

Szikratávírók az első világháborúban

Spark gap transmitters in World War I

GIMESI László

Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Informatika Tanszék
7624 Pécs, Ifjúság u. 6.

T: +36 72 503 600, Fax: +36 72 503 697, e-mail: gimesi@ttk.pte.hu

Abstract

With the change in combat methods during World War I (mechanized and fast-moving units, aircrafts), communication could only be ensured through wireless telegraphy. The first devices for wireless telegraphy were spark gap transmitters. These devices provided telegraph communication for nearly three decades, with their heyday falling in the period leading up to World War I and the beginning of the war. However, the discovery of the vacuum tube devices in the early 20th century completely eliminated spark gap transmitters during World War I and thereafter.

Keywords: wireless communications, spark gap transmitters, World War I, radio stations

Kivonat

Az I. világháborúban a harcászati módok megváltozásával (gépesített, gyorsan mozgó alakulatok, repülőgépek) az összeköttetést csak a vezeték nélküli hírtovábbítás biztosíthatta. A vezeték nélküli hírközlés első készülékei a szikratávírók voltak. Ezek a berendezések közel három évtizeden keresztül biztosították táviró-összeköttetést, fénykoruk az I. világháborút megelőző idősakra, illetve a háború elejére tehető. Azonban a XX. század elején felfedezett elektroncsöves berendezések az első világháborúban, illetve azt követően teljesen kiszorították a szikratávírókat.

Kulcsszavak: vezeték nélküli hírközlés, szikratávírók, I. világháború, rádióállomások

1. BEVEZETÉS

A hír továbbításának igénye egyidős az emberiséggel. Az élelem megszerzése, a veszélyre való figyelmeztetés szükségessé tette, hogy a távollévőket valamilyen módon értesítsék. Az üzenetek célba juttatása az ellenségeskedések, a háborúk idején még jelentősebb szerepet kapott. A híradó eszközök kezdetben egészen primitívek voltak, de a technika, technológia fejlődésével egyre gyorsabb és tökéletesebb megoldásokat kezdtek alkalmazni. Az igazi áttörést az elektromosság felfedezése jelentette.

Az 1800-as évek első felében különböző elektromos távirók készítésével próbálkoztak. Ezek közül igazán sikeres Morse 1844-es találmánya volt, amely segítségével Washington és Baltimore között létesítettek kapcsolatot. [1] Az első használható távbeszélőt az 1876-os philadelphiai világkiállításon mutatta be Graham Bell. [2] Hughes, illetve Edison tökéletesítette a berendezés mikrofonját, amivel az sokkal használhatóbbá vált, így széles körben el tudott terjedni.

A vezetékes összeköttetés létesítése több-kevesebb időt igényel, ehhez – harcok, háborúk esetén – álló hadműveletre van szükség. A nehezen megközelíthető, esetleg ellenséges terepen szinte lehetetlen a kiépítése. Az üzembiztonságra károsan hathatnak a viharok, a harci cselekmények, a véletlen vagy szándékos rongálások. A sűrűn előforduló hibák miatt a karbantartóknak állandó készenlétben kellett lenniük, a javítást pedig sok esetben ellenség által veszélyeztetett területen kellett elvégezni. Ezért szükség volt olyan eszközökre, amelyek mentesek e hátrányoktól és így biztosítják a folyamatos hírtovábbítást. A vezeték nélküli távirók (rádiók) alkalmasak erre a feladatra. Ezek olyan esetekben is jól használhatók amikor a harci helyzet gyorsan változik, a csapatok folyamatos mozgásban vannak. [3] Segítségükkel az ellenség által körülvett csapatokkal, vagy a távoli anyaországgal is biztosított a kommunikáció. [1]

A vezeték nélküli hírközlés Oliver Lodge munkásságával kezdődött, aki 1889–1894 között tökéletesített formában megismételte Hertz elektromágneses hullámokkal végzett kísérleteit, vevőkészülékként Branly által

felfedezett és tökéletesített koherert használt, amit 1894. június 1-én mutatott be Londonban, a Royal Institution-ban. [4] Hertz és Lodge kísérletei és publikációi hatására egyre többen kezdtek el foglalkozni a szikrainduktorral, és kezdték azt alkalmazni jeltovábbításra. A kísérletezések és fejlesztések hatására egyre nagyobb távolságot sikerült elérni az adó és a vevő között. 1907-ben sikerült megvalósítani az első rádióösszeköttetést Anglia és az Egyesült Államok között. (Marconi 1909-ben, Braunnal megosztva Nobel-díjat kapott a vezeték nélküli táviró elterjedésében való közreműködéséért.) [5]. Németországban Slaby fejlesztett rádiótelegráfot, majd létrehozta az első német vezeték nélküli távirórendszert. [6]. Ebben az időben a vezeték nélküli híradás legfőbb eszközei a szikratávírók voltak.

1903. augusztus 4-én a német kormány meghívására egy előkészítő konferenciát tartottak, amelyben a vezeték nélküli hírközlés szabályait kívánták lefektetni. A konferencián hazánkat Follért Károly postafőigazgató, Kilossváry Endre posta-műszaki igazgató és Hollós József posta-főmérnök képviselte [7]. A Magyar Királyi Posta szakemberei itt megvásárolták az államkincstár részére egy Slaby-rendszerű szikraadót és egy Branly-féle koherert használó vevő berendezést. [8] A megvásárolt készülék segítségével az első összeköttetést Csepel és Újpest között hozták létre. Az egyik antennát a csepeli Weiss Manfréd gyár, a másikat az újpesti Egyesült Izzólámpagyár kéményére erősítették. Az eredményes kísérletek a katonaság érdeklődését is felkeltették, így 1904 telétől a tesztek Budapest és Bécs között folytak. A magyar adó antennáját léggömb tartotta 180 méter magasban. A budapesti adást Bécsben kifogástalanul vették. [8] [9] 1906. augusztusában és szeptemberében az Adriai-tengeren folytak kísérletek. E célból Fiumében, a tengerparton fix állomást rendeztek be, míg az Előre nevű hajón mozgó állomást használtak. [10]

1904-ben az angol Fleming alkotta meg az első egyenirányító diódát, amelyet tökéletesített is: a szénszálas katódot fém izzószálra cserélte. 1905-ben az amerikai Lee de Forest, és tőle függetlenül 1906-ban Robert von Lieben osztrák kutató egy harmadik elektródával (ráccsal) egészítette ki a diódát. Ennek segítségével vezérelni lehetett a csőben (triódában) az elektronok áramlását, ami alkalmassá tette erősítőként, illetve rádiófrekvenciás rezgéseltőként történő alkalmazásra. [1]

Az elektroncsöves berendezések az első világháború alatt, illetve azt követően teljesen kiszorították a szikratávírókat.

2. HÍRKÖZLÉS A MAGYAR HADSEREGBEN

A kiegyezés után elfogadott véderőtörvény (1868/XL. törvénycikk a véderőről) alapján két párhuzamos hadseregszervezet volt Magyarországon: a Magyar Királyi Honvédség, illetve az Osztrák-Magyar Monarchia közös hadserege.

Békeidőben a m. kir. honvédségnek nem volt távirószakulata. Ennek ellenére a honvéd kerületi parancsnokságoknak volt beosztott táviró előadója és táviró anyagkezelője. A feladatuk volt a távbeszélő és táviró kiképzés szervezése, valamint a hadgyakorlatokhoz felállították a táviróosztásokat. [2]

A cs. és kir. hadseregben 1883. év augusztus elsejével elrendelték cs. és kir. vasút- és táviróezred felállítását. Feladata egyrészt a vasúti üzemhez szükséges táviróberendezések létesítése és üzemben tartása, másrészt a tábori táviró, távbeszélő és egyéb műszaki híradóeszközök telepítése, építése és kezelése volt. [2]

A XX. század elejére ez a véderőtörvény elavult, így szükség volt annak felülvizsgálatára. Ezt kezdeményezték az 1909. február 24-i képviselőház ülésén, ahol külön magyar vasút- és táviróezred felállítását javasolták. [11]

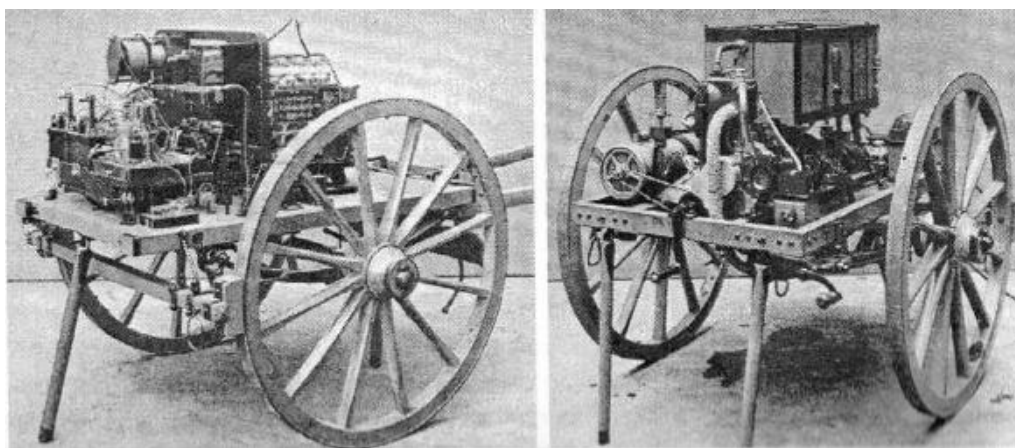
Magyarország újság az 1909. februári számában [12] a hadsereg újjászervezésének tervét ismertette. E szerint az újkori háborúban a vezetés legfontosabb technikai segédeszköze a vasút, a telegráf és a telefon. Mozgósítás esetén valamennyi főparancsnoknál, a hadtestnél, a hadosztálynál, erődökben, várakban, vasút-, telegráf- és telefon-osztályt szerveztek. Valamennyi osztályt a vasút- és táviró ezred állította fel. Az ezred ellátta a forgalmat, építette, berendezte és kezelte a tábori telegráfot, a telefont és a „dróttalan” táviró állomásokat az egész hadsereg részére.

Az 1912-es véderőtörvény (1912/XXX. törvénycikk a véderőről) és az azt követően elfogadott honvédségről szóló törvény az egymástól eltérő hadkiegészítési rendszereket egységesítette. A műszaki csapatok a három fő fegyvernem (gyalogság, lovasság, tüzérség) tevékenységéhez szükséges műszaki munkálatokat végezték. Az Osztrák-Magyar Monarchia haderejében a műszaki alakulatok a közös hadseregben kerültek felállításra. Háborúban a műszaki zászlóaljok az egyes hadtestparancsnokságok alárendeltségébe kerültek, vagy századonként a gyaloghadosztályokhoz lettek beosztva. [13]

Az Osztrák-Magyar Monarchiában az első világháborút megelőző évtizedben kezdődött meg a rádió-távíró hálózat kiépítése, a magas költségek miatt a többi országhoz képest valamivel később.

Tudósítói jelentésből [14] értesülhetünk, hogy Magyarországon és Ausztriában a stratégiai szikratávíró-hálózat kiépítése gyorsan halad. 1909 végére Bécsben, Triesztben és Pólában (Pula), valamint Kattaróban (Kotor), Szebenikóban, Szarajevóban és Lembergben létesültek állomások.

1909-ben az osztrák és magyar hadügyi kormányzat megvásárolta a berlini szikratávíró társaságtól két katonai szikratávíró-állomást és ezekkel sikeres összeköttetést létesített Berlin és Bécs között. Az állomások négy ló vontatta kocsin helyezkedtek el, az energiaellátásukat egy automobil-motor biztosította. [15] Hollós és Pfeifer [16] könyvében egy ilyen, a berlini „drótnélküli telegráfársaság” által szállított hadi állomást mutat be (1. ábra). Az állomás két szekéren helyezkedett el, az egyikén a rádió (telegráf), a másikon pedig benzinnel hajtott dinamó volt, amely biztosította az energiaellátást. Az antenna kihúzására léggömböt, illetve sárkányt használtak.



1. ábra. Telefunken tábortelegráf állomás és a motoros áramfejlesztő [17]

1910-ben a Marconi's Wireless Telegraph Co. Ltd. társaság ajánlatot tett a magyar kormánynak Budapesten vagy környékén egy nagyenergiájú (nemzetközi forgalmazásra is alkalmas) szikratávíró-állomás létesítésére. Az ajánlat szerint a Marconi-társaság azt a saját költségén építené, egy bizonyos ideig tartó kizárólagos használati joggal, amely letelte után az állomás a magyar állam tulajdonába kerülne. Azonban a hadügykormány stratégiai szempontból nem tartotta szerencsésnek, hogy egy magántársaság távívóvonallal rendelkezék az országban. [18] A Marconi Társaság az osztrák kereskedelmi minisztériumnak is megtette ajánlatát, de ahogy Budapesten, ezt Bécsben is visszautasították. Végül az Osztrák-Magyar Monarchiában a Siemens-Halske, a német birodalomban a Telefunken kapta a megbízást. [19]

1910-ben a kormány elhatározta, évi 31.176 K költséggel, egy szikratávíró-szakasz felállítását százados parancsnoksága alatt, két főhadnaggyal, két hadnaggyal és hét őrmesterrel. [20] 1911. októberében 68 tiszttel, 13 műszaki hivatalnokkal, 458 főnyi legénységgel és 18 lóval megalakult a távívóezred. [21]

Az 1912-13-as Balkán-háborúban szerzett tapasztalatok felhívták a katonai vezetés figyelmét arra, hogy a nehezen megközelíthető, esetleg az ellenség által bekerített területekkel való kapcsolattartás csak szikratávíróval oldható meg. A háború befejezésekor a nagyhatalmak egy nemzetközi különítményt küldtek Skutariba (Albánia), ahol az osztrák-magyar hadsereg üzemeltetett egy kis szikratávíró állomást. [19]

Az Osztrák-Magyar Monarchia is kísérletezett ívlámpaadókkal és a jó tapasztalatok alapján 1912-13-ban öt nagy katonai állomást rendeztek be 20-30 kW-os készülékekkel: Bécsben, Trientben (Trento), Szarajevóban, Péterváradon, valamint Przemyslben. Ezeket részben a Berliner Telefonfabrik AG szállította, részben annak fiókvállalata a Wiener Telefon-fabrik AG.

1914-ben a magyar kormány Bulgáriával megegyezett abban, hogy Budapesten és Szófiában szikratávíró állomást állítanak föl ezzel megelőzve azt, hogy Bulgáriát teljesen elzárhassák a külvilágtól. [22] Az állomás építését a Csepel-szigeten 1914. július 28-án kezdték és október 15-én adták át a forgalomnak. [23]

1914-ben Magyarországon a csepeli rádióállomáson felszerelt 20 kW-os ívlámpaadót a bécsi Telefonfabrik AG gyártotta, amit nem nagyon használtak, így leszerelték, majd a következő évben Temesvárra szállították az ottani katonai állomásra. [24]

A csepeli szikratávíró-állomás 1914. november 1-én kezdte meg rendszeres adását. Elsősorban háborús célt szolgálva továbbított rejtjeles morzetávíratokat a velünk szövetséges központi hatalmaknak, később közvetített az Oroszországgal kötendő esetleges különbéke, majd a háború befejezése után a győztes nagyhatalmakkal folyó tárgyalásoknál. [25].

Az Osztrák-Magyar Monarchiában a háború kezdetéig, illetve a háború elején a következő állandó földi rádiótáviró-állomások működtek: Pola (Pula), Sebenico (Szebenikó), Kattaró (Kotor), Szarajevó (1912); Bécs-Hadügyminisztérium, Bécs, Trieszt, Trebinje, Riva, Przemysl, Lemberg, Pétervárad (1913); Budapest (2014); Krakkó, Temesvár, Graz (háború kezdetén); Brusarci (háború alatt); Bécs (1916). [17]

Természetesen nemcsak a tengerészeti és szárazföldi csapatoknál rendszeresítették a szikratávirókat, hanem a léghajókon és a repülőgépeken is. [26]

3. RÁDIÓZÁS A VILÁGHÁBORÚBAN

Az első világháború kezdetére jellemző manőverező-, mozgóháborúban, és a később kialakult állóháborúban (lövészárok-háborúban) a hagyományos kommunikációs eszközök kudarcot vallottak. Így elengedhetetlenné vált a nagyteljesítményű fix, és a kisebb hordozható rádióállomások kifejlesztése és telepítése.

A háború kitörésekor már valamennyi modern szárazföldi haderőt elláttak szikratáviróval. A hadi központok stabil, a tábori seregek pedig hordozható állomásokkal rendelkeztek, amelyeket kocsira vagy lóra telepítettek. Például az olasz hadsereg tripoliszi tábori távirói 160 kilométer távolságra működtek. A román hadsereg lóhátra szerelt tábori távirói 45-60 kilométert hidalnak át az 1000 méter magas hegyek között. [26]. Ennek ellenére, ha a teljes hadsereget nézzük, a szikratáviró és a rádió ritkaság volt az első világháborúban, főleg a harctéren használtak kevés mobilállomást. [27]

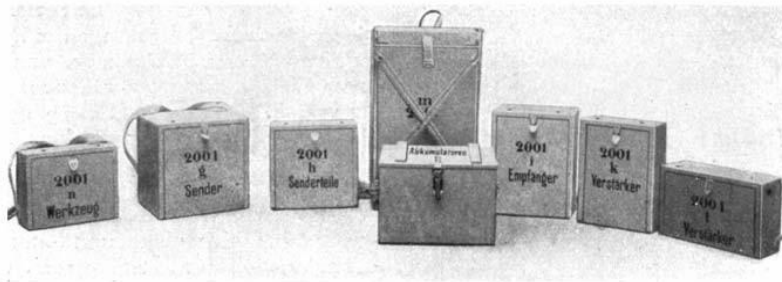
Az Osztrák-magyar hadsereg és a haditengerészet részére szükséges szikratávirók gyártására a Siemens és Halske cégnek, illetve leányvállalatának a Telefunkennek volt monopóliuma. A cég az első világháború végéig 850 szikratáviró-állomást szállított a hadsereg és a flotta részére. [19]

3.1. Hordozható rádióállomások

Ezeknél a berendezéseknél elsődleges követelmény volt a hordozhatóság. Ennek érdekében ezeket több, a személyzet által hordozható méretű és súlyú modulból állították össze.

1916-ban a Telefunken kifejlesztett egy hordozható rádióállomást „Kleine tragbare Funkenstation” (2. ábra), ami 13 egységből állt, az egyes modulok súlya nem haladta meg a 12 kg-ot.

1917 novemberére 500 ilyen típusú állomást szállított a Telefunken. Erőforrásként általában egy dupla pedálos kerékpárt vagy egy Bosch kéthengeres motort használtak. [28]



2. ábra. A kis rádióállomás rakományai G-Fuk 16a [28]

3.2. Mobil rádióállomások

A harcok során a hadseregnek szüksége volt könnyen mozgatható és telepíthető rádióállomásokra. Ezek voltak a mobil rádióállomások, amelyek kizárólag a mozgó hadviselésre készültek. Képesnek kellett lenniük a lovasságot bárhová, bármilyen ütemben követni. Követelmény volt a gyors üzembe helyezés, így az állomás telepítésére és leszerelésére csak rövid idő állt rendelkezésre. Az állomásokat és a felszerelésüket lovasfogat, vagy gépkocsi szállította.

A nehéz típusú mobil rádióállomás három egységből állt: állomás, árbo és felszerelés (3. ábra) jármű, amelyeket egyenként hat-hat ló vontatott. Az állomás üzembe helyezése, beállítása körülbelül 15 percet vett igénybe. Az adó működéséhez szükséges energiát egy hét-nyolc lóerős vízhűtéses benzinmotor szolgáltatta. A nehéz állomás sugárzási energiája körülbelül 1,5 kW, a hatótávolsága 250-300 km volt. [28]

A könnyű típusú mobilrádióállomás két, egyenként hat lóval elhúzott járműből: az állomás és felszerelés járműből állt. A könnyű állomás üzembe helyezéséhez legfeljebb öt percre volt szükség. Az adóállomás sugárzási teljesítménye körülbelül 0,5 kW, hatótávolsága 100 km volt. [28]

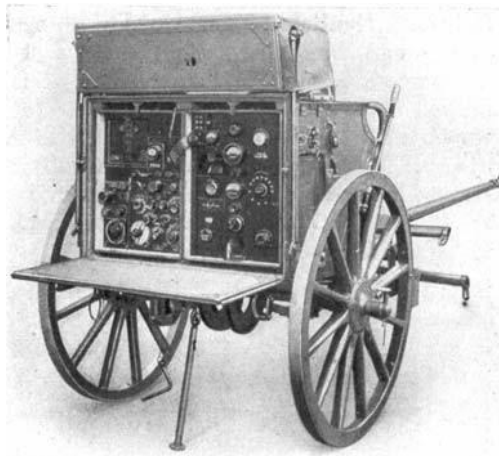


3. ábra. Egy nehéz állomás felszerelési járműve [28]

A háború kiterjedésével egyre nagyobb szükség volt a gyorsan, nagy távolságra telepíthető rádióállomásokra. Mivel nehézséget okozott a lovak beszerzése és ellátása, ezért egyre több rádióállomást szereltek fel autókra.

Az újabb készülékeket és berendezéseket már nem építették be fixen a járművekbe, hanem kivethető szállítódobozokba és vaskeretekbe helyezték el azokat. Így a rádióállomásokat lakóhelyiségekben vagy menedékhelyeken lehetett használni, és az üres járműveket lőtávolságon kívülre vihették. [28]

Az offenzív harcok megkezdésekor a hadseregnek szüksége volt egy mobilis, könnyű rádióállomásra (4. ábra). Az utánfutó (Protze) két szállítódobozt tartalmazott, az egyikben a szikraadó, a másikban a vevő volt. Az állomást két ló könnyedén mozgathatta, hatótávolsága 125 km, az áramforrása egy kis léghűtéses kéthengeres motor volt. [28]



4. ábra. Mobil kis szikraállomás (G-FUK 18), állomási jármű [28]

Időközben speciális szikraállomásokat, úgynevezett árokállomásokat is építettek a lövészárkok hadviselés számára, kisebb teljesítménnyel. Ezeket szállítódobozokban helyezték el, amelyeket a legénység a hátukon szállított. [28]

3.3. Fix telepítésű rádióállomások

A főparancsnokság és a távolabbi balkáni és keleti hadsereg főparancsnokságainak közvetlen rádióösszeköttetésére egy oltó szikrás, 20 kW adóteljesítményű fixen telepített állomást használtak. Az adó- és vevőforgalom lebonyolítása egy erre a célra berendezett teremben, a vevőpultról történt.

4. ÚJ ESZKÖZ A HÍRADÁSBAN

Az I. világháború közepén a katonai híradás felszereléseiben változás kezdődött: a szikratávírók mellett izzókatódlámpákkal épített készülékek jelentek meg. A központi hatalmak ipara először az ún. Lieben-

lámpákat gyártotta, amelyeket kezdetben telefon- illetve detektoros rádióvevők hangerősítőjeként használtak. [27]

Az elektroncsővel működő adók a szikraadókhoz képest jóval kisebb méretűek, kevesebb energiát igényeltek, könnyen telepíthetők és sokkal megbízhatóbbak voltak. 1918. május végén a Telefunken tesztelésre leszállította az első 100 ilyen készüléket, amelyek beváltak, így megkezdődhetett a tömeggyártásuk. [28]

A Telefunken Magyarországon 1917. végén a Tungstram újpesti telepén — a világon harmadikként — kezdett kísérleteket a rádiócsövekkel. Az első kezdetleges csövek katonai célokra — az akkori hadsereg igényeinek megfelelően — telefonerősítőkhöz készültek. 1918-ban a budapesti Telefongyárban ugyanilyen csövekkel, a Telefunken ARS 68 licence alapján építették meg az első katonai rádiót az Osztrák–Magyar Monarchia hadserege számára. A készüléket „Klein Radio”-nak nevezték, fedőneve KLERÁ volt. [29] Ezeket a rádiókat az olasz fronton próbálták ki először, ahol kezdetben csak vezetékes híradás volt.

1917-ben kezdték kiépíteni a rádióüzemű rendszereket, és 1918-ban már a magasabb parancsnokságokon mindenütt megtalálhatók voltak a távíró üzemmódban dolgozó elektroncsöves rádió-adó-vevők. [30]

A szikraadókat a világháború végén fokozatosan megszüntették, kivonták a forgalomból. A Naueni állomás 100 kW-os szikraadóját 1918-ban, a csepeli szikraadót 1924-ben szerelték le. [24]

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] R. Tábori, I. P. Valkó és D. Ambrózy, *A hírközlés regénye*, Minerva, Budapest, 1967.
- [2] J. Gelényi, *Magyar Műszaki Parancsnokságok, Csapatok és Alakulatok a Világháborúban 1914-1918*, Közlekedési Nyomda, Budapest, 1938.
- [3] J. Jáki, *Katonai rádiótechnika*, Királyi Magyar Egyetemi Nyomda, Budapest, 1944.
- [4] A. A. Huurdeman, *The Worldwide History of Telecommunications*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2003.
- [5] E. Csetri és D. Jenei, szerk., *Technikatörténeti Kronológia*, Stúdium Könyvkiadó, Kolozsvár 1998.
- [6] C.-y. K., *Amikor még nem volt „S.O.S.”*, Magyar Posta, 1937 11(1), 426-427.
- [7] G. Sugár, *A magyar rádiózás története a felszabadulásig*, Posta Rádió- és Televízió Műszaki Igazgatóság, Budapest 1985.
- [8] Z. Furkó, *Az első kísérletektől a megindulásig (1903–1925)*, in *A 10 éves Magyar Rádió (1925–1935) A csepeli rádióállomás 10 éves története (1914–1924)*, Ajtósi Dürer Könyvkiadó, Budapest 1995.
- [9] L. Holló, szerk. *Az első drótnélküli távírat Budapesten*, Magyarország, 1904. december 22. 9.
- [10] D. Balás, *Az 1906-os adriai szikratávírókísérlet eszközei*, Híradástechnika (különszám), 2006, 21–26.
- [11] n.n., *A képviselőház ülése február 24*, Magyarország, 1909. február 25, 4.
- [12] Mars, *A hadsereg újjászervezése. A reformtervezet ismertetése. A műszaki csapatok*, Magyarország, 1909 február 12, 5.
- [13] ***, *A magyarországi hadseregszervezet 1914-ben.*, Hadtörténeti Intézet és Múzeum, <https://magyarezredek.hu/hadtori-leaflet/contents/additionalmilitarysystem.jsp>. (Utolsó letöltés: 2021.12.20).
- [14] n.n., *A hadsereg dróttalan távíró-hálózata*, Budapesti Hírlap, 1909. november 26, 11.
- [15] n.n., *A dróttalan távíró sikere*, Népszava, 1909. április 1, 8.
- [16] J. Hollós, I. Pfeifer, *A technika vívmányai az utolsó száz évben*, Athenaeum, Budapest 1905.
- [17] B. D. Balás és Z. Rajnai, *Magyar katonai rádióállomások és rádiókészülékek 1914–1945*, Nemzeti Közszolgáltató Egyetem, Budapest, 2015.
- [18] K. S. Gy., *Szikratávíró Magyarországon*, Világ, 1911. december 24, 6-7.
- [19] B. D. Balás, *A csepeli szikratávíró-állomás hadi szolgálatban 1914–1918*, Haditechnika, 2005. szeptember-október, 15-16.
- [20] n.n., *A hadsereg rendes költségvetése*, Pesti Napló, 1910. október 13, 3.
- [21] n.n., *Új távíró-ezred szervezése*, Budapesti Hírlap, 1911. december 22, 6–7.
- [22] n.n., *Új vasúti és távíróösszeköttetésünk Bulgáriával*, Budapesti Hírlap, 1914 május 28, 20.
- [23] Z. Furkó, *A 10 éves rádió története*, Ajtósi Dürer Könyvkiadó, Budapest, 1995.
- [24] B. D. Balás, *Távírótól a rádióig*, Ad Librum, Budapest, 2009.
- [25] B. Endrődi, *A Csepeli Rádióállomás*, in: *Postai és Távközlési Múzeumi Alapítvány Évkönyve 1994*, Postai és Távközlési Múzeumi Alapítvány, Budapest, 1995.
- [26] A. Slaby és G. Kreuzer, *A szikratávíró*, Franklin-társulat, Budapest, 1912.
- [27] B. D. Balás, *A központi hatalmak hadseregének korszerű kiserádió-állomása az I. világháború végén*, Haditechnika, 2011. 2, 15-18.
- [28] Solff, Karl, *Telefunken im deutschen Heere*, Telefunken Zeitung, 1919. május, 11-24.
- [29] S. Mészáros, *A 90 éves Tungstram vevőcsőgyártásának története*, Híradástechnika, 1986, 436-446.
- [30] I. Tóth, *A budapesti híradástechnikai ipar kezdetei, A Telefongyár első évtizedei*, in: *Tanulmányok Budapest múltjából*, Budapesti történeti múzeum évkönyve, Budapesti Történeti Múzeum, Budapest, 1971, 309-333.
- [32] n.n., *Empfangsapparat für Luftschiff und Ballon „System Telefunken”*, Telefunken Zeitung, 1912. április, 63–66.