeket a

nagy Bell-vállalatok nem tartottak elsődleges piacnak. Az amerikai telefonrendszer története ezért nem folyamatos monopólium, hanem időszakos verseny, összeolvadások és szabályozási kompromisszumok sorozata.

Theodore Vail, az AT&T meghatározó vezetője az egységes rendszer gondolatát hirdette. A vállalat számára a helyi telefon, a távolsági vonal, a készülékgyártás és a kutatás összekapcsolása stratégiai előnyt jelentett. A Western Electric készítette a berendezések nagy részét, a Bell Laboratories pedig később olyan kutatási központtá vált, amely messze túlnőtt a telefon szűk értelemben vett problémáin.

A monopolhelyzet egyszerre hozott előnyöket és veszélyeket. Az egységes rendszer lehetővé tette a szabványosítást, hosszú távú beruházásokat és olyan kutatást, amelynek megtérülése évtizedekben volt mérhető. Ugyanakkor korlátozta a versenyt, és a felhasználók kevés választási lehetőséggel rendelkeztek. A telefonkészülék az Egyesült Államokban sokáig a szolgáltató tulajdona volt, az előfizető pedig a hálózat részeként használta.

A XX. század végére a szabályozói szemlélet megváltozott. Az Egyesült Államokban hosszú jogi folyamat után 1984-ben feldarabolták az AT&T helyi szolgáltatói rendszerét. A döntés mögött az a felfogás állt,

hogy a távközlés egyes részeiben a verseny már technikailag és gazdaságilag is lehetséges. A Bell System felbomlása egy korszak végét jelentette, de az általa létrehozott szabványok, kutatási eredmények és infrastruktúrák tovább éltek.

HÁTTÉRGYÁR

16. fejezet – A laboratórium, amely túlmutatott a telefonon

A Bell Laboratories, közismert nevén Bell Labs, a XX. századi tudomány és technika egyik legsikeresebb kutatóhelyévé vált. Eredeti feladata nagyon gyakorlati volt: a telefonhálózatot kellett jobbá, megbízhatóbbá és nagyobb kapacitásúvá tenni. A problémák azonban olyan alapkutatási kérdéseket vetettek fel, amelyek megoldása végül a modern elektronika és informatika egészét alakította.

A nagy távolságú telefonhoz jobb erősítők kellettek. A központokhoz megbízható kapcsolóelemekre volt szükség. A sok beszélgetés egyidejű továbbításához meg kellett érteni, hogyan kódolható, tömöríthető és választató szét az információ. A zaj csökkentése, a jel torzulásának mérése és a kommunikáció elméleti határainak meghatározása mind a telefonrendszer gyakorlati igényeiből nőtt ki.

1947-ben a Bell Labs kutatói, John Bardeen, Walter Brattain és William Shockley létrehozták az első működő tranzisztort. A cél részben az volt, hogy a vákuumcsöveknél kisebb, megbízhatóbb és kevesebb energiát fogyasztó erősítőelemet találjanak a telefonhálózat számára. A tranzisztor jelentősége azonban messze túlnőtt ezen. Belőle fejlődött ki a

félvezető-elektronika, majd az integrált áramkör és a mikroprocesszor világa.

Claude Shannon szintén a Bell Labs környezetében dolgozta ki az információelmélet alapjait. 1948-as munkája azt vizsgálta, hogyan mérhető az információ és milyen korlátok között továbbítható zajos csatornán. A bit fogalmának elméleti szerepe, a csatornakapacitás és a hibajavítás matematikája később a digitális kommunikáció alapja lett. A telefonhálózat kérdései így közvetlenül kapcsolódtak ahhoz a tudományhoz, amely nélkül ma nem létezne internet vagy mobiladat-forgalom.

A Bell Labs kutatói más területeken is áttöréseket értek el: rádiócsillagászati megfigyelések, lézerek, napelemek, digitális jelfeldolgozás és operációs rendszerek kötődtek az intézményhez. A kutatóhely különleges modellje abból fakadt, hogy egy hatalmas, stabil bevételű infrastruktúra képes volt hosszú távú tudományos munkát finanszírozni. A telefonelőfizetők milliói közvetve olyan kutatásokat is eltartottak, amelyek haszna csak évekkel vagy évtizedekkel később vált nyilvánvalóvá.

A telefon történetében ezért a Bell Labs nem mellékszál. Megmutatja, hogy egy infrastruktúra fenntartása milyen tudományos ökoszisztémát hozhat létre. A beszéd továbbításának problémájából végül az információ általános elmélete és a digitális elektronika született meg.

A telefon így nemcsak alkalmazta a modern fizikát, hanem maga is új tudományos kérdéseket termelt.

HÁTTÉRGYÁR

17. fejezet – A vezeték átkel az óceánon

A kontinensek közötti kommunikációt a távíró már a XIX. században összekapcsolta. Az atlanti távírókábel lehetővé tette, hogy Európa és Észak-Amerika között percek vagy órák alatt cseréljenek üzeneteket. A telefon azonban sokkal nagyobb sávszélességet igényelt, ezért az óceán hosszú ideig komoly akadály maradt.

Az első transzatlanti telefonbeszélgetések rádión keresztül valósultak meg. A rádiótelefon-szolgáltatás a húszas évek végétől működött, de drága, zajos és korlátozott kapacitású volt. A hívásokat kevés csatornán kellett megosztani, a légköri és ionoszférikus viszonyok pedig befolyásolták a minőséget. Az üzleti és diplomáciai használathoz megfelelő lehetett, tömeges telefonforgalomhoz azonban nem.

A megoldást a tengeralatti telefonkábel jelentette. A feladat nehezebb volt, mint a távíró esetében, mert a hangfrekvenciás jelet hosszú út során ismételten erősíteni kellett. Olyan víz alatti erősítőket kellett tervezni, amelyek éveken át működnek javítás nélkül, miközben hatalmas víznyomásnak vannak kitéve. A kábelnek mechanikailag is túl kellett élnie a fektetést és az óceánfenék viszonyait.

HÁTTÉRGYÁR

1956. szeptember 25-én megnyílt a TAT-1, az első transzatlanti telefonkábel-rendszer. Skócia és Új-Fundland között húzódott, és két kábelből álló rendszerével 36 egyidejű telefonbeszélgetést tudott továbbítani. Ez mai szemmel csekély kapacitás, de akkor óriási előrelépés volt. A kábel stabilabb és jobb minőségű kapcsolatot kínált, mint a rádiótelefon, és megnyitotta az utat az egyre nagyobb kapacitású óceáni összeköttetések előtt.

A tengeralatti kábelek fejlődése később a koaxiális technikától az optikai szálakig vezetett. Az üvegszálon fényimpulzusok hordozzák az információt, és egyetlen modern kábel olyan adatforgalmat képes továbbítani, amelyhez képest a TAT-1 harminchat beszélgetése szinte felfoghatatlanul kevés. A globális internet jelentős része ma is tengeralatti kábeleken halad, nem műholdakon.

A telefon tehát az óceán meghódításával vált igazán globális rendszerré. A földrajzi távolság gazdasági jelentősége csökkent, bár az árak még sokáig magasak maradtak. A nemzetközi telefonhívás évtizedeken át ünnepi vagy üzleti esemény volt. A hálózat fejlődése azonban fokozatosan azt az elvárást teremtette meg, hogy a világ másik felén élő ember hangja ugyanolyan természetesen elérhető legyen, mint a szomszéd utcáé.

18. fejezet – A telefon háborúban és válságban

A telefon gyorsan katonai eszközzé vált. A hadseregek számára a vezetékes beszédközvetítés azt jelentette, hogy a parancsnokok közvetlenül kommunikálhattak egységeikkel, anélkül hogy futárokat vagy kódolt táviratokat kellett volna használniuk. A terepi telefon egyszerű, robusztus készülék volt, amelyet gyorsan kihúzott vezetékekhez csatlakoztattak. Előnye ugyanakkor sebezhetőséget is jelentett: a kábeleket tüzérség, járművek vagy szabotázs könnyen megszakíthatta.

Az első világháború lövészárkaiban a telefon a parancsnoki rendszer alapvető részévé vált. A tüzérségi megfigyelők telefonon adhatták tovább koordinátáikat, a frontszakaszok jelenthették a helyzetet a hátrébb lévő parancsnokságnak. A vezetékes hálózat azonban lehallgatható volt, és az ellenség különféle induktív módszerekkel is próbált információt szerezni. A kommunikáció biztonsága ettől kezdve elválaszthatatlan lett a technikai fejlesztéstől.

A második világháborúban a rádió egyre nagyobb szerepet kapott, de a telefon továbbra is nélkülözhetetlen maradt. A katonai központok, légvédelmi rendszerek és hátországi parancsnokságok kiterjedt vezetékes

hálózatokat használtak. A háború felgyorsította az elektronikus erősítők, kapcsolók és mikrohullámú rendszerek fejlesztését, amelyek később polgári szolgáltatásokban is megjelentek.

A telefon békeidőben is válságkezelési infrastruktúrává vált. Tűzesetek, balesetek és egészségügyi vészhelyzetek esetén a gyors riasztás életeket menthetett. A korai hálózatokban még külön helyi számokat kellett ismerni, később egységes segélyhívó számok jelentek meg. Az Egyesült Államokban a 911 rendszer, Európában több nemzeti megoldás után az egységes 112-es szám lett a közös keret.

A telefonhálózat megbízhatósága ezért közérdekű kérdéssé vált. A szolgáltatóknak tartalék áramforrásokat, redundáns útvonalakat és gyors hibaelhárítást kellett biztosítaniuk. Sok hagyományos vezetékes telefon áramszünet idején is működött, mert a központ saját tápellátást adott a vonalnak. Ez a tulajdonság később, a hálózati áramot igénylő vezeték nélküli és internetalapú telefonok terjedésével részben elveszett.

A telefon történetének ez az oldala emlékeztet arra, hogy a kommunikáció nem pusztán kényelmi szolgáltatás. Modern társadalmakban kritikus infrastruktúra, amelynek meghibásodása közbiztonsági, gazdasági és politikai következményekkel járhat. A „halló” szó mögött ezért

HÁTTÉRGYÁR

mindig ott van egy hatalmas rendszer, amelynek akkor is működnie kell, amikor más rendszerek már akadoznak.

HÁTTÉRGYÁR

19. fejezet – A telefon belép az otthonba

A XIX. század végén a telefon még főként üzleti eszköz volt. Egy bank, újságszerkesztőség vagy kereskedő számára közvetlen gazdasági hasznot hozott, a magánháztartásban viszont sokáig luxusnak számított. A XX. század során ez fokozatosan megváltozott. A készülék az előszobából, irodából vagy üzlethelyiségből bekerült a nappaliba, majd a konyhába és hálószobába is.

A háztartási telefon társadalmi szokásokat teremtett. Megjelent a telefonetikett: hogyan kell bemutatkozni, mikor illik hívni valakit, milyen hosszú lehet egy beszélgetés. A csengő váratlanul törte meg az otthon csendjét, ezért a hívás egyszerre jelentett lehetőséget és behatolást. A felhasználó nem tudta előre, ki keresi. Ez a bizonytalanság a telefonélmény része maradt egészen a hívóazonosítás elterjedéséig.

A családokban a készülékhez való hozzáférés társadalmi viszonyokat tükrözött. A fiatalok hosszú beszélgetései gyakran konfliktust okoztak, mert egyetlen vonalat az egész háztartás használt. A telefonkagyló kábelének hossza meghatározta, mennyire lehetett privát a beszélgetés. Az amerikai kultúrában a kamaszok telefonálása külön társadalmi jelenséggé vált, de hasonló

változások más országokban is megjelentek, ahogy az előfizetések száma nőtt.

A készülék formája közben folyamatosan változott. A falra szerelt dobozokat és különálló beszélő-hallgató egységeket felváltotta a gyertyatartó alakú asztali telefon, majd az egybeépített kagylós készülék. A Western Electric 302-es és később 500-as modellje az amerikai telefon designjának ikonjává vált. Európában más formák terjedtek el, de a cél mindenütt hasonló volt: egyszerű, tartós, könnyen tisztítható és tömeggyártásra alkalmas készüléket létrehozni.

A színes műanyag telefonok a háború utáni fogyasztói kultúrában már lakberendezési tárggyá is váltak. A telefon nem csupán műszaki eszköz volt, hanem a modern élet jelképe. Hirdetések mutatták be, hogyan hozza közelebb a családtagokat, hogyan segíti a háziasszonyt, az üzletembert vagy az idős embert. A reklámok természetesen idealizálták a valóságot, de jól jelzik, hogy a telefon társadalmi jelentése megváltozott.

A vezetékes telefon otthonossá válása egyben új függőséget is teremtett. Ha valakinek nem volt telefonja, egyre több ügyintézésből és társadalmi kapcsolatból maradhatott ki. A telefonszám lassan alapvető elérhetőségi adattá vált. A hálózat univerzális szolgáltatássá válásának eszménye abból a felismerésből született, hogy a

HÁTTÉRGYÁR

telefonhoz való hozzáférés már nem pusztán luxus, hanem a modern társadalmi részvétel egyik feltétele.

HÁTTÉRGYÁR

20. fejezet – Nyomógomb, hangfrekvencia, digitális központ

A forgótárcsa évtizedeken át a telefon egyik legismertebb része volt. Mechanikusan állította elő azokat az impulzusokat, amelyekből a központ felismerte a számjegyeket. Megbízható, de lassú megoldás volt. Egy nulla tárcsázásakor a tárcsának hosszú utat kellett megtennie, majd visszaforognia, miközben tíz impulzust küldött a hálózatba.

A nyomógombos telefon új korszakot jelzett. A Bell System Touch-Tone szolgáltatása az 1960-as években kezdett terjedni, és kettős hangfrekvenciás jelzést használt. Minden gomb két különböző frekvenciájú hang kombinációját küldte. A rendszer gyorsabb volt a tárcsánál, és további lehetőségeket is kínált, mert a hangjeleket automatikus szolgáltatások is felismerhették.

A gombok elrendezése ma annyira megszokott, hogy ritkán gondolunk rá mint mérnöki döntésre. A telefon numerikus billentyűzete nem azonos a számológépekével: az egyes felül, a hetes alul található. A kialakítást emberi tényezőket vizsgáló kísérletek és használhatósági szempontok alakították. A telefon fejlődése ezzel is jelezte, hogy a hálózat már nem csak elektromos mérnöki, hanem

ergonómiai rendszer is.

A központok belsejében még nagyobb átalakulás zajlott. A léptető és keresztkapcsolós elektromechanikus gépeket fokozatosan elektronikus kapcsolórendszerek váltották fel. A tranzisztor és a digitális elektronika lehetővé tette, hogy a kapcsolatokat szoftverszerű logika irányítsa. Az analóg beszédet mintavételezni, számsorokká alakítani és digitálisan továbbítani lehetett.

A digitális telefonhálózat több szempontból előnyös volt. A jel ismétlésekor nem kellett minden alkalommal az analóg hullám apró torzulásait tovább erősíteni; a rendszer az eredeti biteket állíthatta helyre. Egy átviteli csatornán sok beszélgetést lehetett időosztással továbbítani. A kapcsolás gyorsabbá és programozhatóbbá vált, új szolgáltatások – hívásátirányítás, konferenciahívás, hívóazonosítás – jelentek meg.

A telefon ezzel fokozatosan számítógépes rendszerré vált, még akkor is, ha a felhasználó továbbra is hagyományos kagylót tartott a füléhez. A XX. század végén a telefonközpontok már nagyrészt digitális információt mozgattak, és a beszéd csak egy volt a sok adatfajta közül. A hálózat technikai logikája közeledett az internetéhez, előkészítve azt a korszakot, amikor a hanghívás maga is adatcsomagokká alakult.

HÁTTÉRGYÁR

21. fejezet – Amikor a vezeték eltűnik

A telefon születésének egyik alapfeltétele a vezeték volt. A hang elektromos jelként rézdróton haladt, a hálózat pedig oszlopok, föld alatti kábelek és központok sűrű rendszeréből állt. A rádió fejlődése azonban már a XX. század elején felvetette a kérdést: lehet-e telefonálni úgy, hogy a két fél között nincs közvetlen vezetékes kapcsolat?

A hajózás és a hadsereg korán alkalmazott rádiótelefonokat. A rádió különösen ott bizonyult hasznosnak, ahol vezetéket nem lehetett vagy nem volt érdemes kiépíteni. A korai rendszerek azonban inkább rádióállomások voltak, mint mai értelemben vett telefonok. A felhasználó meghatározott csatornán beszélt, gyakran egyszerre csak az egyik irányban, és a hálózat kapacitása erősen korlátozott volt.

Az autótelefon a mobil telefonálás fontos előzménye lett. A második világháború után több országban olyan szolgáltatásokat indítottak, amelyekben az autóba szerelt rádiókészülék a nyilvános telefonhálózathoz kapcsolódott. A berendezések nagyok, nehezek és drágák voltak, a városokban pedig csak néhány tucat egyidejű beszélgetésre jutott rádiócsatorna. A várólisták hosszúak lehettek, és a szolgáltatás inkább üzletemberek,

kormányzati tisztviselők vagy sürgősségi szervek eszköze maradt.

A döntő ötlet a cellás hálózat volt. Ahelyett, hogy egyetlen nagy teljesítményű adó szolgálna ki egész várost, a területet kisebb cellákra osztják. Ugyanazokat a frekvenciákat kellően távoli cellákban újra fel lehet használni, így a rendszer sokkal több előfizetőt képes kezelni. Ha a felhasználó mozog, a hálózat átadja a kapcsolatot egyik cellából a másikba. Ez a handover teszi lehetővé, hogy valaki beszélgetés közben autóval haladjon át a városon.

A cellás koncepció műszaki alapjai már a Bell Labs mérnökeinél megjelentek a XX. század közepén, de a gyakorlati megvalósítást a frekvenciagazdálkodás, a kapcsolástechnika és a készülékek mérete is késleltette. A rádióspektrum korlátozott erőforrás, ezért a hatóságoknak frekvenciasávokat kellett kijelölniük. A hálózatnak gyorsan kellett azonosítania a mozgó előfizetőt, nyomon követnie, melyik cellában tartózkodik, és a hívást a megfelelő bázisállomáshoz irányítania.

A mobiltelefon tehát nem egyszerűen vezeték nélküli telefon. Mögötte bonyolult helyzetkövetési és kapcsolási infrastruktúra működik. A készülék csak a hálózat látható vége. Ahogy a XIX. században a telefon értéke a központból és a vezetékekből fakadt, úgy a mobilkészülék

értékét is a bázisállomások, központok, adatbázisok és átviteli gerinchálózat adják.

HÁTTÉRGYÁR

22. fejezet – Martin Cooper sétája Manhattanben

1973. április 3-án Martin Cooper, a Motorola mérnöke New York utcáján egy kézben hordozható mobiltelefon prototípusával indított nyilvános hívást. A történet azért vált ikonikussá, mert a készülék nem autóhoz rögzített rádiótelefon volt. Cooper a saját kezében tartotta, és séta közben beszélt. A Motorola későbbi vállalati története ezt a bemutatót a világ első nyilvános kézi cellás telefonhívásaként tartja számon.

A prototípus távol állt a mai mobiltelefontól. Nagy és nehéz volt, az akkumulátor üzemideje rövid, a töltés hosszú. A legfontosabb azonban a koncepció volt: a telefonszám nem egy helyhez, hanem egy személyhez kapcsolódhat. A vezetékes korszakban a hívó tulajdonképpen egy lakást, irodát vagy telefonfülkét hívott, és remélte, hogy a keresett személy ott van. A mobiltelefon ezt a logikát fordította meg.

Cooper demonstrációja egy ipari verseny része volt. A Bell System és a Motorola egyaránt dolgozott a cellás kommunikáción, de eltérően képzelték el a készülék jövőjét. Az autótelefon hagyománya erős volt, a Motorola viszont hangsúlyozta a személyes, hordozható eszközt. A vita végül nem pusztán mérnöki kérdésként dőlt el. A

felhasználók egyre inkább olyan telefont akartak, amely nem a járműhöz vagy épülethez kötődik.

A kereskedelmi kézi mobiltelefonig még egy évtized telt el. Az amerikai hatósági engedélyezés, a hálózatépítés és a készülék fejlesztése hosszú folyamat volt. 1983-ban kapott engedélyt a Motorola DynaTAC 8000X, amelyet rendszerint az első kereskedelmi kézi cellás telefonnak neveznek. A készülék rendkívül drága volt, és mérete miatt hamar megkapta a „tégla” becenevet, de a társadalmi képzeletben már a jövő eszközének számított.

A nyolcvanas évek első generációs, analóg mobilhálózatai viszonylag kis kapacitással működtek és biztonsági szempontból is korlátozottak voltak. Megfelelő rádióvevővel egyes beszélgetések lehallgathatók lehettek, a készülékek azonosítóival pedig visszaélések történtek. A mobiltelefon elterjedéséhez ezért nem csupán kisebb készülék kellett, hanem digitális hálózat is.

Cooper manhattani sétája történeti szempontból ugyanazt a szerepet tölti be, mint Bell Watsonhoz intézett mondata: könnyen megjegyezhető pillanat, amely mögött évtizedek műszaki munkája áll. Egyik esemény sem teremtette meg önmagában a kész rendszert, de mindkettő látványosan bizonyította, hogy egy korábban bizonytalannak tűnő lehetőség működik.

HÁTTÉRGYÁR

23. fejezet – A GSM és a zsebtelefon korszaka

Az analóg mobilrendszerek egyik problémája az volt, hogy országonként és régiónként eltérő szabványok működtek. Egy készülék, amely egy adott hálózaton használható volt, könnyen használhatatlanná válhatott a határ túloldalán. Európában ezért különösen erős ösztönzés mutatkozott egy közös digitális szabvány kialakítására. Ebből született meg a GSM.

A GSM digitális rádiókapcsolatot, szabványosított hálózati eljárásokat és előfizetői azonosítást alkalmazott. A SIM-kártya különösen fontos újítás lett. A felhasználói identitás részben elvált a készüléktől: a kártyát másik kompatibilis telefonba helyezve az előfizetés tovább használható maradt. A telefonszám ezzel még erősebben személyhez, nem pedig egy konkrét eszközhöz kötődött.

A digitális rendszer jobb spektrumkihasználást és nagyobb biztonságot kínált, mint az első generációs analóg hálózatok. A készülékek közben gyorsan kisebbek lettek. Az akkumulátortechnika, a félvezetők és az integrált áramkörök fejlődése lehetővé tette, hogy a korábbi kilogrammos eszközök helyett néhány száz grammos, majd tenyérnyi telefonok jelenjenek meg.

HÁTTÉRGYÁR

A GSM egyik váratlan sikere az SMS lett. A rövid szöveges üzenet eredetileg korlátozott kiegészítő szolgáltatásnak tűnt, de külön kommunikációs kultúrát teremtett. Az üzenet nem követelte meg, hogy a két fél egyszerre legyen elérhető. A telefon ezzel részben visszatért a távíró logikájához: rövid, írott jel érkezett a hálózaton. A különbség az volt, hogy az üzenet közvetlenül a személyes készülékre jutott.

A kilencvenes évek végére és a kétezres évek elejére a mobiltelefon tömegtermékké vált. Megjelentek a cserélhető előlapok, csengőhangok, játékok és egyszerű adatkapcsolatok. A készülék egyre kevésbé pusztán beszédátviteli eszköz volt. A gyártók versenye a méret, üzemidő, kijelző, kamera és formatervezés körül zajlott.

A mobil elterjedése a vezetékes hálózat társadalmi szerepét is megváltoztatta. Sok országban az új előfizetők egy része már kihagyta a hagyományos vezetékes telefont, különösen ott, ahol annak kiépítése lassú vagy drága volt. A mobilhálózat olyan régiókban is gyors kommunikációs infrastruktúrát hozott létre, ahol a rézkábel-hálózat soha nem vált igazán sűrűvé.

HÁTTÉRGYÁR

24. fejezet – Az üzenetrögzítő és a nem fogadott hívás

A telefon egyik alapvető korlátja hosszú ideig az egyidejűség volt. A hívó és a hívott félnek ugyanabban a pillanatban kellett a készülék mellett lennie. Ha senki nem vette fel a kagylót, a kapcsolat nem jött létre. A hangrögzítés fejlődése azonban lehetővé tette, hogy a telefon időbeli korlátját is átlépje.

A különféle automatikus üzenetrögzítő rendszerekkel már a XX. század első felében kísérleteztek, de a háztartási üzenetrögzítő a későbbi évtizedekben vált tömegtermékké. A készülék előre felvett üdvözlőszöveget játszott le, majd mágnesszalagra rögzítette a hívó üzenetét. A telefon ezzel egyesítette a valós idejű beszélgetést és a hangposta logikáját.

Az üzenetrögzítő sajátos társadalmi viselkedést alakított ki. A hívó tudta, hogy hangja megmarad, ezért rövidebben és tudatosabban fogalmazott. A hívott fél eldönthette, mikor hallgatja meg az üzenetet és mikor válaszol. Megjelent az úgynevezett hívásszűrés is: a készülék hangszóróján keresztül hallani lehetett, ki beszél, és ennek alapján eldönteni, érdemes-e felvenni a kagylót.

A központi hangposta később a rögzítést a szolgáltató hálózatába helyezte. Mobiltelefonon ez különösen fontos

volt, mert a készülék kikapcsolt vagy lefedettségen kívüli állapotában is fogadhatott üzenetet. A nem fogadott hívás jelzése pedig önálló kommunikációs formává vált: pusztán abból, hogy valaki keresett, információ keletkezett.

A hívóazonosítás további változást hozott. A felhasználó még a beszélgetés előtt információt kapott a hívóról, így dönthetett, felveszi-e. A korai telefon anonim csengése fokozatosan megszűnt. A társadalmi udvariasság ezzel átalakult: egyre kevésbé lehetett azt feltételezni, hogy a hívott fél nem tudja, ki kereste.

Az üzenetrögzítő, hangposta és hívóazonosítás története azt mutatja, hogy a telefon fejlődése nem csak a hangminőségről és a hálózati kapacitásról szólt. Legalább ilyen fontos volt az idő feletti ellenőrzés. A felhasználók azt akarták, hogy a telefon alkalmazkodjon az életükhöz, ne pedig ők legyenek állandóan a csengő foglyai.

HÁTTÉRGYÁR

25. fejezet – Telefonfülkék és a nyilvános hálózat

A telefon sokáig nem személyes tárgy, hanem helyhez kötött szolgáltatás volt. Aki otthon vagy munkahelyen nem rendelkezett előfizetéssel, nyilvános telefonállomást használhatott. A telefonfülke ezért a XX. századi város egyik jellegzetes tárgya lett. Pályaudvarokon, postákon, utcákon, szállodákban és vendéglátóhelyeken biztosított hozzáférést a hálózathoz.

A nyilvános telefon technikailag külön kihívást jelentett. A készüléknek el kellett fogadnia és ellenőriznie az érmét vagy később a telefonkártyát, miközben vandálbiztosnak és egyszerűen kezelhetőnek kellett lennie. A szolgáltatónak meg kellett oldania a pénz begyűjtését, a hibák javítását és azt, hogy vészhelyzeti hívás bizonyos esetekben fizetés nélkül is indítható legyen.

A fülke kulturális ikonná vált. A londoni vörös telefonfülke a brit városkép része lett, az amerikai üvegfalú fülkék pedig filmek és képregények visszatérő díszleteivé váltak. A magánélet paradox tere volt: az ember közterületen állt, de becsukhatta maga mögött az ajtót, hogy távoli, akár intim beszélgetést folytasson.

A telefonkártyák megjelenése csökkentette az érmék kezelésének problémáit, és egyes országokban gyűjtői

kultúrát is teremtett. A kártya előre megvásárolt kommunikációs időt testesített meg. A mobiltelefon terjedésével azonban a nyilvános készülékek forgalma gyorsan visszaesett. Aki saját telefont hordott magánál, annak ritkán volt szüksége utcai fülkére.

Sok városban a fülkéket eltávolították, másutt új funkciót kaptak: Wi-Fi-pont, defibrillátor, könyvcserehely vagy turisztikai emlék lett belőlük. A változás jól jelzi, mennyire személyessé vált a telefon. A hálózathoz való hozzáférés korábban egy hely tulajdonsága volt; ma inkább a személyhez és készülékéhez kötődik.

A nyilvános telefonok eltűnése azonban társadalmi kérdéseket is felvet. Nem mindenki rendelkezik mobiltelefonnal, feltöltött akkumulátorral vagy megfelelő előfizetéssel. Katasztrófahelyzetben a mobilhálózat túlterhelődhet, és a fülke olyan tartalék infrastruktúra lehet, amelyet békeidőben alig használ valaki. A technikai fejlődés ezért nem mindig jelenti azt, hogy minden régi rendszer feleslegessé válik.

HÁTTÉRGYÁR

26. fejezet – A telefon és a magánélet

A telefon kezdettől sajátos magánszférát teremtett. Két ember úgy beszélhetett egymással, hogy fizikailag távol voltak, de a kapcsolatot központok, vezetékek és operátorok közvetítették. A beszélgetés ezért soha nem volt teljesen független az infrastruktúra üzemeltetőjétől. Már a kézi kapcsolás korában felmerült a kérdés, ki hallhat bele a hívásba, és milyen körülmények között teheti ezt meg jogszerűen.

A lehallgatás technikailag sokáig viszonylag egyszerű lehetett. A rézvezetékhez megfelelő ponton csatlakozó eszköz érzékelhette a jelet. Bűnüldöző szervek és titkosszolgálatok ezért korán felismerték a telefon információs értékét. A jogrendszereknek idővel szabályozniuk kellett, mikor és milyen engedéllyel figyelhető meg egy kommunikáció.

A digitális korszak a tartalom mellett új adatfajtát tett fontossá: a metaadatot. Ki kit hívott, mikor, mennyi ideig, melyik hálózati ponton keresztül? Ezek az adatok akkor is sokat elárulhatnak emberi kapcsolatokról és szokásokról, ha magát a beszélgetést senki nem hallgatja meg. A mobilhálózat ehhez helyadatokat is társíthat, hiszen a rendszernek technikailag tudnia kell, melyik cellában

érhető el a készülék.

A mobiltelefon így egyszerre felszabadító és megfigyelhető eszköz. Lehetővé teszi, hogy bárhonnan segítséget kérjünk, dolgozzunk vagy kapcsolatot tartsunk, de közben folyamatos rádiókapcsolatot tart fenn a hálózattal. Az okostelefon ennél is tovább ment: érzékelők, helymeghatározás, alkalmazások és internetes fiókok egész rendszere kapcsolódik hozzá.

A titkosítás fejlődése részben válasz ezekre a kockázatokra. A digitális mobilhálózatok már az analóg rendszereknél erősebb védelmet kínáltak a véletlen lehallgatás ellen, az internetalapú szolgáltatások pedig végpontok közötti titkosítást is alkalmazhatnak. A biztonság azonban mindig rendszerkérdés. Egy erősen titkosított hívás is hagyhat metaadatokat, a készülék pedig más úton kompromittálható.

A telefon története ezért a magánélet modern történetének része. A technológia megszüntette a fizikai távolságot, de új közvetítőket hozott létre. Minden korszaknak újra meg kellett válaszolnia, mit jelent a bizalmas beszélgetés akkor, amikor a hang egy olyan hálózaton halad át, amelyet mások építenek, üzemeltetnek és szabályoznak.

HÁTTÉRGYÁR

27. fejezet – Az okostelefon: a telefon eltűnése a telefonból

A kétezres évek közepére a mobiltelefon már fényképezett, üzenetet küldött, egyszerű weboldalakat nyitott meg és zenét játszott le. Az okostelefon áttörése mégis minőségi változást hozott. A készülék központi funkciója fokozatosan nem a hanghívás, hanem a szoftver lett. A telefon olyan általános számítógépes platformmá alakult, amelyen a kommunikáció csak az egyik alkalmazási terület.

Az érintőképernyő, a gyors mobiladat-hálózat és az alkalmazásboltok együtt új használati modellt teremtettek. A felhasználó ugyanazzal az eszközzel olvasott hírt, készített fényképet, navigált, bankolt, vásárolt, filmet nézett és üzenetet váltott. A klasszikus telefonálás mindeközben egy ikon lett a sok közül.

A hanghívás technikailag is megváltozott. A modern hálózatokban a beszéd egyre gyakrabban IP-alapú adatként halad, hasonlóan más internetes forgalomhoz. A Voice over IP elve azt jelenti, hogy a hangot digitális csomagokra bontják, és az adatútvonalon továbbítják. A telefonhálózat és az internet közötti történeti határ ezzel elmosódott.

HÁTTÉRGYÁR

A kommunikáció társadalmi formája is átalakult. Sok felhasználó ritkábban telefonál, és gyakrabban ír rövid üzenetet, küld hangüzenetet vagy indít videóhívást. A telefon funkciója így furcsa körforgást ír le. A XIX. században az újítás éppen az volt, hogy a távíró írott kódja helyett közvetlen hangot továbbított. A XXI. században ugyanazon eszközön ismét hatalmas szerepet kaptak az írott üzenetek.

A videóhívás egy másik régi álmot valósított meg. Már a telefon korai évtizedeiben megjelentek olyan fantáziaképek, amelyeken a beszélők látják is egymást. A videotelefon technikailag hosszú ideig túl drága és sávszélesség-igényes volt. A szélessávú internet és a mobilkamerák terjedésével azonban mindennapivá vált. A világjárvány évei megmutatták, hogy a távoli jelenlét már nemcsak hangot, hanem képet, dokumentumot és közös munkateret is jelenthet.

Az okostelefon paradox módon akkor tette teljessé a telefon forradalmát, amikor maga a „telefon” szó részben elvesztette eredeti jelentését. A készülék már nem egyszerűen távoli hang. Személyes kommunikációs csomópont, amely a tulajdonos társadalmi, gazdasági és információs életének nagy részét összeköti.

HÁTTÉRGYÁR

28. fejezet – Százötven év egy mondat után

Bell 1876-os készüléke és a mai okostelefon között kevés a látható hasonlóság. Az egyik fa, fém, huzal és savas folyadék kísérleti együttese volt, a másik félvezetők milliárdjait tartalmazó, globális adatközpontokhoz és rádióhálózatokhoz kapcsolódó számítógép. A két eszközt mégis ugyanaz az emberi igény köti össze: valaki távol van, és kapcsolatba akarunk lépni vele.

A telefon fejlődése során a legfontosabb változás nem egyetlen alkatrészhez kötődött. Először a hangot kellett elektromos jellé alakítani. Ezután hálózatot kellett építeni, központokat létrehozni, szabványokat kialakítani, a jelet erősíteni, az óceánon átvinni, majd rádióval megszabadítani a helyhez kötöttségtől. Minden korszak más szűk keresztmetszetet oldott fel.

A történet szereplői sem férnek el egyetlen feltalálói portrén. Bell mellett Watson, Gray, Meucci, Edison, Coy, Strowger, Pupin, Puskás, Shannon, Bardeen, Brattain, Shockley, Cooper és mérnökök ezrei formálták a rendszert. Mellettük ott álltak az operátorok, szerelők, kábelhajók legénységei, szabványalkotók és felhasználók. A telefon társadalmi technológia, ezért fejlődését mindig intézmények és közösségek együtt alakították.

A hálózat növekedése visszahatott az emberi viselkedésre. A telefonszám új azonosítóvá vált, a csengés újfajta sürgősséget teremtett, a mobil pedig elvárássá tette az állandó elérhetőséget. A technika felszabadított a helyhez kötöttségtől, ugyanakkor csökkentette annak lehetőségét, hogy valaki valóban elérhetetlen legyen. A „nem vettem fel” és a „nem láttam az üzenetet” ma már társadalmi magyarázat, nem puszta műszaki tény.

A telefon gazdasági hatása szintén messzire vezetett. Meggyorsította a piaci információ áramlását, új szolgáltatóiparágakat hozott létre, lehetővé tette a távoli ügyintézést, majd a call centerek és ügyfélszolgálatok világát. A mobiltelefon olyan országokban is pénzügyi és kereskedelmi infrastruktúrát teremtett, ahol a hagyományos bank- és vezetékes hálózat gyenge volt.

A jövőben a telefon szó talán még inkább történeti kifejezéssé válik. A hanghívás beépülhet kiterjesztett valóságba, mesterséges intelligencia által támogatott fordításba, viselhető eszközökbe és olyan kommunikációs rendszerekbe, amelyekben a készülék már nem külön tárgy. A lényegi kérdés azonban ugyanaz marad, mint 1876-ban: hogyan lehet egy ember jelenlétének jeleit úgy továbbítani, hogy egy távoli másik ember számára közvetlennek hassanak?

HÁTTÉRGYÁR

A Bell és Watson közötti rövid mondat ezért nem azért fontos, mert minden későbbi fejlesztés benne rejlett. Azért fontos, mert megmutatta, hogy a hang elszakítható a beszélő testének közvetlen környezetétől. Innen indult az út a kapcsolótáblákon, rézkábeleken, tengeralatti erősítőkön, tranzisztorokon és rádiócellákon át ahhoz a világhoz, amelyben több milliárd ember számára a távolság már nem akadálya annak, hogy megszólítsa a másikat.

HÁTTÉRGYÁR

29. fejezet – Mit hallunk a telefonban?

A telefon egyik legnagyobb mérnöki felismerése az volt, hogy az érthető beszédhez nem szükséges az emberi hang minden részletét továbbítani. A természetes hang rendkívül széles frekvenciatartományt és finom dinamikai különbségeket tartalmaz. Egy hagyományos vezetékes telefon ezzel szemben viszonylag szűk frekvenciasávot közvetített, mégis elegendő információt őrzött meg ahhoz, hogy felismerjük a szavakat és többnyire a beszélőt is.

Az emberi beszéd érthetősége szempontjából bizonyos frekvenciatartományok fontosabbak másoknál. A telefonmérnökök ezért kompromisszumot köthettek: a teljes hanghűség helyett az érthetőségre optimalizálták a rendszert. Ez csökkentette a szükséges sávszélességet, és lehetővé tette, hogy ugyanazon átviteli közegen több beszélgetés osztozzon. A telefonhang jellegzetesen vékony, középtartományú hangszíne ennek a gazdaságossági döntésnek a következménye.

A hálózat tervezésében a decibel, a zajszint, a torzítás és a jel-zaj viszony alapvető mérőszámokká váltak. A mérnököknek azt kellett meghatározniuk, mekkora veszteség mellett marad még kényelmesen érthető a beszéd, mennyi háttérzajt visel el a hallgató, és milyen

gyakorisággal fordulhat elő hiba anélkül, hogy a szolgáltatás elfogadhatatlanná válna. A telefon így hozzájárult az alkalmazott akusztika és a pszichoakusztika fejlődéséhez is.

A digitális korszak új kérdést hozott: hány bit szükséges az emberi beszéd megfelelő leírásához? A telefonhálózatok klasszikus digitális rendszereiben a hangot rendszeresen mintavételezték és számszerű értékekké alakították. Ezt a folyamatot kódolásnak nevezzük. A cél ismét nem a tökéletes zenei hanghűség, hanem a jó érthetőség, kis késleltetés és gazdaságos adatátvitel volt.

A mobiltelefonok és internetes hívások korszakában fejlettebb beszédkodekek jelentek meg. Ezek matematikai modellekkel csökkentik a továbbítandó adatmennyiséget, miközben igyekeznek megőrizni az emberi hang természetességét. A modern „HD Voice” és szélessávú beszéd már jóval nagyobb frekvenciatartományt ad vissza, mint a klasszikus telefon. A különbség különösen akkor feltűnő, amikor két jó minőségű modern készülék és hálózat között zajlik a hívás.

A telefon hangja tehát soha nem egyszerű másolata annak, ami a beszélő szájánál történik. A rendszer kiválaszt, átalakít, erősít, szűr és kódol. Mégis eléri a legfontosabb célt: a másik ember jelenlétének érzetét. A technológia sikere részben abból fakad, hogy az emberi

hallás és agy hiányos információból is kiválóan rekonstruálja a beszédet.

HÁTTÉRGYÁR

30. fejezet – Közös vonalon: a vidéki telefon

A nagyvárosi telefon története látványos központokról, sokemeletes irodákról és sűrű kábelhálózatokról szól, de a vidéki területeken egészen más gazdasági feltételek uralkodtak. Ritkán lakott térségben egyetlen előfizető eléréséhez hosszú vezetéket kellett kiépíteni, ami drágává tette a szolgáltatást. Az egyik megoldás a közös vonal, az angol nyelvű szakirodalomban party line volt.

Egy közös vonalon több háztartás osztozott ugyanazon a vezetéken. A központ különböző csengési mintákkal jelezte, melyik előfizetőt hívják. Valakinek például két rövid csengés, másnak egy hosszú és egy rövid jelezhette a hívást. A rendszer olcsóbbá tette a hálózat kiépítését, de a magánélet szempontjából komoly kompromisszumot jelentett. A vonal többi előfizetője technikailag felemelhette a kagylót és belehallgathatott a beszélgetésbe.

A közös vonal sajátos társadalmi kultúrát teremtett. A vidéki közösségekben a telefon nemcsak kommunikációs eszköz, hanem hírcsatorna is volt. Gyorsan terjedtek rajta a betegségekkel, balesetekkel, időjárással vagy helyi eseményekkel kapcsolatos információk. Ugyanakkor a kíváncsiskodás, pletyka és vonalfoglalás állandó

konfliktusforrást jelentett. A telefon etikettje itt szó szerint közösségi szabályrendszer volt.

Sürgősségi helyzetben a közös vonal előnyös is lehetett. Ha tűz ütött ki vagy orvosi segítség kellett, több háztartás egyszerre értesülhetett a problémáról. Egyes vidéki hálózatokban külön csengési jeleket használtak riasztásra. A telefon így a helyi közösség önszerveződésének részévé vált.

A vidéki telefonhálózat kiépítésében gyakran maguk a felhasználók is részt vettek. Gazdák oszlopokat állítottak, vezetéket húztak, helyi társaságokat alapítottak. Az Egyesült Államokban a XIX. század végén és a XX. század elején számos független vidéki szolgáltató működött. A telefon terjedése tehát nem kizárólag nagyvállalati beruházások eredménye volt, hanem helyi kezdeményezéseké is.

A közös vonalak a második világháború után fokozatosan eltűntek, ahogy a hálózat kapacitása és a háztartások fizetőképessége nőtt. A külön vonal az alapvető szolgáltatás részévé vált. A party line emléke azonban jól mutatja, hogy a telefonhoz való hozzáférés történetileg mindig kompromisszum volt költség, minőség és magánszféra között.

HÁTTÉRGYÁR

31. fejezet – A telefon és a sajtó sebessége

Az újságírás már a távíró korszakában megtanulta, hogy a gyors kommunikáció versenyelőnyt jelent. A telefon ezt a folyamatot tovább gyorsította, mert a riporternek többé nem kellett minden információt távirati stílusra rövidítenie és kódolnia. Közvetlenül diktálhatta a történetet a szerkesztőségnek, kérdéseket tehetett fel és azonnal pontosíthatta az adatokat.

A szerkesztőségi telefon különösen a helyszíni tudósításban vált fontossá. Balesetek, választások, sportesemények vagy bírósági tárgyalások után a riporter a legközelebbi telefonról adhatta le anyagát. A XX. században a sajtófotós és újságíró alapfelszerelésének részévé vált annak ismerete, hol talál gyorsan működő telefont. A nyilvános fülke ezért a hírszolgáltatás infrastruktúrája is volt.

A telefon ugyanakkor új forrástípust teremtett: a telefoninterjút. A riporter olyan embert is megszólaltathatott, aki több száz vagy több ezer kilométerre tartózkodott. Ez gyorsabbá tette a hírmunkát, de új ellenőrzési problémákat is felvetett. A beszélgetőpartner személyazonosságát és a hallott mondatok pontos rögzítését más módon kellett biztosítani,

HÁTTÉRGYÁR

mint személyes találkozáskor.

A hírszerkesztés ritmusa felgyorsult. A szerkesztőségek közvetlen vonalakat építettek ki fontos intézményekhez, tőzsdékhez és tudósítói irodákhoz. A hírügynökségek a távíró és telex mellett telefonos kapcsolatokat is használtak. A sporteredmények, pénzügyi árfolyamok és politikai nyilatkozatok gyorsabban jutottak el a nyilvánossághoz.

Budapesten a Telefonhírmondó még különlegesebb módon kapcsolta össze a telefont és a sajtót. Itt nemcsak a szerkesztőség használta a telefont a hír begyűjtésére; maga a telefonvonal vált terjesztési csatornává. A hallgatók meghatározott időpontokban híreket és más műsorokat hallhattak. A rendszer egyszerre előlegezte meg a rádiós hírszolgáltatást és az előfizetéses elektronikus tartalomszolgáltatást.

A mobiltelefon és az okostelefon ezt a kapcsolatot végül teljesen átalakította. A riporter ma ugyanazzal a készülékkel készíthet hangfelvételt, fotót, videót, írhat cikket és élő kapcsolatot létesíthet a szerkesztőséggel. A telefon története ezért a média gyorsulásának története is. A hír egyre kevésbé kötődött ahhoz a helyhez, ahol megszületett.

HÁTTÉRGYÁR

32. fejezet – Üzlet egyetlen hívással

A telefon korai elterjedésének motorja elsősorban az üzleti világ volt. A kereskedő számára az idő közvetlenül pénzt jelentett. Egy megrendelés, árfolyam, szállítmány vagy készletinformáció órákkal korábbi megszerzése jelentős előnyt adhatott. A telefon csökkentette a személyes utazások és futárok szükségességét, és lehetővé tette, hogy egy vállalkozás több telephelye szorosabban működjön együtt.

Az irodai telefon új munkafolyamatokat hozott létre. A titkárságok szűrték a hívásokat, időpontokat egyeztettek, információt továbbítottak. A nagyvállalatok belső mellékhálózatokat építettek ki, amelyekben az alkalmazottak anélkül hívták egymást, hogy minden beszélgetés a nyilvános központon haladt volna át. A PBX, vagyis vállalati alközpont saját kis telefonhálózatként működött.

A telefonos értékesítés és ügyfélszolgálat később külön iparággá vált. A vállalatok rájöttek, hogy a telefon nemcsak a meglévő ügyfélkapcsolatok fenntartására alkalmas, hanem aktív értékesítésre is. A telemarketing a XX. század második felében tömegessé vált, és ezzel megjelent a kéretlen hívások problémája is. Ami az egyik

HÁTTÉRGYÁR

oldal számára olcsó értékesítési csatorna volt, a másik számára zavaró behatolás lett.

A call centerek a telefon, számítógép és adatbázis összekapcsolásából születtek. Az automatikus híváselosztás a beérkező hívásokat szabad ügyintézőkhöz irányította, a számítógép pedig azonnal megjelenítette az ügyfél adatait. A telefonbeszélgetés így integrálódott a vállalati információs rendszerbe. A dolgozó teljesítménye mérhetővé vált: átlagos beszélgetési idő, várakozási idő, megoldási arány és ügyfél-elégedettség mind számszerűsíthető lett.

A call center ugyanakkor a munka globalizációjának eszköze is lett. Ha a hívás digitálisan továbbítható, az ügyintéző fizikailag bárhol lehet. Sok vállalat olyan országokba telepítette ügyfélszolgálatát, ahol alacsonyabbak a bérek és rendelkezésre áll megfelelő nyelvtudás. A telefon ezzel a szolgáltatói munka földrajzát is átalakította.

Az internetes kereskedelem korában a hagyományos telefonos rendelés szerepe csökkent, de a hangalapú ügyfélszolgálat nem tűnt el. Összetett vagy sürgős problémánál sok ember továbbra is emberi hangot szeretne hallani. A telefon üzleti ereje ezért nem pusztán gyorsaságából fakad, hanem abból is, hogy a beszéd bizalmat, árnyalatot és azonnali visszajelzést hordoz.

33. fejezet – Elérhetőnek lenni

A telefon előtt az ember elérhetősége erősen helyhez kötődött. Levelet lehetett küldeni a lakcímére vagy munkahelyére, sürgős üzenetet futár vitt, de a kommunikáció nem követhette automatikusan a mozgó személyt. A vezetékes telefon ezen csak részben változtatott: gyors kapcsolatot adott, de továbbra is egy helyet kellett hívni.

A mobiltelefon alapjaiban alakította át ezt a viszonyt. A szám egyre inkább személyhez tartozott. A hálózat technikai feladata lett megtalálni, melyik bázisállomás közelében van az előfizető. A hívó számára mindez láthatatlan: ugyanazt a számot tárcsázza, akár otthon, vonaton vagy másik városban tartózkodik a keresett személy.

Ez a szabadság új társadalmi elvárást hozott. Ha valaki telefonnal rendelkezik, elvileg bármikor elérhető. A munkáltatók, családtagok és barátok hozzáállása is megváltozott. A késői válasz gyakran magyarázatot kíván, mert a technológia megszüntette azt a korábbi természetes feltevést, hogy az ember egyszerűen nincs a telefon közelében.

Az okostelefon értesítései még tovább növelték ezt a nyomást. A hívás mellett üzenetek, e-mailek, közösségi

HÁTTÉRGYÁR

alkalmazások és munkahelyi platformok jelzései versenyeznek a figyelemért. A készülék olyan kommunikációs központ lett, amelyet sokan éjszaka is maguk mellett tartanak. Az elérhetőség így kényelmi szolgáltatásból pszichológiai és munkaügyi kérdéssé vált.

Erre válaszul jelentek meg a csendes módok, „ne zavarjanak” funkciók és digitális jólléti eszközök. Furcsa történeti fordulat: másfél évszázadon át mérnökök dolgoztak azon, hogy az ember bárhonnan elérhesse a másikat, a XXI. század felhasználója pedig egyre több eszközt kér ahhoz, hogy időnként ne legyen elérhető.

A telefon történetének egyik legmélyebb társadalmi következménye ezért az idő és figyelem újrafelosztása. Bell készüléke a távolság problémáját oldotta meg. A modern telefon már az állandó közelség problémáját teremti meg. A technológia sikere saját ellenhatását váltotta ki: minél könnyebb kapcsolatba lépni valakivel, annál értékesebbé válik a megszakítás nélküli csend.

HÁTTÉRGYÁR

34. fejezet – A csengő hangjától a rezgő zsebig

A telefon használatának egyik legősibb jele a csengés. A korai készülékeknél valamilyen módon tudatni kellett a másik féllel, hogy hívás érkezett. A magnetós telefonokon a felhasználó kurblit forgatott, amely elektromos jelet küldött a központ vagy a másik készülék felé. A csengő mechanikus hangja hamar a telefon kulturális jelképévé vált. A készülék nemcsak akkor volt jelen a lakásban, amikor beszéltek rajta; bármely pillanatban megszólalhatott, és ezzel követelte a figyelmet.

A csengés kialakítása műszaki és emberi kérdés egyszerre. Elég hangosnak kellett lennie ahhoz, hogy másik szobából vagy zajos irodában is meghallják, de nem lehetett annyira kellemetlen, hogy a felhasználók gyűlöljék. A különböző országokban és készüléktípusokon eltérő csengőhangok jelentek meg, és a telefon hangja a helyi hétköznapok részévé vált.

A digitális és mobilkorszakban a csengő mechanikus eredete eltűnt, de a funkció megmaradt. A készülék elektronikus hangokat játszott le, majd a felhasználó saját dallamot választhatott. A csengőhang-ipar egy időben önálló üzletté nőtt: slágerek rövid változatait, vicces hangokat és személyre szabott jelzéseket vásároltak

milliók. A telefon ezzel a divat és identitás eszközévé is vált.

A rezgő mód új megoldást adott arra, hogy a készülék zaj nélkül jelezzen. A telefon immár közvetlenül a testen keresztül kommunikált tulajdonosával. A rezgés lehetővé tette a diszkrét értesítést tárgyaláson, színházban vagy tömegközlekedésen, de egyben tovább erősítette a személyes kötődést a készülékhez. A telefon már nem a szoba sarkában csengett; a zsebben rezgett.

Az okostelefon értesítési rendszere ennél is tovább ment. Külön hang, rezgés vagy vizuális jel tartozhat híváshoz, üzenethez, alkalmazáshoz vagy eseményhez. A felhasználó kommunikációs környezete apró figyelemkérések sorozatává vált. A mérnöki kérdés ma már nem az, hogyan jelezzünk elég erősen, hanem az, hogyan ne terheljük túl a felhasználót.

A telefoncsengés története ezért kicsiben mutatja meg az egész technológia átalakulását. A kezdeti cél az volt, hogy a hálózat jelezze: valaki beszélni akar velünk. A modern készülék már tucatnyi szolgáltatás nevében kopogtat. A figyelem lett az új szűkös erőforrás, amelyért a kommunikációs rendszerek versenyeznek.

HÁTTÉRGYÁR

35. fejezet – Egyenlőtlen hálózatok

A telefon történetét könnyű folyamatos terjedésként bemutatni, mintha a találmány 1876 után egyenletesen meghódította volna a világot. Valójában a hozzáférés erősen egyenlőtlen volt. Nagyvárosok, gazdag üzleti központok és ipari országok jóval korábban építettek sűrű hálózatot, mint szegényebb vagy ritkán lakott térségek. A telefon infrastruktúrája tőkét, képzett munkaerőt és hosszú távú beruházást igényelt.

A vezetékes korszakban a különbség különösen látványos volt. Egy sűrű városi utcában ugyanazon kábel sok előfizetőt szolgálhatott ki, egy távoli faluban viszont kilométereken át kellett vezetéket húzni néhány készülék kedvéért. Sok országban ezért évekig kellett várni új előfizetésre. A telefonhoz jutás társadalmi státuszt és intézményi kapcsolatot is tükrözhetett.

Az államok különböző módon próbálták kezelni ezt a problémát. Volt, ahol magánvállalatok működtették a hálózatot szigorú szabályozás mellett, máshol a posta vagy állami távközlési vállalat építette ki a szolgáltatást. Az univerzális szolgáltatás gondolata abból indult ki, hogy bizonyos kommunikációs lehetőséghez földrajzi helyzettől és jövedelemtől függetlenül hozzá kell férni. Ez a cél soha

HÁTTÉRGYÁR

nem valósult meg tökéletesen, de meghatározóvá vált a távközlési politikában.

A mobiltelefon sok régióban átugrotta a vezetékes korszak egy részét. Egy bázisállomás nagy területet szolgálhat ki, és nem kell minden házig külön rézkábelt építeni. Afrikában, Ázsiában és Latin-Amerika számos országában a mobil-előfizetések gyorsabban terjedtek, mint a vezetékes telefon valaha. A mobilkommunikáció így nem csupán kényelmesebb változata lett a telefonnak, hanem az első tömeges személyes távközlési infrastruktúra sok közösség számára.

A digitális egyenlőtlenség azonban nem szűnt meg. A készülék ára, a hálózati lefedettség, az adatcsomagok költsége, az elektromos energia és a digitális írástudás továbbra is meghatározza, ki mennyire képes használni a modern kommunikációt. Az okostelefon birtoklása sem jelent automatikusan azonos minőségű hozzáférést.

A telefon másfél évszázados története ezért emlékeztet arra, hogy a hálózat értéke társadalmi döntésektől is függ. A technológia önmagában nem garantálja az egyenlő hozzáférést. A vezeték, a bázisállomás, a tarifarendszer és a szabályozás együtt dönti el, kiket köt össze a hálózat, és kik maradnak a peremén.

HÁTTÉRGYÁR

36. fejezet – Mi marad a telefonból?

A telefon jövőjéről beszélve könnyű új készülékeket elképzelni, de valószínűbb, hogy maga a készülék válik kevésbé láthatóvá. A hanghívás már ma is beépül számítógépbe, órába, autóba, fülhallgatóba és okosotthon-eszközökbe. A felhasználó egyre kevésbé „telefont” használ, inkább kapcsolatot kezdeményez egy szolgáltatáson keresztül.

A mesterséges intelligencián alapuló beszédfelismerés és gépi fordítás újabb réteget adhat a kommunikációhoz. Egy jövőbeli hívásban a résztvevők különböző nyelveken beszélhetnek, miközben a rendszer közel valós időben fordít. A hangból automatikusan készülhet jegyzet vagy összefoglaló, a zajszűrés pedig olyan környezetben is érthetővé teheti a beszédet, ahol korábban lehetetlen lett volna telefonálni.

A technikai lehetőség ugyanakkor új hitelességi problémákat teremt. Ha mesterséges rendszer képes valakinek a hangját meggyőzően utánozni, a hallott hang többé nem feltétlenül bizonyítja, hogy valóban az adott ember beszél. A telefon másfél évszázadon át azért volt különösen közvetlen médium, mert a hangot személyes azonosítóként érzékeltük. A hangklónozás ezt a bizalmat

gyengítheti, ezért új hitelesítési módszerekre lehet szükség.

A kommunikáció térbelisége is tovább változhat. A kiterjesztett és virtuális valóság olyan távoli jelenlétet kínálhat, amelyben a hangot térbeli kép, gesztus és digitális környezet egészíti ki. Technikai értelemben ez már nem hagyományos telefon, de történeti értelemben ugyanazt a problémát oldja: hogyan lehet a távol lévő embert érzékelhetően közel hozni?

A telefon mint önálló találmány ezért talán fokozatosan feloldódik a kommunikáció általános infrastruktúrájában. Ez nem eltűnés, hanem siker. A technológia akkor válik igazán alapvetővé, amikor többé nem gondolunk rá külön. Kevés ember töpreng el telefonálás közben Maxwell egyenletein, Shannon információelméletén vagy a tengeralatti optikai kábeleken, pedig a beszélgetés ezek eredményeire épül.

Bell és Watson számára 1876-ban az volt a csoda, hogy egy mondat átjutott a szomszéd szobába. Százötven évvel később a csoda hétköznapivá vált. A világ másik felére irányuló videóhívás technikai háttere összehasonlíthatatlanul bonyolultabb, de a felhasználó számára egyszerűbb, mint Bell kísérlete. A telefon történetének végső mércéje talán éppen ez: a rendkívüli mérnöki teljesítményből mindennapi gesztus lett.

HÁTTÉRGYÁR

37. fejezet – A kéretlen hívás és a bizalom ára

Minden kommunikációs hálózat sikerével együtt megjelennek azok is, akik visszaélnek vele. A telefon esetében ez már korán megmutatkozott. Téves kapcsolások, tréfahívások és zaklató hívások a kézi központok idején is léteztek, de a hálózat automatizálása és olcsóbbá válása új léptéket adott a problémának. A telefon egyik nagy előnye, hogy közvetlenül eléri a másik embert; ugyanez teszi különösen zavaróvá, ha a kapcsolatot nem ő kezdeményezte és nem is kívánja.

A telemarketing a XX. század második felében iparággá fejlődött. A vállalatok listák alapján hívták a potenciális ügyfeleket, mert a telefon személyesebb és meggyőzőbb értékesítési csatorna volt a levélnél. A számítógépes rendszerek később automatikusan tárcsáztak, és csak akkor kapcsoltak ügyintézőt, amikor valaki felvette a hívást. Ez növelte a hatékonyságot, de a felhasználók számára megsokszorozta a kéretlen megkereséseket.

A mobiltelefon és az internetes telefonálás új lehetőséget adott a csalóknak is. A hívóazonosító technikailag manipulálható, ezért a kijelzőn megjelenő szám nem feltétlenül bizonyítja, honnan érkezik a hívás. A csalók banknak, hatóságnak vagy családtagnak adhatják ki

magukat, és sürgetéssel próbálnak pénzt vagy adatot kicsalni. A telefon hangjának közvetlensége pszichológiai előnyt ad: a beszélő azonnal reagálhat a kételyekre és érzelmi nyomást gyakorolhat.

A hangalapú mesterséges intelligencia tovább bonyolítja ezt a helyzetet. A korábban nyilvánosan elérhető hangfelvételekből bizonyos esetekben meggyőző hangutánzat készíthető. Ez azt jelenti, hogy a „felismerem a hangját” típusú biztonsági ösztön egyre kevésbé elegendő. Családok és szervezetek ezért olyan ellenőrzési eljárásokat alakíthatnak ki, amelyek egy váratlan pénzügyi vagy sürgős kérésnél más csatornán is megerősítik a hívó személyazonosságát.

A szolgáltatók és szabályozók különféle technikai és jogi eszközökkel próbálják csökkenteni a visszaéléseket. Tiltólisták, hívásszűrés, automatikus spamfelismerés és hitelesített hívóazonosítás segíthet, de tökéletes védelem nincs. A csalók folyamatosan alkalmazkodnak az új rendszerekhez. A kommunikáció történetének régi szabálya ismét érvényesül: minden új lehetőség egyszerre teremt hasznos és káros felhasználási módokat.

A telefon jövője ezért nemcsak sávszélesség, készülékméret vagy hálózati sebesség kérdése. Legalább ilyen fontos a bizalom. A Bell-féle első hívásban a legfontosabb információ maga a beszéd volt. A modern

hálózatban gyakran előbb azt kell eldöntenünk, hogy valóban az beszél-e hozzánk, akinek mondja magát. A technológia százötven év alatt leküzdötte a távolságot, de ezzel együtt újra és újra meg kell teremtenie a hitelesség feltételeit.

HÁTTÉRGYÁR

38. fejezet – Miért Bell neve maradt meg?

A technikatörténet emlékezete szelektív. Sok találmány mögött tucatnyi kutató és mérnök munkája áll, a közvélemény mégis egyetlen nevet kapcsol hozzá. A telefon esetében ez a név Alexander Graham Bell. Ennek oka részben a szabadalom, részben a sikeres kísérlet dokumentáltsága, részben pedig az a vállalati és kulturális örökség, amely a Bell nevet több mint egy évszázadon át a távközléssel azonosította.

Bell 1876-os amerikai szabadalma jogilag erős pozíciót teremtett. A későbbi perekben a bíróságok alapvetően fenntartották a Bell-érdekeltségek jogait, és a vállalat képes volt a találmányt országos üzleti rendszerré alakítani. Ez különböztette meg Bellt több olyan elődtől és kortárstól, akik fontos kísérleteket végeztek, de nem hoztak létre hasonlóan tartós technikai és intézményi láncolatot.

A történeti pontosság ugyanakkor megköveteli, hogy Bell nevét ne használjuk minden korábbi eredmény eltakarására. Reis kísérleti telefonja, Meucci munkája, Gray párhuzamos fejlesztései és Edison adója mind részei a történetnek. A telefon technikai formája, amely a következő évtizedekben elterjedt, már több feltaláló

eredményét egyesítette. A „Bell telefonja” ezért gyakran inkább egy fejlődési vonal neve, mint egy érintetlenül megőrzött egyetlen készüléké.

A híres Watson-mondat különösen erősen formálta az emlékezetet. Egy találmány történetéhez ritkán tartozik ennyire emberi, rövid és idézhető jelenet. Bell nem elvont képletet közölt, hanem valakit hívott. A telefon lényegét maga a mondat testesítette meg: a távol lévő másik ember megszólítását. Ez a narratív erő sokat tett azért, hogy a március 10-i kísérlet a telefon szimbolikus születésnapjává váljon.

A Bell név fennmaradását a Bell Telephone Company, az AT&T és a Bell Labs is megerősítette. Generációk találkoztak Bell nevű szolgáltatókkal, laboratóriumokkal és készülékekkel. A vállalati márka visszahatott a történeti emlékezetre: a feltaláló neve az infrastruktúra nevévé vált. Kevés technikatörténeti szereplő esetében ilyen erős ez a folytonosság.

Százötven év után azonban éppen a telefon sikere teszi lehetővé, hogy árnyaltabban beszéljünk a kezdetekről. Bell szerepe nem lesz kisebb attól, ha elismerjük a párhuzamos ötleteket és a későbbi mérnökök munkáját. Inkább világosabbá válik, mi volt valóban rendkívüli: egy korabeli akusztikai és távíró-problémából működő beszédátviteli rendszert hozott létre, megfelelő pillanatban

szabadalmaztatta, majd olyan közegbe került, amely képes volt a találmányt hálózattá növeszteni.

HÁTTÉRGYÁR

39. fejezet – A telefon és a városi tér

A telefonhálózat a XIX. század végén szó szerint átrajzolta a városok látképét. A korai rendszer légvezetékekre támaszkodott, ezért háztetők, utcák és főútvonalak fölött egyre több huzal feszült. A távíró, a villamos energia és a telefon vezetékei egymás mellett jelentek meg, és az oszlopok néha olyan sűrűn álltak, hogy a korabeli fényképeken szinte hálót szőnek az utca fölé. A kommunikációs forradalomnak tehát nagyon is látható fizikai ára volt.

A vezetékek tömege műszaki problémákat okozott. A viharok és jégterhelés leszakíthatták őket, a különböző elektromos rendszerek zavarhatták egymást, a tűzesetek pedig egész városrészek kommunikációját béníthatták meg. A városok ezért fokozatosan a föld alá kényszerítették a kábeleket. Ez nem egyszerű esztétikai döntés volt: a megbízhatóság, a biztonság és a karbantarthatóság egyaránt javult.

A telefonközpontok maguk is új épülettípust hoztak létre. A nagy kapcsolótermekhez erős födémek, jó szellőzés és hatalmas kábelbevezetések kellettek. A központ nem feltétlenül volt látványos középület, mégis egy város kommunikációs életének kulcspontja lett. Ha

HÁTTÉRGYÁR

kiesett, egész kerületek némulhattak el. A modern adatközpontok és internetes csomópontok hasonló, többnyire rejtett szerepet töltenek be.

A telefon csökkentette bizonyos utazások szükségességét, de nem szüntette meg a városi mozgást. Inkább átszervezte. Az üzletember telefonon egyeztetett találkozót, a kereskedő rendelést adott le, a háztartás szolgáltatást hívott. A városi élet koordinációja gyorsabb lett. A telefon nem helyettesítette a fizikai várost, hanem sűrűbb kapcsolatokkal látta el.

A telefonszámok és központnevek a városi identitás részévé váltak. Egyes központnevek kerületeket vagy társadalmi területeket idéztek fel, és a szám alapján hozzávetőlegesen sejteni lehetett, honnan érkezik a hívás. A későbbi egységes számozás ezt a kulturális réteget részben eltüntette, de a körzetszám ma is földrajzi jelentést hordozhat.

A mobiltelefon látszólag felszabadította a kommunikációt a városi infrastruktúra alól, valójában új láthatatlan réteget épített rá. Bázisállomások, antennák, optikai gerinchálózatok és adatközpontok veszik körül a felhasználót. A vezetékek egy része eltűnt a szem elől, de a hálózat fizikai jelenléte nem lett kisebb. A modern város kommunikációs rendszere éppen azért tűnik természetesnek, mert nagy része rejtve működik.

HÁTTÉRGYÁR

40. fejezet – A telefon mint tárgy

A telefon története nemcsak hálózatok és áramkörök, hanem tárgyak története is. Az első készülékek műhelyben összeszerelt kísérleti eszközök voltak. Látszott rajtuk a funkció: huzalok, csavarok, mágnesek és fa dobozok alkották őket. Ahogy a telefon bekerült az irodákba és otthonokba, a formatervezés egyre fontosabbá vált. A készüléknek nemcsak működnie kellett, hanem illeszkednie is kellett a használati környezethez.

A falitelefonoknál a beszélő tölcsér és a külön hallgató természetes megoldás volt. A gyertyatartó telefon később elegánsabb asztali formát adott, de használatához az egyik kézzel a hallgatót, a másikkal gyakran a készüléket kellett kezelni. Az egybeépített kagyló ergonómiai áttörést jelentett: a mikrofont és a hallgatót egyetlen, kényelmesen tartható egységbe fogta össze.

A készülék tervezésénél az emberi test méretei és szokásai váltak mérnöki adattá. Mekkora legyen a kagyló íve? Milyen távol legyen egymástól a mikrofon és a hallgató? Mekkora erővel kell lenyomni egy gombot? Milyen felület csúszik kevésbé kézben? A telefon ipari formatervezése ezekre a kérdésekre keresett választ, és közben hozzájárult az ergonómia fejlődéséhez.

HÁTTÉRGYÁR

A szín és anyag szintén változott. A fekete bakelit hosszú időn át a tartósság és szabványosság jelképe volt. A háború utáni műanyagipar azonban lehetővé tette, hogy a telefonok színesek, könnyebbek és változatosabb formájúak legyenek. A készülék lakberendezési tárggyá vált. Egyes modellek kifejezetten a modern otthon esztétikáját célozták, mások luxust vagy futurisztikus életérzést sugalltak.

A mobiltelefon újra átírta a tárgy formáját. Kezdetben a mérnöki kompromisszumok uralkodtak: nagy akkumulátor, antenna, vastag ház. Később a méretcsökkentés lett presztízskérdés. A kétezres években egymással versengtek a felnyitható, csúsztatható és apró készülékek, majd az érintőképernyős okostelefon szinte teljesen sík üveglappá egyszerűsítette a külsőt.

Ez a minimalizmus azonban csalóka. A mai készülék belseje sokkal összetettebb, mint bármely korábbi telefoné. Antennák, kamerák, érzékelők, több rádiós rendszer, processzorok és memóriák zsúfolódnak néhány milliméter vastag házba. A telefon történetének tárgyi íve így a látható mechanikától a láthatatlan elektronikáig vezet. Minél bonyolultabb lett a belső rendszer, annál egyszerűbb lett a külső felület.

41. fejezet – A telefon mint mérőeszköz

A telefon fejlődése közben a készülék és a hálózat nemcsak kommunikációs, hanem mérési problémákat is teremtett. A mérnököknek pontosan tudniuk kellett, hogyan csillapodik a jel, mennyi zaj kerül a vonalra, milyen torzítást okoz a kábel, és milyen hangosságot érzékel a felhasználó. A telefonipar ezért saját mérési kultúrát hozott létre, amely az elektrotechnikára és akusztikára is nagy hatást gyakorolt.

A decibel elterjedése szorosan kapcsolódott a távközléshez. Logaritmikus mértékegységként kényelmesen fejezi ki az erősítés és csillapítás arányait, különösen akkor, ha egy jel sok egymás utáni hálózati elemen halad át. A mérnök számára így könnyebb volt összeadni egy hosszú vonal különböző veszteségeit, mint minden szakaszon külön arányszámokkal számolni.

A hálózat megbízhatóságának méréséhez statisztika is kellett. Mennyi ideig működik egy relé meghibásodás nélkül? Hány hívás érkezik a csúcsórában? Mekkora valószínűséggel foglalt minden kapcsolási út? Ezekből a kérdésekből forgalomelmélet és megbízhatósági mérnökség fejlődött. A szolgáltatónak ugyanis nem kellett minden előfizető számára külön állandó távolsági csatornát

HÁTTÉRGYÁR

fenntartania; elég volt olyan kapacitást építeni, amely a várható egyidejű használatot megfelelő biztonsággal kiszolgálja.

Agner Krarup Erlang dán matematikus a XX. század elején telefonközpontok forgalmát vizsgálta, és olyan matematikai modelleket dolgozott ki, amelyek ma is alapvetők a sorban állási és kapacitástervezési problémákban. Az erlang mértékegység a távközlési forgalom intenzitását jelöli. Ez jó példa arra, hogy egy hétköznapi szolgáltatás hogyan teremt új matematikai kérdéseket.

A modern mobilhálózatok mérési világa még összetettebb. Jelerősség, interferencia, cellaterhelés, késleltetés, csomagvesztés és adatsebesség folyamatosan változik. A telefon maga is mérőállomássá vált: érzékeli a környező hálózatokat, helyzetet becsül, rádiós paramétereket jelent a rendszernek. A kapcsolat fenntartása dinamikus együttműködés a készülék és a hálózat között.

A telefon tehát nemcsak a tudomány eredményeit használta fel, hanem új tudományos és mérnöki módszereket is kikényszerített. A hangosabb és tisztább beszéd iránti egyszerű igényből mérési szabványok, forgalomelméleti modellek és megbízhatósági rendszerek születtek. A telefon története ezen a ponton ismét túlmutat

HÁTTÉRGYÁR

saját tárgyán: a modern hálózatok tervezésének sok alapelve ebből az iparágból nőtt ki.

HÁTTÉRGYÁR

42. fejezet – A telefon és az idő

A telefon egyik legkevésbé látványos, mégis mély következménye az idő érzékelésének átalakulása volt. A levél világában természetesnek számított, hogy a válasz órák, napok vagy hetek múlva érkezik. A távíró lerövidítette ezt az időt, de továbbra is közvetítők dolgoztak az üzeneten. A telefon ezzel szemben azonnali választ kínált. A beszélgetés ideje közös idő lett: mindkét félnek ugyanabban a pillanatban kellett jelen lennie.

Ez az azonnaliság megváltoztatta az üzleti döntéseket és a magánéletet is. Egy kereskedő nemcsak gyorsabban adhatott utasítást, hanem rögtön vissza is kérdezhetett. Egy családtag hallhatta a másik hangjának bizonytalanságát vagy örömét, és azonnal reagálhatott. A kommunikáció többé nem kész, átgondolt szövegek cseréje volt, hanem valós időben alakuló párbeszéd.

A telefon ugyanakkor új sürgetést teremtett. A csengés azt üzente, hogy valaki most akar választ. A levél az asztalon maradhatott, a telefon azonban addig csengett, amíg valaki fel nem vette vagy a hívó fel nem adta. A XX. századi irodában ezért a telefon a munka megszakításának egyik legfontosabb forrásává vált. A titkárnő vagy recepciós szerepe részben abból állt, hogy ezt a sürgősséget szűrje.

HÁTTÉRGYÁR

A mobiltelefon az időbeli elvárást tovább erősítette. A hívó már nem feltétlenül fogadta el azt a magyarázatot, hogy a másik fél nincs a készülék közelében. A hangposta és az SMS ugyanakkor visszahozta az aszinkron kommunikációt: üzenetet lehetett hagyni, amelyre később érkezik válasz. Az okostelefon ebből a szempontból egyszerre telefon és levél, azonnali és halasztható kommunikációs eszköz.

A modern kommunikáció ezért folyamatos tárgyalás az azonnaliság és a késleltetés között. Egy hívás azt sugallja, hogy a téma sürgős vagy személyes, egy üzenet kevésbé követel azonnali figyelmet. A felhasználók ösztönösen hierarchiát alakítottak ki a csatornák között. Ugyanaz a készülék többféle társadalmi időt hordoz.

A telefon történetének első nagy ígérete a távolság legyőzése volt. Másfél évszázad után legalább ilyen fontos lett az idő feletti kontroll. Nem az a kérdés csupán, elérjük-e a másikat, hanem az is, mikor várhatunk választ, és mikor van jogunk csendben maradni. A kommunikáció technikája ezzel a mindennapi időbeosztás egyik legfontosabb alakítójává vált.

HÁTTÉRGYÁR

43. fejezet – A vonal másik oldalán: hallássérültek és akadálymentesség

A telefon feltalálása kezdettől fogva sajátos ellentmondást hordozott a siket és nagyothalló emberek számára. Bell munkásságát a beszéd tanulmányozása és a siketek oktatása is alakította, mégis olyan eszköz elterjedésében játszott döntő szerepet, amely a hangra építette a távoli kapcsolattartást. A társadalom egyre nagyobb része telefonon intézte ügyeit, miközben a hangalapú szolgáltatásból sokan kimaradtak. A közlekedés, az álláshirdetések és a hivatali ügyintézés történetében ez a különbség nem pusztán kényelmi kérdés volt: az új hálózat hozzáférést adott, de új akadályokat is teremtett.

A XX. század második felében a szöveges telekommunikáció eszközei új lehetőségeket nyitottak. A teletype és az úgynevezett TTY- vagy TDD-készülékek révén a felhasználók betűket vihettek át a telefonhálózaton. A technika egy már meglévő infrastruktúrát használt új célra: ahol a hang nem volt alkalmas közvetítő, ott kódolt jelek segítségével folytatódhatott a beszélgetés. Az eszközök terjedése közösségi szervezőmunkához, ügyfélszolgálatokhoz és a

HÁTTÉRGYÁR

szabályozás változásához is kötődött. Az elérhetőség ekkor kezdett intézményi kötelezettséggé válni, és egyre nehezebben lehetett úgy tekinteni a telefonra, mint kizárólag hangot továbbító készülékre.

A digitális hálózatokkal a beszéd és az írás közötti műszaki határ elhalványult. Az SMS, az azonnali üzenetküldés, a videókapcsolat és a valós idejű feliratozás különböző kommunikációs igényeket szolgál, de nincs olyan megoldás, amely minden helyzetben mindenki számára egyformán jó. A jelnyelvet használók számára a videó értéke más, mint annak, aki nagyothallóként a beszédet feliratokkal követi. A megfelelő szolgáltatások kialakításához ezért technológiai újítás mellett felhasználói részvételre is szükség van.

A telefon történetének akadálymentességi nézőpontja átírja a találmányról alkotott egyszerű sikertörténetet. Egy műszaki rendszer társadalmi értéke attól is függ, kinek enged hozzáférést és kit hagy a peremén. A készüléken végrehajtott apró változtatások — az erősebb hangjelzéstől a rezgő értesítésen át az élő feliratig — egy részükben általános kényelmi funkcióvá váltak. Az egyetemes tervezés története arra emlékeztet, hogy a fogyatékossággal élő emberek szükségletei gyakran az egész távközlési kultúrát alakító újításokat ösztönöznek.

HÁTTÉRGYÁR

44. fejezet – Egyetlen szám: a segélyhívás útja

A telefonhálózat elterjedése előtt a segítségkérés helyi riasztás, futár, harangszó vagy személyes értesítés útján működött. A telefon megteremtette annak lehetőségét, hogy a bajba jutott ember a történés helyszínéről azonnal kapcsolatba lépjen a hatósággal, de a korai rendszerekben ez sem volt egyszerű. Ismerni kellett a rendőrség, a tűzoltóság vagy az orvos számát, és a vonal foglaltsága, a központ kezelése vagy a távolság késleltethette a segítséget. A központi segélyhívó szám kialakulása ezért szervezési reformot is jelentett, amelyben a távközlési szolgáltatók és a közszolgálatok működését kellett összehangolni.

A huszadik században országonként eltérő megoldások születtek. Nagy-Britanniában 1937-ben vezették be a 999-es segélyhívó szolgáltatást Londonban; az Egyesült Államokban a 911-es szám később vált általános rendszerré. Európában a 112-es közös segélyhívó szám a határokon át mozgó embereknek adott egyszerűbb kapaszkodót. A rövid számok logikája a telefon kezelésének hétköznapi nehézségeire válaszolt. Pánikhelyzetben a hosszú hivatali névsorok böngészése éppen akkor jelentett késedelmet, amikor minden perc számított.

HÁTTÉRGYÁR

A segélyhívó szolgálat hatékonyságát azonban önmagában a szám megjegyezhetősége nem biztosítja. A beérkező hívást fogadni, osztályozni, a helyszínt azonosítani, a szükséges egységet riasztani és a kommunikációt fenntartani kell. Az automata hívóazonosítás és később a helymeghatározás fejlesztése sokat változtatott a diszpécsermunkán, de új adatvédelmi kérdéseket is teremtett. A mobiltelefon elterjedésével a hívó fél egyre kevésbé kapcsolódott egy állandó, ismert címhez; a koordináták pontossága, a beltéri vétel vagy az akkumulátor állapota így gyakorlati életvédelmi tényezővé vált.

A segélyhívás története jól mutatja, hogy a telefon nem csupán magánbeszélgetések eszköze. Válsághelyzetben intézményesített együttműködést hoz létre idegenek között, akik közül az egyik segítséget kér, a másik pedig megszervezi a megfelelő választ. Az infrastruktúra megbízhatósága ilyenkor közbiztonsági kérdés: számít a tartalék energiaellátás, a hálózati redundancia és az is, miként lehet kommunikálni áramkimaradás vagy természeti katasztrófa idején. A telefon történetében a segélyhívás annak a felelősségnek egyik legkézzelfoghatóbb példája, amely a mindennapi kommunikáció alapvető szolgáltatássá válásával járt.

HÁTTÉRGYÁR

45. fejezet – Közös nyelv a vezetékek mögött

A telefon korai történetében a hálózatépítők nemcsak a távolságot, a zajt és az elektromos ellenállást igyekeztek legyőzni. A különböző gyártók készülékeit és az eltérő szolgáltatók vezetékeit is össze kellett hangolni. Ha a központ kapcsolási rendszere vagy az átviteli jellemzők nem illeszkedtek egymáshoz, két előfizető akkor sem tudott megbízhatóan beszélni, ha a köztük lévő kapcsolatot papíron már megteremtették. A szabványosítás ezért nem díszítő kiegészítése, hanem egyik alapfeltétele lett a nagy kiterjedésű telefonhálózatoknak.

A nemzetközi távközlési egyeztetések a távíró korában kezdődtek, később a telefontechnika külön szakmai követelményeivel bővültek. A jelzésrendszerek, frekvenciasávok, számozási tervek és elszámolási eljárások összehangolása évtizedeken át tárgyalásokat kívánt. A nemzeti szolgáltatók számára a hálózat működése üzleti érdek is volt, az ügyfelek számára azonban az jelentette a haladást, ha a csatlakozás a határ túloldalán is működött. Ez az együttműködés sokszor kevésbé látványos, mint egy új telefonkészülék bemutatása, mégis nélküle elképzelhetetlen lenne a nemzetközi hívás.

HÁTTÉRGYÁR

A számok rendszere önmagában is érdekes történeti kompromisszum. A nemzetközi országhívószámok, a városi körzetszámok és az előfizetői számok azt a feladatot oldják meg, hogy a hálózat elvben bármelyik végpontját meg lehessen találni. A hívónak nem kell tudnia, hány kapcsolási csomóponton halad át a jel, vagy melyik szakaszon rézvezeték, optikai kábel és rádiókapcsolat hordozza az információt. A számozás tehát térképként szolgál, amelyet már maga a hálózat olvas és értelmez. Ahogy egyes országokban nőtt az előfizetők száma, a korábbi rendszerek átalakultak, és az átállás a mindennapi életet is érintette.

A GSM terjedésekor a szabványosítás új jelentőséget kapott. A digitális mobilhálózatok sikeréhez nem volt elegendő a rádiófrekvenciák hatékony használata: fontos lett az egymással kompatibilis készülékek gyártása, a különböző országokban használható azonosítás és a barangolás intézményrendszere. A felhasználó számára ezek a megállapodások többnyire láthatatlanok maradnak. Mégis, amikor egy készülék külföldön hálózatot talál, vagy egy telefonszám országok között is értelmezhető, több generáción át kialakított közös műszaki és szervezeti nyelv működik.

A telefon világhálózattá alakulását ezért nem lehet kizárólag a feltalálók és vállalatok versenyeként

elmondani. A közös szabályok elfogadása, a berendezések kipróbálása és a hálózatok közötti elszámolás ugyanúgy a történet része. A távközlés egyszerre igényel versenyt és együttműködést: a szolgáltatók különbözhetnek áraikban, üzleti modelljükben és technikai megoldásaikban, de a rendszernek a hívás pillanatában meg kell találnia az átjárhatóság módját. A telefon történetének egyik tartós tanulsága, hogy a kommunikáció szabadságát gyakran olyan aprólékos közös megállapodások tartják fenn, amelyekről a beszélgetőknek nem is kell tudniuk.

HÁTTÉRGYÁR

Utószó

A telefon százötven éves története arra figyelmeztet, hogy a technikai forradalmak ritkán egyetlen pillanatban történnek meg. 1876. március 10. jól kijelölhető dátum, de aznap még nem létezett telefonhálózat, telefonszám, központ, mobilkészülék vagy digitális jelfeldolgozás. A találmány jelentősége csak akkor bontakozott ki, amikor újabb és újabb problémákra születtek működő megoldások.

A telefon történetében különösen jól látszik az infrastruktúra jelentősége. A készülék önmagában kevés. Értékét a többi készülék, a vezeték, a központ, a szabvány, a szolgáltató és a felhasználók közössége adja. Ugyanez a logika él tovább az internetben és a közösségi platformokban is. A modern kommunikáció nagy része hálózati jelenség.

Az elsőbbségi viták szintén tanulságosak. A technikatörténet hajlamos hősöket keresni, mert egyetlen név könnyebben megjegyezhető, mint egy összetett fejlődési folyamat. Bell neve jogosan kapcsolódik a telefonhoz, de a történet pontosabb, ha mellette látjuk a kortárs kísérletezőket, a mérnöki fejlesztéseket és az üzleti szervezetet is. A találmány nem veszíti el jelentőségét attól, hogy nem magányos csoda.

HÁTTÉRGYÁR

A telefon végül saját határait is felszámolta. A hangátviteli hálózatból általános információs infrastruktúra lett. A mai okostelefon egyesíti a távíró rövid üzenetét, a telefon hangját, a fonográf rögzítését, a fényképezőgépet, a rádiót, a televíziót és a számítógépet. Ez a fejlődés nem teszi kevésbé fontossá a történet kezdetét. Ellenkezőleg: megmutatja, milyen messzire vezethet egy viszonylag egyszerű kérdés, ha a technika és a társadalom újra meg újra válaszol rá.

HÁTTÉRGYÁR

Záró megjegyzés – A hálózat mint örökség

A telefon technikai öröksége ma sokszor olyan rendszerekben él tovább, amelyeket már nem nevezünk telefonnak. Az internetes videóhívás, a hangüzenet, a közösségi alkalmazás vagy az okosóra mind ugyanannak a történetnek a késői fejezete: a távoli ember érzékelhető jelenlétének megteremtése. A készülékek formája és a hálózatok technikája változik, de a társadalmi igény meglepően állandó.

A százötven éves történet másik tanulsága, hogy a kommunikációs rendszerek csak akkor válnak valóban meghatározóvá, amikor infrastruktúrává lesznek. Egy különleges készülék csodálatot kelthet, de a mindennapokat a szabványok, központok, kábelek, antennák és szolgáltatások alakítják át. A telefon ezért nem egyetlen találmány története, hanem annak példája, hogyan válik egy ötletből világméretű rendszer.

Bell és Watson 1876-os kísérletétől a mai globális hálózatokig ugyanaz a kérdés tér vissza új formákban: hogyan lehet megbízhatóan, gyorsan és emberhez méltó módon kapcsolatot teremteni? A technika erre egyre összetettebb válaszokat adott. A végső cél azonban egyszerű maradt: meghallani a másik embert.

HÁTTÉRGYÁR

Kronológia

1830-as–1840-es évek

Az elektromos távíró rendszerei gyorsan terjednek Európában és Észak-Amerikában.

1861 körül

Johann Philipp Reis bemutatja Telephon nevű hangátviteli kísérleti készülékét.

1870

Alexander Graham Bell családjával Kanadába költözik.

1875 márciusa

Bell Joseph Henryvel beszél a beszéd elektromos továbbításának tervéről.

1875 júniusa

Bell és Thomas Watson harmonikus távíróval végzett kísérletei fontos eredményhez vezetnek a folytonosan változó elektromos jel felismerésében.

1876. február 14.

Bell szabadalmi kérelme és Elisha Gray caveatja ugyanazon a napon kerül az amerikai szabadalmi hivatalhoz.

1876. március 7.

Bell megkapja a 174,465. számú amerikai szabadalmat.

HÁTTÉRGYÁR

1876. március 10.

Bell bostoni laboratóriumában Watson érthetően hallja a vezetéken továbbított beszédet.

1876 nyara

Bell a philadelphiai Centennial Exhibition rendezvényén bemutatja telefonját.

1877

Megalakul a Bell Telephone Company.

1878. január 28.

New Havenben megkezdi működését az első széles körben elismert kereskedelmi telefonközpont.

1878. február 21.

New Havenben megjelenik az első ismert nyomtatott telefon-előfizetői lista.

1878

A Smithsonian intézményén belül telefonrendszert létesítenek Washingtonban.

1879

A Bell és a Western Union közötti nagy szabadalmi konfliktus megállapodással zárul.

1881. május 1.

Megnyílik az első budapesti telefonközpont.

HÁTTÉRGYÁR

1891

Almon Strowger szabadalmat kap automata telefonkapcsoló rendszerére.

1892

Ünnepélyesen megnyílik a New York és Chicago közötti távolsági telefonkapcsolat.

1893. február 15.

Budapesten megindul Puskás Tivadar Telefonhírmondója.

1915

Létrejön a New York és San Francisco közötti transzkontinentális telefonkapcsolat.

1920-as évek

Gyorsul az automata központok és a forgótárcsás telefonok elterjedése.

1928

Budapesten üzembe helyezik az első nagy automata telefonközpontot.

1947

A Bell Labs kutatói létrehozzák az első működő tranzisztort.

1948

Claude Shannon publikálja az információelmélet alapvető tanulmányát.

HÁTTÉRGYÁR

1956. szeptember 25.

Megnyílik a TAT-1, az első transzatlanti telefonkábel-rendszer.

1960-as évek

Terjedni kezd a nyomógombos, kettős hangfrekvenciás tárcsázás.

1973. április 3.

Martin Cooper és a Motorola nyilvánosan bemutat egy kézben hordozható cellás telefonrendszert New Yorkban.

1983

Engedélyt kap a Motorola DynaTAC 8000X, az első kereskedelmi kézi cellás telefonok egyike és a technikatörténetben általában az elsőként számon tartott készülék.

1984

Az Egyesült Államokban megvalósul az AT&T Bell System helyi szolgáltatói rendszerének felosztása.

1990-es évek

A GSM és más második generációs digitális mobilrendszerek tömegesen terjednek.

1990-es évek vége

Az SMS a mobilkommunikáció egyik alapvető szolgáltatásává válik.

HÁTTÉRGYÁR

2000-es évek

A mobilinternet, kamerás telefonok és okostelefonok fokozatosan általános kommunikációs platformmá alakítják a készüléket.

2010-es–2020-as évek

A hanghívás egyre nagyobb része digitális, IP-alapú hálózatokon halad; a telefon funkciója beolvad az okostelefon általános információs rendszerébe.

1937

Londonban bevezetik a 999-es segélyhívó rendszert.

1968

Az Egyesült Államokban megkezdődik a 911-es segélyhívás bevezetése.

1991

Az Európai Közösség dönt a 112-es egységes segélyhívó számról.

HÁTTÉRGYÁR

Felhasznált és ajánlott irodalom

Library of Congress: Alexander Graham Bell Family Papers. A Bell család levelezései, laboratóriumi jegyzetei, rajzai és fényképei. A gyűjtemény több mint 145 ezer tételt tartalmaz; digitalizált részében Bell 1876. március 10-i kísérleti jegyzete is megtalálható.

Library of Congress: Telephone and Multiple Telegraph. Összefoglaló Bell harmonikus távíróval és telefonnal kapcsolatos munkájáról, valamint Thomas Watson és Joseph Henry szerepéről.

Library of Congress: Who is credited with inventing the telephone? A szabadalom, a sikeres demonstráció és az elsőbbség kérdésének rövid történeti összefoglalása.

Smithsonian Institution, National Museum of American History: Telephones Through Time. A telefon fejlődését dokumentáló történeti készülékek és tárgyak gyűjteménye.

Smithsonian Institution: Alexander Graham Bell’s Large Box Telephone. Az 1876-os szabadalom és a március 10-i sikeres beszédátvitel összefoglalása.

Smithsonian Institution Archives: Joseph Henry and the Telephone. Bell és Joseph Henry kapcsolatának, valamint a korai kísérleteknek dokumentációja.

HÁTTÉRGYÁR

Connecticut History / Connecticut Humanities: First Commercial Telephone Exchange. A New Haven-i District Telephone Company 1878-as központjának és az első előfizetői listának története.

Postamúzeum: Telefónia Múzeum, Budapest. A Puskás testvérek, az 1881-es budapesti telefonközpont és a magyar telefonhálózat fejlődésének történeti anyagai.

Országos Széchényi Könyvtár, Magyar Elektronikus Könyvtár: Magyar feltalálók a távközlés történetében. Puskás Tivadar, a Telefonhírmondó és a magyar távközlés történetének összefoglalása.

Atlantic Cable: TAT-1 Opening Ceremony, September 25, 1956. Az első transzatlanti telefonkábel-rendszer megnyitásának dokumentációja.

Nokia Bell Labs: History. A Bell Laboratories kutatástörténete, a tranzisztor, információelmélet és távközlési fejlesztések összefoglalása.

Motorola Solutions: History Timeline; Cell Phone Development. Az 1973-as kézi mobiltelefon-demonstráció és az 1983-as DynaTAC kereskedelmi bevezetésének vállalati történeti dokumentációja.

Bruce, Robert V.: Bell: Alexander Graham Bell and the Conquest of Solitude. Cornell University Press. Bell

HÁTTÉRGYÁR

életének és találmányainak részletes történeti feldolgozása.

Brooks, John: Telephone: The First Hundred Years. Harper & Row. A telefon első évszázadának technikai és üzleti története.

Fischer, Claude S.: America Calling: A Social History of the Telephone to 1940. University of California Press. A telefon társadalmi elterjedésének és mindennapi használatának klasszikus feldolgozása.

Huurdeman, Anton A.: The Worldwide History of Telecommunications. Wiley. A távírótól a modern távközlésig vezető technikatörténeti áttekintés.

MacDougall, Robert: The People’s Network: The Political Economy of the Telephone in the Gilded Age. University of Pennsylvania Press. A korai amerikai telefonhálózat üzleti és politikai története.

Standage, Tom: The Victorian Internet. Walker & Company. Elsősorban a távíró története, de fontos háttér a telefon megjelenésének kommunikációs környezetéhez.

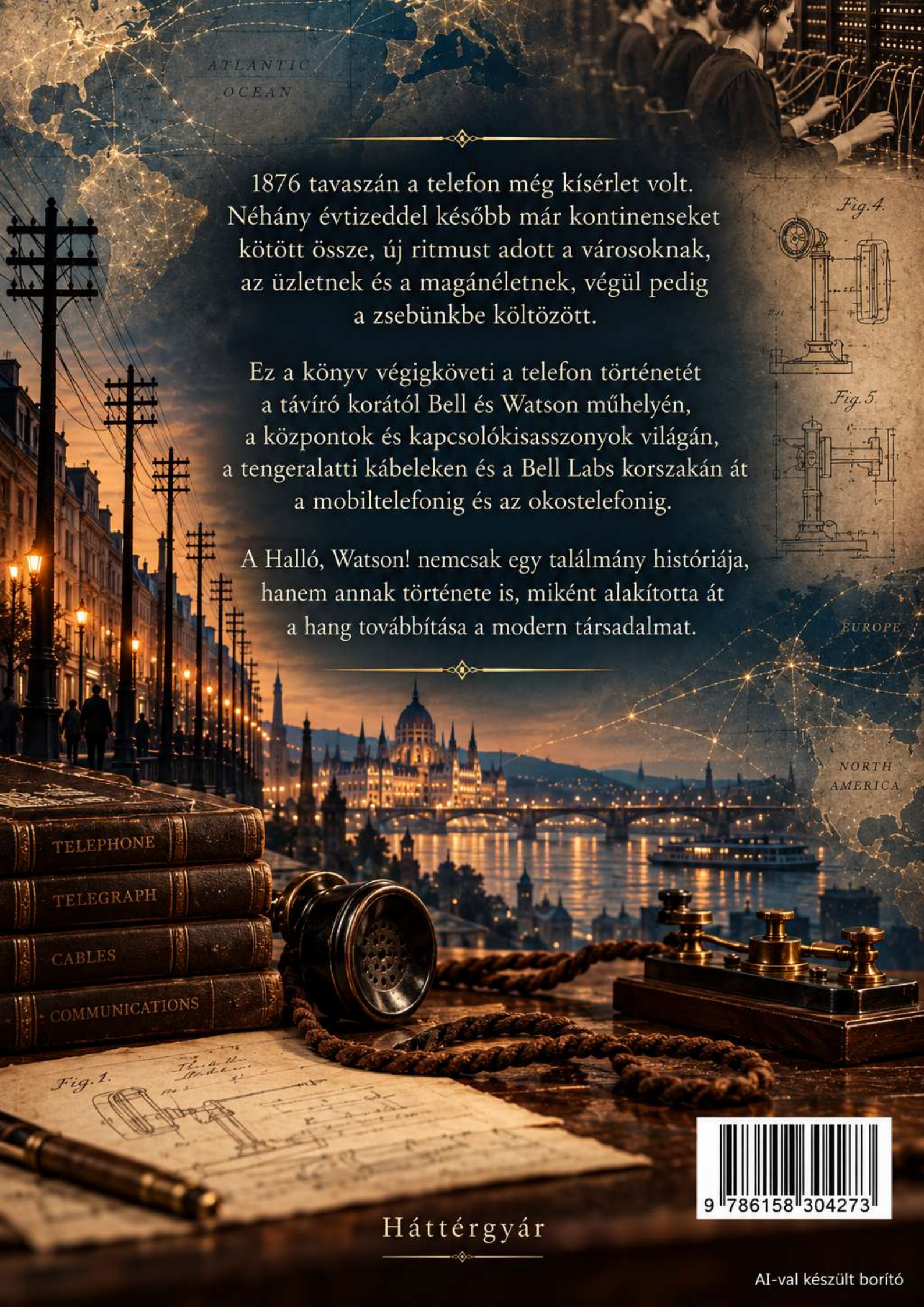
International Telecommunication Union (ITU): History of ITU; E.164 international numbering plan. Nemzetközi távközlési szabványosítás és telefonszámozás.

HÁTTÉRGYÁR

Federal Communications Commission (FCC): 911 and E911 Services. Az amerikai segélyhívási infrastruktúra intézménytörténetének és működésének forrásai.

Federal Communications Commission (FCC): Telecommunications Relay Service (TRS). A hallássérült és beszédfogyatékossággal élő felhasználók kommunikációs hozzáférésének intézményi forrása.

HÁTTÉRGYÁR



1876 tavaszán a telefon még kísérlet volt.
Néhány évtizeddel később már kontinenseket
kötött össze, új ritmust adott a városoknak,
az üzletnek és a magánéletnek, végül pedig
a zsebünkbe költözött.

Ez a könyv végigköveti a telefon történetét
a távíró korától Bell és Watson műhelyén,
a központok és kapcsolókisasszonyok világán,
a tengeralatti kábeleken és a Bell Labs korszakán át
a mobiltelefonig és az okostelefonig.

A Halló, Watson! nemcsak egy találmány históriája,
hanem annak története is, miként alakította át
a hang továbbítása a modern társadalmat.

9 786158 304273

Háttérgyár

AI-val készült borító