

**HISTORY OF THE
DEVELOPMENT OF AUTONOMOUS
LAND COMBAT VEHICLES (PART 1.)****AUTONÓM SZÁRAZFÖLDI
HARCJÁRMŰVEK ALKALMAZÁSÁNAK
FEJLŐDÉSTÖRTÉNETE (1. RÉSZ)**NÉMETH Antal¹ – SZÚCS Endre²**Abstract**

Over the last three decades, progressive changes in information and communication technologies have made it possible to partially or even fully automate the targeted movement of various vehicles in changing terrain, weather and environmental conditions. The aim of our research is to describe the objectives that have determined the direction of development, and the stages of advancement that have led to the current autonomous, multi-purpose combat vehicles. This article describes the early development phase and provides a review of the development history and achievements of autonomous military vehicles.

Keywords

autonomous vehicle, Unmanned Ground Vehicle (UGV), land-based torpedo, improvised explosive device, crawler chassis

Absztrakt

Az elmúlt három évtizedben az informatika és a kommunikációs technológiák ugrásszerű fejlődésének köszönhetően elérhetővé vált a különböző járművek célzott közlekedésének változó terep-, időjárás- és környezeti viszonyok közötti részleges vagy akár teljes automatizáltsága. Kutatásunk célja bemutatni, milyen célok határozták meg a fejlesztések irányát, milyen fejlődési szakaszokon keresztül jutottunk el a jelenlegi autonóm, többcélú harcjárművekig. Jelen cikk a fejlesztések korai szakaszát mutatja be, és áttekinti az autonóm katonai járművek fejlesztési előzményeit, eredményeit.

Kulcsszavak

autonóm jármű, vezető nélküli szárazföldi jármű (UGV), szárazföldi torpedó, önjáró robbanótöltet, lánctalpas futómű

¹ nemeth.antal@uni-obuda.hu | ORCID: 0009-0002-5404-9435 | managing director, Kaposvár Science and Innovation Park Nonprofit Ltd. | ügyvezető, Kaposvári Tudományos és Innovációs Park Nonprofit Kft.

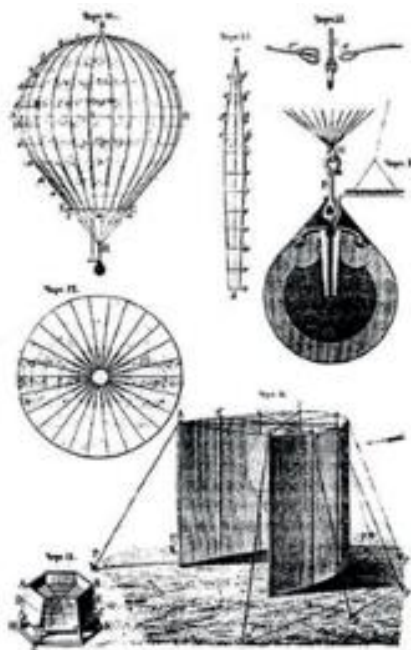
² szucs.endre@bgk.uni-obuda.hu | ORCID: 0000-0003-2818-262X | senior lecturer, Óbuda University, Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Budapest, Hungary

BEVEZETÉS

Az elmúlt két évtizedben exponenciális növekedés volt tapasztalható a pilóta nélküli eszközök területén. Ezen járművek katonai alkalmazásától elsősorban az élőerő veszteségeinek csökkenését várják el a különböző katonai műveletek során [1]. A katonai drónok örökre megváltoztatták a háború lefolyását, folyamatos megfigyelést, fokozott irányítást, valamint precíziós csapásmérő képességeket biztosítva, míg a földi robotok életmentő szerepet játszanak a taposóaknak és a rögtönzött robbanószerkezetek semlegesítésében. A polgári oldalon az önvezető autók, teherautók, buszok nem vágyálmok, már a zsúfolt utakon keverednek a személyzettel ellátott járművekkel. Autonóm anyagmozgató robotok ezrei dolgoznak éjjel-nappal, és több millió terméket hoznak be az internetes kereskedelemmel foglalkozó multinacionális nagyvállalatok hatalmas raktáraiba, a légi és utcai szintű drónokat már tesztelik házhozzállítási céllal. Az elmúlt időszak háborúiban már nem csak speciális hadműveletekben alkalmazzák, hanem folyamatos a pilóta nélküli drónok jelenléte: a 2020-as hegyi-karabahi háborúban vagy a jelenleg is zajló orosz-ukrán háborúban már befolyásoló tényező a harcsteren. A felderítő hadműveletekben és az ellenséges haditechnika és élő erő megsemmisítésében vagy a harcból való kivonásukban meghatározó szerepet játszanak. Hosszú út vezetett idáig. Célunk, hogy bemutassuk a folyamatot – második ipari forradalomtól az első világháború végéig – az autonóm harcjárművek egy speciális szegmensének, a szárazföldi autonóm harcjárművek fejlesztésének az előzményeit és első fejlesztési szakaszát, eredményeit.

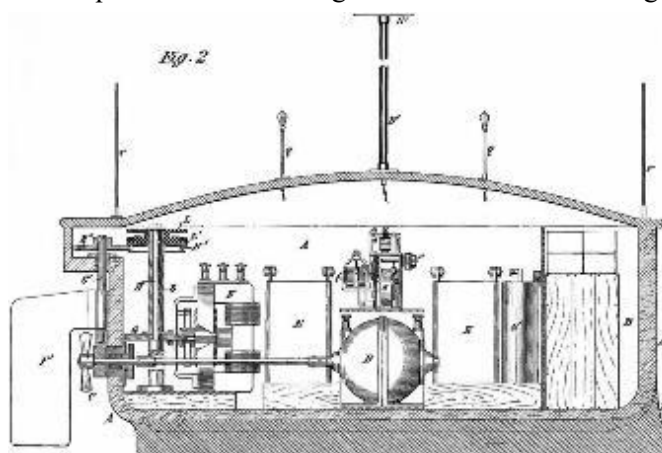
A KEZDETEK: FÖLDÖN, VÍZEN, LEVEGŐBEN

A közhiedelemmel ellentétben a robotok és drónok iránti érdeklődés jóval korábbra nyúlik vissza, mint hogy azt a legtöbb ember gondolná, mivel több mint egy évszázada alkalmazunk pilóta nélküli katonai rendszereket. Az egyik legkorábbi kísérlet 1849. augusztus 22-én történt, amit Velence szenvedett el az első pilóta nélküli légi járművek által. A ballonokról végrehajtott légitámadást Ausztria vetette be 1849-es ostroma során Velencében a függetlenségi háború alatt. Bombákat csatoltak pilóta nélküli léggömbökhöz és hagyták, hogy a szél azokat Velence fölé fújja. Sajnos az időzítő technikai megoldásáról és magáról a léggömbről nem maradtak fenn pontos információk. Annyit tudunk, hogy hajóról indították a becslések szerint 200 léggömböt 1849. augusztus 22-én, amelyek mindegyike több mint 14 kg robbanóanyagot szállított. Néhány ballon elérte a célját, de katonai értelemben a károk minimálisak voltak, viszont a pszichológiai hatás annál nagyobb volt. Vélhetően ez volt az a pillanat, amikor egy *„új háborús filozófia egy új dimenziót nyitott a reguláris hadseregek közötti harcérintkezésben, mert felvetette annak a lehetőségét, hogy a polgári lakosság jóval a hadseregek elülső vonala mögött a támadás célpontjává váljon. Ezzel a háborús fogalmakhoz hozzá lehetett adni egy új szót, a „légitámadás” kifejezést.”* [2]



1. Ábra: A bombával ellátott léggömb feltételezett kinézete. (forrás: <https://www.italyonthisday.com/2017/08/historys-first-air-raid-Venice-Republic-of-San-Marco-Austria.html>)

Az 1860-as évek önműködő torpedó fejlesztései mellett, amelyek már katonai alkalmazásba is kerültek (pl. 1864. Giovanni Luppis-Robert Whitehead: Minenschiff), megjelentek az első elektromos meghajtású, de vezetékes távirányítású járművek (unmanned surface vehicles, a továbbiakban: USV), az autonóm vízfelszíni járművek. Az első rádióvezérelt USV-t Nikola Tesla fejlesztette ki 1897-ben[3] és a rá következő évben mutatta be a Madison Square Gardenben megrendezett elektrotechnológiai kiállításon.

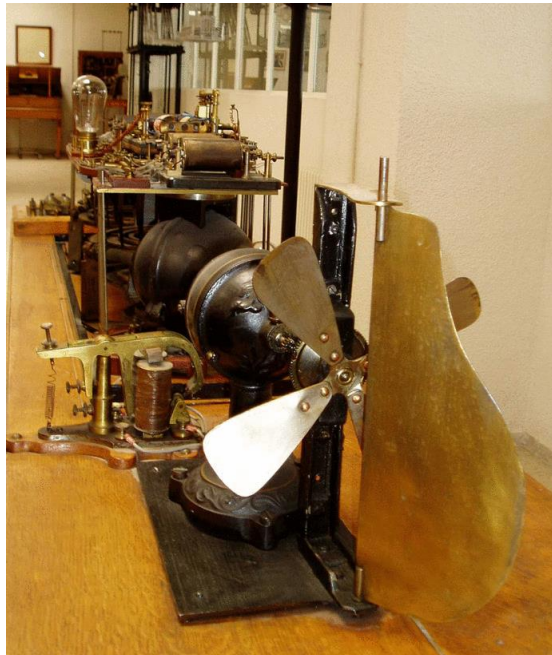


2. Ábra: Tesla rádióvezérelt hajója, amely körülbelül 1,2 m hosszú és 0,9 m magas, egy sor E tárolóelemet alkalmazott a D hajtómotor és az F kormánymotor meghajtására (a 613,809 XNUMX amerikai szabadalomtól adaptálva). forrás: <https://mechanixillustrated.technicacuriosa.com/2017/02/19/a-brief-early-history-of-unmanned-systems/>

Nikola Teslával szinte egy időben egy spanyol tudós és feltaláló Leonardo Torres-Quevedo is áttörést ért el a távirányítású járművek területén. Ennek háttérében az emberi élet megóvása volt a pilóta nélküli kísérleti légi járművek tesztelése során. 1903-ban mutatta be a Párizsi Tudományos Akadémián a Telekinót, amelyet Franciaországban, Nagy-Britanniában, Spanyolországban és az Egyesült Államokban is szabadalmaztatott. A találmány egy távvezérlő rendszer volt, amelyhez két dologra volt szükség: egy adóra, amely rádióhullámok (Hertz-hullámok) segítségével képes volt különböző bináris kódszavakat küldeni, és egy vevőre, amely a kódszó függvényében képes volt az irányított eszközben különböző működési állapotot beállítani és ezáltal különböző manővereket tudott végrehajtani az adott jármű, legyen az vízben, földön vagy levegőben. Leonardo Torres-Quevedo a találmányát Telekinónak nevezte el.

Két szót összekapcsolásával alkotta meg a Telekinót. A szó a görögből származik: tele (messze, távol) és kino (mozgás), aminek eredménye a "távolban történő mozgás". Torres-Quevedo a szabadalmának leírásában így írt a Telekinóról:

„A találmány lényegében egy távirányítású, vezetékkel vagy anélkül működő, a tú helyzetét meghatározó távirójelet tartalmaz, amely egy 'szervomotort' (vezérlő, kapcsoló vagy motor) szabályoz, amely bármilyen készüléket működtet”. [4]



3.Ábra: A Telekinó prototípusa. Universidad Politécnica de Madrid, Spanyolország, forrás: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4399975>

A Telekinó elektromos meghajtású hajókra történő alkalmazásával Torres-Quevedo képes volt arra, hogy a kormánymotor különböző pozícióit és a hajtómotor különböző sebességeit egymástól függetlenül válassza ki. Egyidejűleg képes volt más mechanizmusokat is működtetni, mint például a világítás fel- és lekapcsolása, valamint a zászló fel- és leengedése. Összességében akár 19 különböző műveletre is képes volt prototípusaival. Torres-Quevedo 1904-ben megépített egy háromkerékű elektromos

meghajtású kísérleti autót, amelyet rádióval irányított, amely képes volt előre vagy hátrafelé menni, illetve jobbra vagy balra fordulni. Ennek hatótávolsága mindössze 20-30 méter volt, és úgy tűnik, az ez volt az első ismert példánya a rádióvezérlésű pilóta nélküli földi járműnek (UGV). A további fejlesztések eredményeképpen 1905. november 7-én a bilbaói öbölben egy hajóval sikerült a 2 km irányítási hatótávolságot is elérni. Sajnálatos módon a további kísérletek – mivel a spanyol királyi haditengerészet nem finanszírozta tovább a fejlesztéseket, – megszakadtak. A további fejlesztések és gyakorlati katonai alkalmazások a földi területen csak az első világháborúban jelentek meg, viszont a rádióvezérelt szárazföldi járművek fejlesztése esetében ez közvetlenül a második világháború előtt vesz újra lendületet.

AZ ELSŐ PILÓTA NÉLKÜLI HARCJÁRMŰVEK: TORPEDÓK A SZÁRAZFÖLDÖN

Az első ilyen jellegű, legalábbis tesztelésig jutott projektek, amelyeket az első világháború lövészárkainak pusztító patthelyzete ösztönzött, Franciaországban jelentek meg és a haditengerészet által a korábban már kifejlesztett víz alatti önműködő torpedók analógiáján szárazföldi vagy elektromos torpedónak nevezték el. Ezen eszközöket önjáró robbanótölteteknek is nevezhetjük.

Aubriot-Gabet elektromos torpedója (Aubriot-Gabet Torpille Electrique)



4. Ábra: Aubriot-Gabet Torpille Electrique kísérleti modell, forrás: <https://en.topwar.ru/123927-suhoputnaya-torpeda-aubriot-gabet-torpille-electrique-franciya.html>

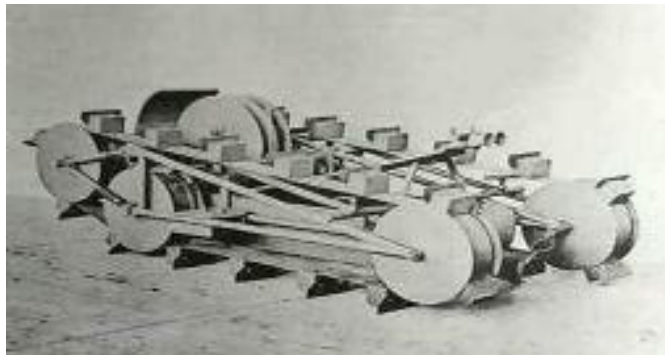
A modellt 1915-ben tervezte meg Paul Aubrio és Gustave Gabe mérnökpáros. Pontos technikai paraméterek nem maradtak fenn, de a leírások alapján egy 1,5 m-t nem meghaladó, kb. 50 cm magas és 200 kg összsúlyú járművet jelentett elektromos motorral és lánctalpas meghajtással. Robbanótöltetek hordozására tervezték (kb. 30-50 kg), amelynek célja az ellenséges létesítmények vagy akadályok megsemmisítése. A járművet a platform hátsó részén elhelyezkedő elektromos motorral hajtották meg, amely tengelyen keresztül forgatta meg a fogaskerékre erősített lánctalpat. A jármű nem volt kormányozható, csak előre és hátra tudott mozogni, ezért indításkor kellett a cél felé irányítani, utólag már nem tudott irányt változtatni. Az elektromos motor áramot vezetéken keresztül kapott, mint ahogy az irányítás és a töltet aktiválása is ezen a vezetéken keresztül történt. A jármű elején

látható harmadik lánctalp vélhetően a harcmezőn lévő drótkadályok leküzdésére szolgált. A járműnek az Aubriot-Gabet Torpille Electrique nevet adták[5]. A jármű nem volt harci alkalmazásban, egy kísérleti példány készült.

| Méreték (becsült) | Meghajtás | Irányítás módja/Hatótáv | Összsúly/Hasznos teher | Védelem | Fegyverzet |
|------------------------------|------------------|-------------------------|------------------------|---------|---------------|
| 1500-1700x400-500x400-500 mm | elektromos motor | vezetékes/nem ismert | 200 kg/kb. 30-50 kg | nincs | robbanótöltet |

1. Táblázat: Aubriot-Gabet elektromos torpedó technikai adatok. forrás: <https://dzen.ru/a/X70Od9garxgbBDyh>

Schneider “Krokodil” szárazföldi torpedó (Torpille Terrestre Schneider Crocodile typ A/B)



5. Ábra: Torpille Terrestre Schneider Crocodile typ A, forrás: <https://dzen.ru/a/X70MGwtK-AFJsh1m>



6. Ábra: Torpille Terrestre Schneider Crocodile typ B, forrás: <https://dzen.ru/a/X70MGwtK-AFJsh1m>

Az Aubriot-Gabet mérnökpárossal szinte egyidőben (1915) indult Schneider-Creusot haditechnikai cég önjáró robbanótöltet projektje. A leendő szárazföldi torpedó a Schne-

ider Crocodile projektnevet kapta [6]. A súlycsökkentés érdekében a Schneidernél a leg-egyszerűbb megoldást, egy egyszerű csővázszerkezetet választottak (5. ábra). A vázon az akkumulátorok, egy pár villanymotor és egy orsó volt a vezérlőhuzal számára. A motorokat vezetéken keresztül lehetett vezérelni. Minden elektromos részt vízzáró réteggel burkoltak, hogy képes legyen vizes akadályokat is leküzdeni. A meghajtás egyszerű volt, egy vezető és két támasztó görgő segítségével valósult meg. A hátsó támasztógörgő vezetőkerékként működött. Minden görgő egyforma kialakítású volt. A görgőkre egy vászonszíjat feszítettek, melyre fakockákat erősítettek, ezzel biztosítva a talajon való kapaszkodást.

A szerkezeti vázba 40 kg-os robbantöltet került, amelyet elektromos detonátorral távolról robbantottak. A kezelő egy kezdetleges elektromos távirányítóval irányította, amelyről a bal vagy jobb oldali hajtóművet ki- vagy bekapcsolhatta, ezzel tudott irányt váltani és ezen keresztül tudta a töltetet felrobbantani. A fordulást az egyik görgőfelület leállításával és fékezésével lehetett elérni.

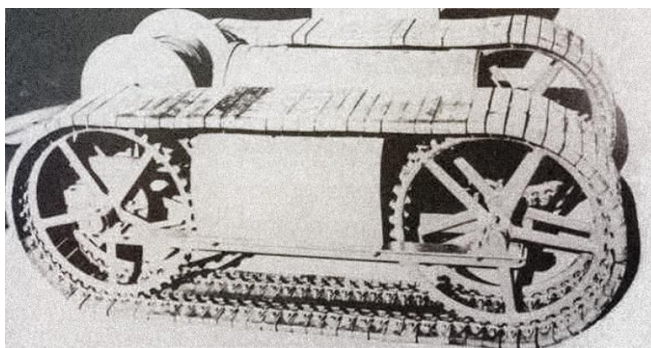
Az első tesztek sikeresek voltak. Az eredmények alapján a Schneider megváltoztatta a futóművet, a gép minden elemét továbbfejlesztette, és a továbbfejlesztett változat lett Torpille Terrestre Schneider Crocodile Typ B (6. ábra), amely gyártásba került. Az új alvázhoz egy másik, kisebb átmérőjű lánchengert adtak. A csővázat teljesen újratervezték. Maga a robbanófej a tartószerkezetbe volt beépítve. A görgőkre bordákat tettek, hogy megakadályozzák a vászonszija talp leoldását a kanyarokban. A vezeték tartalmazó orsót az eszköztől a földre helyezték a kezelő mellé.

A francia hadsereg a tesztek után 20 darabot rendelt éles bevetésre, de nincs dokumentált harci alkalmazása. 1916 után a cég a gyártást leállította, mivel a francia hadvezetés úgy döntött, hogy a sokkal ígéretesebb harcokocsik fejlesztésére és gyártására összpontosít.

| Méretek (becsült) | Meghajtás | Irányítás módja/Hajtótáv | Összsúly/Hasznos teher | Védelem | Fegyverzet |
|-------------------|------------------|--------------------------|------------------------|---------|---------------|
| 1660×820×600 mm | elektromos motor | vezetékes/200 m | 142 kg /40 kg | nincs | robbanótöltet |

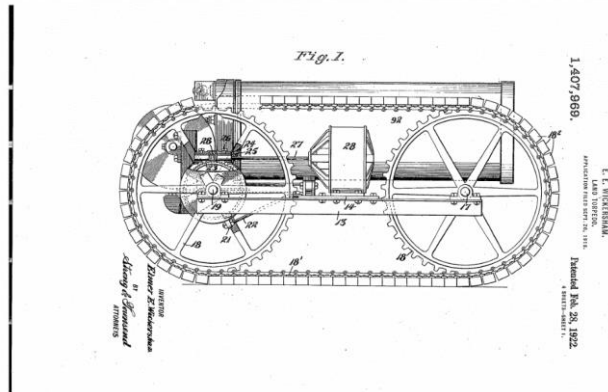
2. Táblázat: Torpille Terrestre Schneider Crocodile Type A/B technikai adatok. forrás: <https://wofind.com/2020/09/22/suxoputnaya-torpeda-francii-schneider-crocodile/>

Elmer E. Wickersham szárazföldi torpedója (Elmer E. Wickersham Land Torpedo)

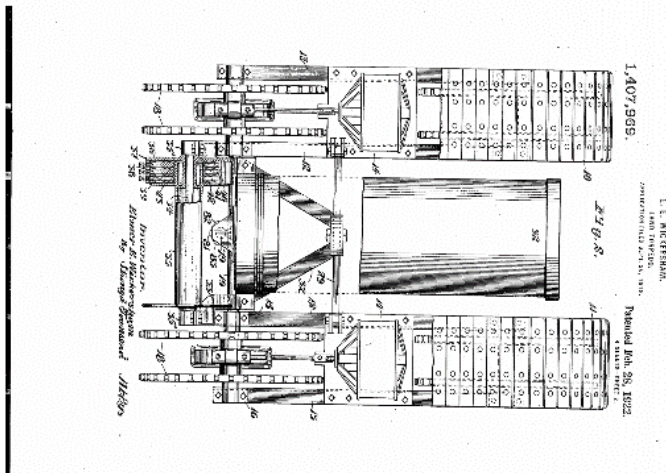


7. Ábra: Wickersham Land Torpedo, forrás: <https://warspot.ru/1632-suhoputnye-torpedy-ot-branderov-k-upravlyaemym-raketam>

A távvezérlésű, robbanótöltet hordozására alkalmas, kompakt önjáró gépek építésének ötlete Franciaországon kívül az Egyesült Államokban is felmerült, ahol hasonló konstrukcióban gondolkodtak. Az első amerikai tervezésű szárazföldi torpedót Elmer I. Wickersham tervező készítette, aki akkoriban a Holt Manufacturing Company alkalmazottja volt. A vállalat fő tevékenysége a traktorok és építőipari berendezések gyártása volt, de számos katonai projekttel is foglalkozott. Wickersham, mint a Holt cég egyik mérnöke 1917-ben kezdett el az önjáró robbanótöltet tervezésével foglalkozni. 1918-ra elkészült az a dokumentációs csomag, amely lehetővé tette a találmány bejegyzését és ez év szeptemberében a tervező szabadalmat jelentett be. Az US 1407969A számú amerikai egyesült államokbeli szabadalom 1922. február végén jelent meg.



8. Ábra: Wickersham Land Torpedo, oldalnézet, forrás: E.E. Wickersham “Land Torpedo” US Patent 1407969A, Feb.28,1922



9. Ábra: Wickersham Land Torpedo, felülnézet, forrás: E.E. Wickersham “Land Torpedo” US Patent 1407969A, Feb.28,1922

A szabadalom címe egyszerűnek és világosnak tűnt: Land Torpedo/szárazföldi torpedó. Az eredeti projekt a Wickersham Land Torpedo átfogóbb nevet kapta. Wickersham egy kompakt és viszonylag könnyű, lánctalpas elektromos jármű gyártását javasolta. A konstrukció azonos volt a francia találmányok konstrukciójával: két elektromos motor hajtotta. A generátor és a motor a felépítményen került elhelyezésre, de az áramot az irányítással együtt egy vezetéken keresztül biztosították, ami a jármű hátulján, egy dobon volt felszelve. A robbanótöltet a váz közepén, a lánctalpak között került elhelyezésre egy fém hengerben (9. ábra). A célpontok megsemmisítésére viszonylag nagy tömegű robbanótöltet alkalmazását tervezték (kb. 40 kg). A szabadalmi leírás alapján több funkciója lett volna a találmánynak:

- Fő feladata a robbanótöltet célba juttatása volt. A szükséges mennyiségű robbanóanyagot a központi hengeres testbe kellett elhelyezni. A robbanás egy távirányítású elektromos gyújtószerkezet segítségével lépett működésbe. A robbanás következtében a szerkezet is megsemmisül és a szétrepülő fém alkatrészek srapelként szolgálva fokozzák a robbanás erejét [8].
- A támadó szerep mellett logisztikai/támogató szerepet is elláthatott volna. Így a lánctalpas alvázra szerelt robbanóanyaggal ellátott hengeres test helyett egy könnyű teherplatformot is felszerelhetek volna. Ebben a konfigurációban egy távirányítású önjáró szállító eszközként lehetett volna használni lőszer vagy ellátmány szállítására [9].
- Kommunikációkiépítésre is használni lehetett volna oly módon, hogy két pont között a kábeldobra feltekert vezeték lefektetésre kerülne, így élő személyek veszélyeztetése nélkül táviró- vagy telefonösszeköttetést lehet általa kiépíteni [10].

A Wickersham torpedó fejlesztéséről és teszteredményeiről nem állnak rendelkezésre technikai adatok, sem technikai információk. Mivel a projekt meglehetősen későn – az első világháború legvégén – jelent meg, nem tudták befejezni a szükséges fejlesztési munkákat, lezárni és véglegesíteni a prototípust az európai harcok befejezése előtt. A békeszerződés aláírása után a hadseregnek már nem volt szüksége új fegyver- és felszerelési modellekre. 1922-ben ugyan szabadalmat szereztek, de ennek a dokumentumnak a megjelenése volt az egyetlen igazi sikere a projektnek. Megrendelői érdeklődés hiányában a Holt Manufacturing Company nem folytatta a további fejlesztést.

ÖSSZEGZÉS

A szárazföldi autonóm harci eszközök fejlődésének ez volt az első szakasza, amely az első világháború végéig tartott. Ezen első szakasz a felhasználásnak az elveit fektette le, illetve az irányítási lehetőségek és funkciók alapjainak a kidolgozása és tesztelése történt meg. Az első prototípusok elsődleges célja az ellenséges lövészárkok rendszer akadályainak megszüntetése és a gyalogság támadásának előkészítése, valamint a szállítási és támogató funkciók ellátása is kidolgozásra került.

A fentiek alapján összefoglalható ezen eszközök közös jellemzői: lánctalpas futómű, elektromos motormeghajtás, vezetékes irányítás, és az, hogy lényegében egy alkalommal lehetett volna őket bevetni, mivel a robbanótöltet aktiválásával önmagát is megsemmisítette volna. A vezeték nélküli irányítás ötlete már kidolgozásra került, és maga az irányítási eszköznek egy működő prototípusa is elkészült, de néhány látványos bemutatonál

nem jutott tovább. Még nem álltak össze ezek a fejlesztések egy hatékony, működő gépezetté. Ezek az eszközök magukon hordozták a prototípusok fő hátrányait, a kis motorteljesítményt és az ennek megfelelően alacsony, mindössze néhány km/h mozgási sebességet. Magának a meghajtásnak az erőforrását sem tudták ebben a méretben biztosítani, ez viszont jelentősen lekorlátozta a hatótávolságot és a sebezhetőségét is nagy mértékben növelte. A viszonylag kis méretű és alacsony építésű gépeket nagyon nehezen lehetett volna követni, különösen a csata közben, az árkokkal és bombatölcsérekkel teli terepen. Mivel semmilyen védelemmel nem rendelkeztek, ezért az ellenséges lövedékek és repeszek viszonylag könnyen megsemmisíthették volna. A hatótávolság csak néhány száz méter volt, de az első világháború körülményei között ez elég lett volna ahhoz, hogy egy aknát a drótakadályok alá vezessenek, és a megfelelő helyen felrobbantsák. A kor technológiai fejlettségi szintjén ennél több nem volt elvárható, főleg annak ismeretében, hogy a haditechnikai fejlesztések elsősorban a harcokocsikra fókuszáltak. Viszont az irányokat ezek a fejlesztések kijelölték, ezek a járművek voltak az első vezető nélküli szárazföldi járművek (Unmanned Ground Vehicle - UGV) ősei [11]. A későbbiekben erre alapozva fejlesztették tovább közvetlenül a második világháború előtt és a háború alatt.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Németh, András és Hegedűs, Ernő és Wippenhauser, András és Simó, Réka (2019) A katonai alkalmazású autonóm terepjáró járművek fejlesztésének egyes kérdései I. rész. HADITECHNIKA, 53 (4). pp. 11-16. ISSN 0230-6891
- [2] Szalkai István: “Pilóta nélküli légi járművek alkalmazásának történelmi pillanatai és ezekből levonható következtetések” REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK 31. évfolyam (2019) 3. szám 89–97 p. • DOI: 10.32560/rk.2019.3.447
- [3] H. R. Everett: Unmanned Systems of World Wars I and II. The MIT Press; 1st edition (November 6, 2015). 768 pages, ISBN: 978-0262029223
- [4] A. Pérez-Yuste, “Early Developments of Wireless Remote Control: The Telekino of Torres-Quevedo,” in Proceedings of the IEEE, vol. 96, no. 1, pp. 186-190, Jan. 2008, doi: 10.1109/JPROC.2007.909931.
- [5] Land torpedo Aubriot-Gabet Torpille Electrique <https://en.topwar.ru/123927-suhoputnaya-torpeda-aubriot-gabet-torpille-electrique-franciya.html> (utolsó letöltés: 2023.01.21.)
- [6] Сухопутная торпеда Schneider Crocodile <https://topwar.ru/123648-suhoputnaya-torpeda-schneider-crocodile-franciya.html> (utolsó letöltés: 2023.01.21.)
- [7] Поиск выхода из тупика. Часть 10. Torpille Terrestre Schneider Crocodile typ A/B. 1915., Если не можешь сломать взорви!!! <https://dzen.ru/media/id/5d36b0ffd4f07a00af1a9d3d/poisk-vyhoda-iz-tupika-chast-10-torpille-terrestre-schneider-crocodile-typ-ab-1915-esli-ne-mojesh-slomat-vzorvi-5fbd0c1b0b4af80149b21d66> (utolsó letöltés: 2023.01.21.)
- [8] -[9] -[10] E.E. Wickersham “Land Torpedo” US Patent 1407969A, Feb.28,1922
- [11] Unmanned Ground Vehicles: Timeline <https://www.army-technology.com/comment/unmanned-ground-vehicles-ugvs-2/> (utolsó letöltés: 2023.01.21.)