

Borján József¹ – Óvári Gyula²

KATONAI REPÜLŐGÉPEK AZ I. VILÁGHÁBORÚBAN³

*Pontosan 100 éve tört ki az első világháború. Erre emlékezve, az alábbiakban áttekintjük e hadiesemény során alkalmazott néhány fontosabb katonai repülőgép létrejöttének körülményeit, azok szerkezeti kialakítását, harca-
szati-műszaki jellemzőit. A kapcsolódó prezentációk többségét internetes hivatkozásokkal adjuk közzé, ezért a cikk
olvasásához online internet kapcsolatra is szükség van. A Wright testvérek 1903. dec. 14. én végrehajtott első
repülése után alig több mint egy évtizeddel, a világháború kezdetekor, az abban résztvevő nagyhatalmak több száz,
különböző típusú és rendeltetésű repülőgéppel rendelkeztek, melyek száma a háború során sok ezer darabra nö-
vekedett. E légijárművek teljesítménye ezekben az években ugrásszerű megnövekedett, minőségük számottevően
fejlődött. A megszállott aviatikusok magánerejéből végzett kísérleteit hadiipari fejlesztés és gyártás váltotta fel.*

MILITARY AIRCRAFT IN WORLD WAR I

*World War I broke out exactly 100 years ago. In commemoration of the event an overview is given below on how
some of the most important military aircraft used in the course of the event were created; an account is also given
on the aircraft's structural design and performance characteristics. The majority of the related presentation is
done by using web-links, so online internet connection is required when reading the article. Ten and a half years
after the first flight carried out by the Wright brothers on 14 December 1903, at the beginning of World War I
great powers participating in the war had had several hundreds of different types of aircraft with different mis-
sions, whose number increased to thousand pieces during the war. In those years the performance of those aerial
vehicles saw a dramatic surge. Privately funded efforts of fanatic aviators were replaced by the development and
manufacturing of the military industry.*

BEVEZETÉS

Ebben az évben van a 100. évfordulója az első világháború kitörésének, melyre emlékezve áttekintjük a világháborúban használt katonai repülőgépeket főleg szerkezeti kialakításuk tekintetében. A Wright testvérek 1903. dec. 14. én végrehajtott első repülése után alig több mint 10 évvel, a világháború kezdetekor az abban résztvevő nagyhatalmak sok száz repülőgéppel rendelkeztek, melyek száma a háború folyamán több ezer darabra növekedett. A repülőgépek teljesítménye ezekben az években számottevően növekedett. A megszállott aviatikusok magánerejéből végzett kísérleteit a hadiipari fejlesztés és gyártás váltotta fel.

Az [1.] forrásmunka szerint Németország már 1912-ben 48, Franciaország 260, Oroszország 100, Nagy-Britannia 29, Olaszország 26, Japán 14, USA 5 db. repülőgéppel rendelkezett. Ezen kívül, ezekben az országokban a több száz magántulajdonú repülőgép is szükség esetén bevonható volt katonai célokra. Ez a repülőgép mennyiség 1914-re Németországban 232-re, Ausztria-Magyarországon 48-ra, Franciaországban 165-re, Oroszországban 263-ra, Nagy-Britanniában 63-ra, Belgiumban 16-ra szaporodott, a magántulajdonban lévők nélkül.

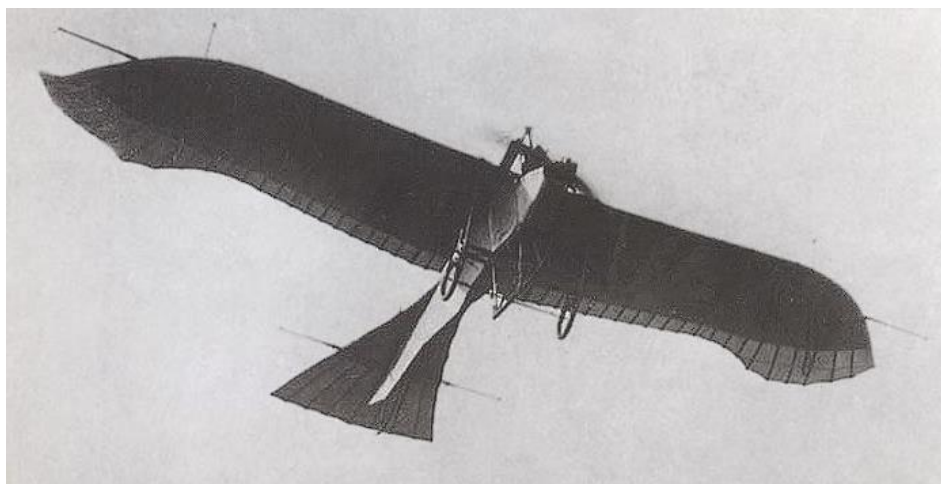
¹ Borján József dr., ny. egyetemi docens, BMGE, jborjan@gmail.com

² Óvári Gyula dr., egyetemi tanár, NKE, ovari.gyula@uni-nke.hu

³ Lektorálta: Dr. Békési László főiskolai tanár, NKE Katonai Repülő Tanszék, bekési.laszlo@uni-nke.hu

Csak ezeket a tényeket figyelembe véve is nehezen valószínűsíthető, hogy a világháború kitörését kizárólag egyetlen esemény, a Ferenc Ferdinánd elleni – mellékesen egy hadibemutatót követő – sarajevói merénylet váltotta ki. A jelek szerint, az Osztrák Magyar Monarchia vezetése már [1913-ban](#) is kész volt a háborúra.

Nem előzmény nélküli a repülőgépek hadászati kipróbálása sem. 1911-12 közötti az olasz-török háborúban Libia ellen 20 db.-ot vezényeltek légi felderítésre, de 1911 novemberében első alkalommal már bombáztak is egy [Rumpler Taube](#) típussal (1. ábra).

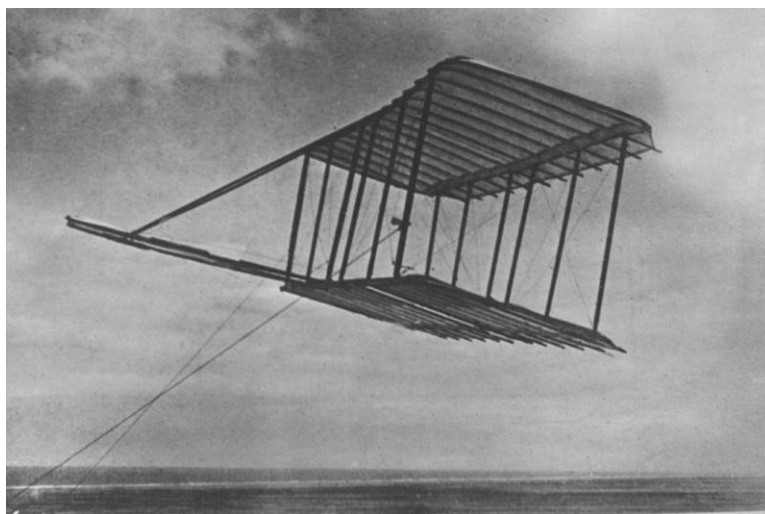


1. ábra [11]

A hadvezetések eleinte a léghajók alkalmazása mellett foglaltak állást, de a levegőnél nehezebb, aerodinamikai elven felhajtóerőt létrehozó légijárművek hamarosan kiszorították az archimedesi elven működő lomha, sebezhető aerosztatikus társaikat.

REPÜLÉS A HÁBORÚ ELŐTT

A vizsgálódást azért célszerű az 1900-as évvel kezdeni, mert a Wright fivérek által készített repülőszerkezet – amelynek konstrukciós megoldásai számos, az első világháború kezdetéig épített további légi-járművön is fellelhetők – sem előzménymentes.



2. ábra [12]

A Wright fivérek

Wrighték a sikeres motoros repülőgépük előtt, pl. [kétfedelű siklószerkezeteket](#) is építettek hasonló módszerrel (2. ábra). A valamennyi konstrukciójukon alkalmazott dobozos sárkány szerkezet sem előzménymentes, főként Amerikában, de Európában is építettek már jóval korábban is un. dobozos sárkányt, katonai céllal is. A [3.] forrásmunka 76. ábrája (fotó) szerint, 6 db. dobozos sárkányra egy kosarat erősítve egy fő megfigyelőt emeltek fel. 1900-ban [Samuel Cody](#) is kísérletezett ilyen [szerkezettel](#) (3. ábra), később pedig repülőgépet is épített.



3. ábra [13]

Érdekes Berget Alfonz könyvében [3] az a megfogalmazás is, mely szerint: „az aeroplán valójában oly sárkány, amely maga csinálja a szelet, a zsineget motorral és csavarszárnnyal helyettesítve”. A sárkány kifejezést a mai napig használjuk a repülőgép hordozó és teherviselő elemeinek megnevezésére. Két, illetve többdobozos szerkezeteket mások is alkalmaztak, pl. [Octave Chanute](#) és Herring Maxim.

További érdekes, kapcsolódó adalékok olvashatóak Wright-ékről a [4.] forrásmunkában:

Két kitartó, gyakorlatias biciklikészítő és a repülés álma

Különös módon éppen Lilienthal halálhíre volt az, ami Wilbur Wright figyelmét a repülés felé fordította. Testvérével, Orville-el együtt egy biciklikészítő- és javító műhelyt tartottak fenn Daytonban, Ohio államban. Ebben a műhelyben építették kísérleti gépeiket, és ez a vállalkozás biztosította az anyagi hátteret a kísérletezéshez. Tanulással kezdték. 1900-ban Wilbur segítséget kért Octave Chanute-tól, aki a Mérnökök Nyugati Társaságának elnöke, maga is neves aviatikus

volt. Chanute valójában továbbfejlesztette Lilienthal vitorlázógépét, és a fivérek az ő konstrukciójából indultak ki (582 718 és 834 658 sz. USA szabadalmak). Felfegyverkezve Chanute tanácsaival és az általa javasolt szakirodalommal, nekiláttak a munkának (Wright 1901).

Elődeikkel ellentétben lemondtak arról a törekvésről, hogy a gép – geometriájánál fogva – saját magát stabilizálja, és arra törekedtek, hogy konstrukciójuk minél kezelhetőbben reagáljon a széllekedésekre. A korrekciókat a kétfedelűgép alsó szárny síkjában fekvő pilóta hajtotta végre, részben a szárnyak előtt elhelyezett vízszintes vezérsík, mint magassági kormány mozdításával, részben testének áthelyezésével. Utóbbival azonban nem egyszerűen a gép súlypontját változtatta, mint Lilienthal, hanem egy kötélzet segítségével megcsavarta a szárnyakat. Ennek a megoldásnak az ötlete Wilbur fejében egy hasáb alakú, két végén nyitott papírdoboz csavargatása során született meg. Képzeletében a doboz vízszintesen párhuzamos oldalai szárnyakká változtak, és felismerte, hogy megtalálta a keresett megoldást arra a problémára: hogyan lehetne a szárnyak különböző szakaszain különböző felhajtóerőt létrehozni. A csavarás következtében az egyik szárnyvég kisebb szöget zár be az áramló levegőhöz képest („előrebillen” és lefelé mozdul el) a másik nagyobbat („hátrabilen” és felfelé mozdul el). Az elv, hogy a gép hossz- tengely körüli, orsózómozgását így kell szabályozni, azonos a mai csűrőlapos megoldással, a kivitelezés azonban különbözik attól (Greguss 1985, Refermat 1903).

Tehát, Wright-ék is tanulták a tartószerkezet kialakítását.

Kiválóan vették észre a megosztott szárny szerkezeti előnyét. Az 1900-as évek elején a mérnöki tudomány már kiváló földi szerkezetek alkotására volt képes. 1903-ban adták át a forgalomnak a világ akkori legnagyobb szabad nyílású lánchídját, a budapesti Erzsébet hidat. A merevítő tartója rácsos szerkezet volt, csak úgy, mint a világ számos rácsos hídjá, de ott a létrehozott szerkezet kis tömegnek, mint konstrukciós elvárásnak természetesen nem jutott akkora szerep, mint a repülőgépek esetében.

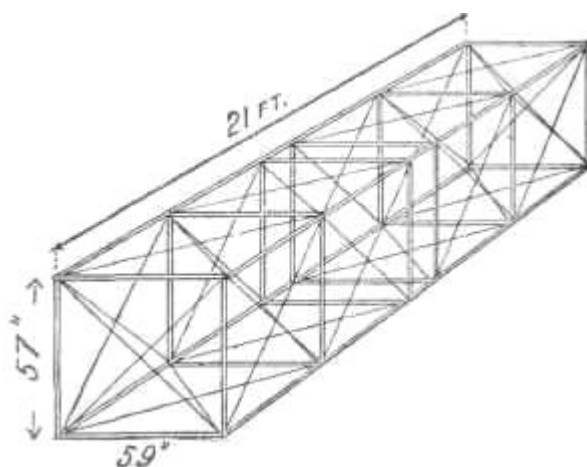
A két, egymás feletti szárnyat összekötő rudakkal és átlós huzalmerevítéssel kapcsolták össze (v.ö. 2. ábra). Repüléskor és a földön való mozgáskor a szárnyakra ható légerők azt hajlítják, melyet a rácsos tartók az övrúdjai húzás és nyomás formájában vesznek fel. Az anyag belső ellenállása tart egyensúlyt a külső terhelésből származó hajlító nyomatékkal. Ezért minél nagyobb a két öv távolsága, annál kisebb az igénybevételük. (Néhány centiméter vastag fa, gerinclemezt alkalmazva a szárny akár önsúlya alatt is eltörhetne!).

Az ilyen lerendezésű tartóban az anyag nincs kihasználva, mert a tartó szélső szálaiban kimerül a teherbírás. A belső erők karja pedig a tartó magasságának $\frac{2}{3}$ -a, azaz néhány centiméter. Ha a felhajtóerőt biztosító szárnyfelületet ketté osztjuk, a két felet egymás fölé helyezük (biplan elrendezés), merev rudakkal összekötjük azokat és átlós huzalmerevítéseket alkalmazunk, az erőjáték módosul. Repülés közben a felső tartó teljes keresztmetszetében nyomófeszültség ébred, míg az alsóban húzó, a nyomaték karja pedig centiméteres helyett akár méteres nagyságú lehet. Az egymást keresztező ("andrásskereszt") huzalokban ébredő húzóerők egyaránt biztosítják a szerkezet merevségét repülés közben, illetve a talajon való mozgáskor. (Hidaknál a merev rácsrudak mind a nyomó, mind a húzó erők felvételére alkalmasak.)

Wrighték elrendezésében tehát az osztott szárnyfelület sokáig követendő szerkezeti megoldás-

nak bizonyult. Gond volt a szárnyszerkezet keresztmetszeti szelvénye (profilja) is. Aerodinamikai szempontból vékonynak, íveltnek és könnyűnek kellett lennie. Két-két főtartóra rögzítették a bordaként szolgáló hajlított léceket. A szárnyak síkjában elhelyezett keresztező huzalmerevítés hosszirányban biztosította a két főtartó együttdolgozását. Utóbbiak, a bordák, az összekötő rudak és a merevítő huzalok egy olyan térbeli rácsszerkezetként működtek, melyek az előforduló terheléseket rendkívül kis saját tömeg mellett voltak képesek felvenni.

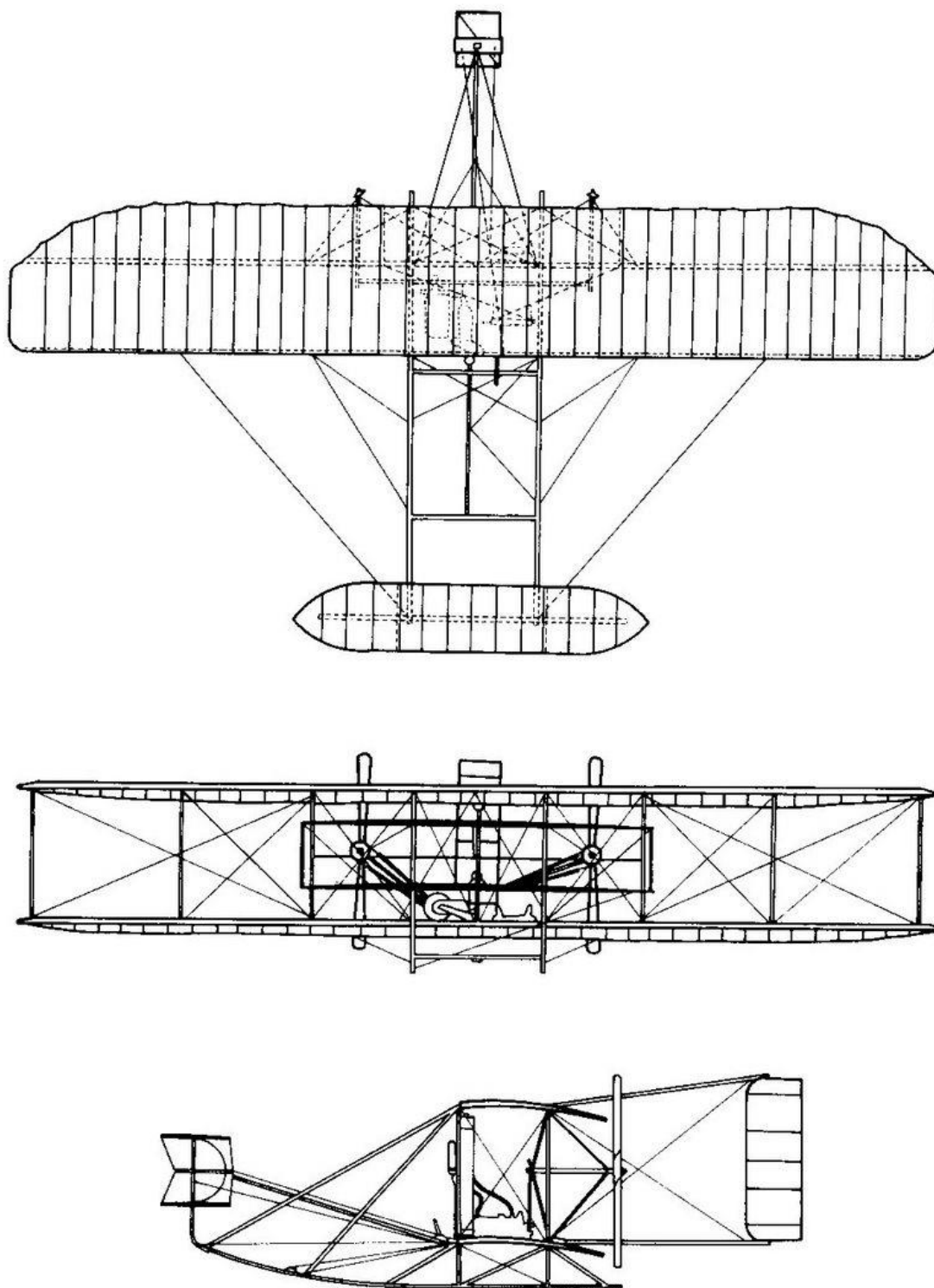
Ugyanakkor a szárnyvégek rugalmasan deformálhatóak voltak, huzallal történő elcsavarásuk csűrőhatást (hossztengely körüli elfordulást) biztosított, ami a légijármű útirányú (un. legyező-) kormányozhatóságát is segítette. (Ma ezeket a feladatokat elforduló csűrőlapokkal oldják meg.) A repülőgép kétfedelű (biplan) szárnyelrendezés alapvető szerkezeti [vázát](#) a 4. ábra mutatja, illetve látható (vásznonbevonat nélkül) ebben a [videóban](#)



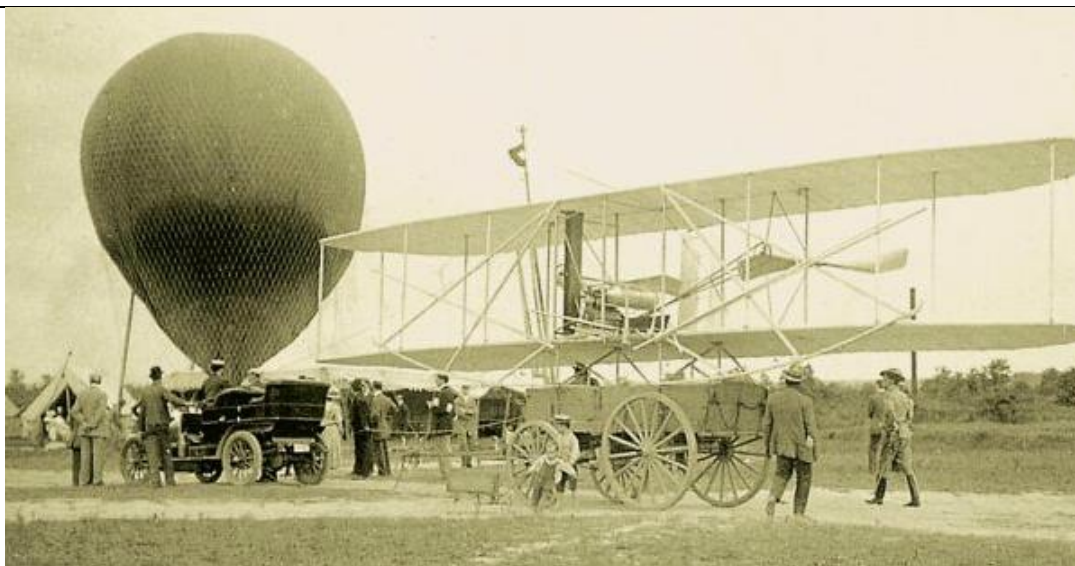
4. ábra [14]

A mai értelemben vett törzse nem is volt a repülőgépeknek. A pilóta az alsó szárnyon hasalt. Mellette a négyhengeres motor, mely két, ellentétesen forgó toló légsavart hajtott, kerékpárlánccal. A légsavartengelyeket 2-2 összekötő függőleges rácsrúdhoz rögzítették. A kettős függőleges vezérsíkot a szárny mögött négy merevített lécc tartotta. A vízszintes vezérsíkok elöl voltak (kacsa elrendezés), ugyancsak huzalmerevítésű lécekre szerelve. Le-/felszálló berendezésként csúszótalpakat alkalmaztak. A startot egy szabadeséssel lezuhanó, súllyal működtetett katapult segítette (5. ábra).

A Wright repülőgép [szerkezetét](#) bemutató képek, valamint eredeti felvételek [Wright repüléséről](#) a magyar [Wikipédiában](#) is megtalálhatóak. Wrighték ezt a szerkezetet a későbbi motoros változatoknál is megtartották, még az 1909-ben épített katonai változatnál is (6. ábra). (Az [összes Wright típus](#) együtt is megtekinthető!).



5. ábra [15]



6. ábra A Wright repülőgépe katonai szállítás közben [16]

Más konstrukciók

Wright testvéreknek több követője is akadt, részben módosítva a szerkezeteket.

- GlennCurtis

A [2.] forrásmunka szerint [Glen Curtiss](#) 1908-ban kapcsolódott a kutatásba. Gépének [restaurálási](#) anyagából részletesen megismerhetjük az alkalmazott szerkezeti elemeket. Egyik [kép](#) tanúsága szerint a "[Red Wing](#)" elnevezésű gépen (1908) az egymás felett elhelyezkedő szárnyak végei közeledtek egymáshoz. Tartószerkezeti szempontból ez is megfelelő volt, mert ott a kisebb övmagassággal is felvehetők az ébredő nyomatékok. A pilóta, ülő helyzetben vezette a gépet. A szárnyvégekre [háromszögű felületeket](#) szereltek. Wright csűrési szabadalma helyett, vízszintes irányfelületeket előre és hátra is építettek. A toló légsaváros repülőgép már kerek futóműveket is kapott.



7. ábra [17]

Az 1908-as „June Bug” (7. ábra) alapján épített [No. 1."Golden Bug"](#) 1909-ben készült el. A



szárnyak egymás felett, egyenlő hosszú függőleges tartokkal voltak összekötve. A [csűrészhez](#) a két szárnyfelület között kialakított, elforgatható szárnyfelületeket alkalmaztak a forduló segítésére. Vízszintes vezérsík ezen a gépen elől és hátul is volt. (Ld. még [Curtiss A1](#) vízi-repülőgépét [5.] 1911-ből, ahol a szárnyfelületen kívül helyezték el a csűrőlapokat. A repülőgép hordfelületeit egy csónaktestre szerelték, [Curtiss Flugboot](#) vízi-repülőgépnek nevezve [6.] Egy 1914-es konstrukciónál egy zárt csónaktörzsre már csak hátsó vezérsíkokat szereltek, a rövidebb alsó szárny úszótestben végződött. A baldachinon rögzített motor toló légcsavart hajtott. A csűrőlapok kialakítása már a későbbi megoldásokat idézte. Curtiss egy háromfedelű vízi-repülőgépet is épített 1909/1910-ben. [2. p. 32.]

Az alábbi – többségében korabeli archív rajzokat, filmfelvételeket feldolgozó linkeket is tartalmazó – vázlatos felsorolásból további értékes információk nyerhetők a vizsgált időszak légijárműveiről:

- Samuel Cody: [Cody sárkánya](#), gépe, valamint még egy [kép](#) és videók [1](#) [2](#) [3](#);
- Dunne: [Dunne](#) csupaszárnyú repülőgépet épített 1910-ben. [1](#) [2](#) [3](#) [4](#);

Az AH 7 1914 kétfedelű, dobozos szerkezetű, nyilazott szárnyú repülőgép, a hosszirányú stabilitást a szárnyvégek elcsavarásával biztosította. A szárnyfelületet egy hengerfelületre görbítették rá, függőleges vezérsíkok a szárnyvégekhez csatlakoztak. A rövid, rácsos törzsben helyezte el a motort, ami áttétellel két toló légcsavart hajtott meg, Futóművel is rendelkezett. 1914-ben csupaszárny hidroplánt épített. [Dunne D 5](#) 1910, valamint a Dunne D 8 1913 [7. p. 48.].

Avro

Az AVRO cég egy-, két-, és három fedelű repülőgépeket is épített. A [Roe II Triplane](#) 1909 [Roe IV Triplane](#) 1911 [Avro Typ F](#) 1912 (7. hiv. 41. p.) [Avro Typ E](#) 1912 [Avro Typeo G](#) 1912 Különösen ismert volt az [Avro 504](#) 1913 [7. p. 83]

RAF

(Royal AirForce) [BE 2a](#) 1913, [SE 4](#) 1914

Bristol

[Bristol Boxkite](#) 1911. Még 1911-ben is az eredeti Wright koncepciót követik, elől hátul is van vízszintes vezérsík, a tolólégcavár és csúszótalp mellett már megjelenik a kerékpárkerék is. Bristol [Scout](#) kétfedelű 1914 (7. hiv. 56 p) ugyancsak figyelemreméltó megoldású.

Short

[Short fivérek](#) gyárában a háború előtt és alatt többféle szerkezeti megoldású repülő-gépeket építettek. Short No 3 1910 [Short S 27](#) 1910 Short Triple Twin 1911 Short Folder 1914

Sopwith

[BAT BOAT](#) 1913 és [HANDLEY PAGE](#) 1913

Összefoglalva megállapítható, hogy 1914-ig az USA és Nagy Britannia fejlesztői együttműködtek. Sok repülőgépet mindkét országban, párhuzamosan építettek. Szerkezetileg először a kétfedelűeket részesítették előnyben, majd - feltehetően európai hatásra - a háború kezdetére

egyfedelűeket is építettek. Az akkori fő építőanyag a fa volt vászonborítással és huzalmerevítésekkel.

A háború kitöréséig a legjelentősebb fejlesztéseket a franciák folytatták, egyaránt építettek két- és egyfedelűeket. Henri Fabre 1910-ben kacsá elrendezésű vízi-repülőgépet szerkesztett. Ezen kívül:

- [VOISIN](#) dobozos teherviselő hordfelületekkel, gondolával és kacsá elrendezésű vízszintes kormányfelülettel sok konstruktőrnek szolgált mintául;
- [FARMAN](#) korai gépeire szintén a dobozos kialakítású szárny teherviselő rendszer, a gondola, és a vezérsíkokat tartó rácsos törzs volt jellemző;
- 1913-ban SIKORSKI [Ilja Muromece](#) is készen állt a bevetésre;
- sok konstruktőr készített egyfedelű repülőgépeket. Legismertebb [BLERIOT](#) munkássága, de [SANTOS DUMONT](#), [FOKKER](#), [ETRICH](#), [HANDLEY PAGE](#), [LATHAM](#), [HANRIOT](#), [VICKERS](#), [DEPERDUSSIN](#), [NIEUPORT](#) monoplanjai jelezték, hogy a jövő mégiscsak az egyfedelűeké, ahol a vékony szárnyszelvények merevségét [külső feszítő-huzalokkal](#) biztosították. Rendszerint a törzsön felül és alul elhelyezett baldachinokra szerelték a szárny különböző helyeire csatlakozó huzalokat.

Az egyfedelű repülőgépek sárkánykialakítása is számottevően változott. A motorgondola meghosszabbítását jelentő törzs először részben nyitott, majd teljesen burkolt lett, eleinte csak vászonnal. A háború kezdetéig azonban megjelent a rétegeslemez borítás is a katonai repülőgépek sárkányán, megnyitva az utat a héjszerkezetek felé. A JUNKERS pedig a hullámosított fémlemezzel borított acélszerkezetű repülőgépgyártás kísérleteit kezdte meg.

A felsorolt légi-járműveket több ország konstruktőrei (magyarok, lengyelek, csehek, oroszok, románok) is másolták, vagy nagyon hasonlóakat építettek, jó esetben licenzét megvásárolva gyártották.

REPÜLŐGÉPEK A HÁBORÚ ALATT

Ezek a repülőgépek erősebb sárkány-szerkezettel, nagyobb teljesítményű motorokkal és gyakorlott pilótákkal képesek voltak sokféle harci feladatot ellátni. Egy, két- és háromfedelű vadászgépek és bombázók vettek részt a harci cselekményekben. Gyártásuk ipari nagyüzemekben, sorozatban történt és folyamatosan szállították a hadseregek számára. A fa mellett egyre több fém-, főleg acélső szerkezeteket építettek. Leginkább a megnövekedett sebesség biztosította a harc értékét. A haditechnika véglegesen meghódította a 3. dimenziót.

Biplánok

- [FARMAN M.F.7](#) 1913/1;
- [Részletek: DE HAVILAND DH 1A](#) 1917, [DH 2](#) 1916, [FE 2 b](#) 1916, [HANNOVER CL III.a](#) 1918, [HALBERSTADT CL II](#) 1918, [HANSA-BRANDENBURG](#) 1916, [AVIATIC./BERG](#) 1917, [ALBATROS D II.](#) 1916, [ALBATROS](#) 1917, [S.E.5a](#) 1918, [NIEUPORT 28 and 27](#) 1917/18, [SPAD XIII](#) 1917/18, [VOISIN TYPES 8 and 10](#) 1916/18, [JUNKERS F.B.A.flying boats](#) 1915/18;
- [Képek, Kép FARMAN F.40;](#)

- [Kép](#) Léctörzsű, burkolt gondolás repülőgép, [FARMAN F.50](#);
- [Kép](#) Kétmotoros zárttörzsű repülőgép.

Monoplánok

- [JUNKERS J1](#), [MORANE-SAULNIER L](#) 1914/16, MORANE-SAULNIER LA and P 1915/17, [MORANE-SAULNIER N](#) 1914/16, [NIEUPORT monoplan](#) [NIEUPORT hidroplan](#), [FOKKER E iii](#), [JUNKERS D I](#)

Háromfedelűek

- A háromfedelű repülőgépeket már nem szilárdsági szempontból készítették, hanem a manőverező-képesség, a fordulékonyság növelésére: [AVRO triplane](#), [FOKKER DR I](#), [SOPWITH TRIPLANE](#)

Bombázók

- Bár Kenneth Munson [5;6] a bombázók közé sorol néhány kisebb katonai repülőgépet is. Az alábbi felsorolásban csak a nagyméretű, kifejezetten bombázás céljára épített gépek szerepelnek: [VICKES VIMY](#), [FRIEDRICHSHAFEN G III](#), [GOTHA G.V](#), [SHORT BOMBER](#), [CAUDRON G. IV](#), [A.E.G.G.IV](#), [HANDLEY PAGE O/400](#), [BLACKBURN KANGAROO](#), [CAPRONI Ca4](#), [ZEPPELIN STAKEN R.VI](#), [SIKORSKY ILYA MOUROMETZ](#), [CURTISS H.12 FELIXSTOWE F.2 A](#)

Motorok

100 évvel ezelőtt jelent meg Berget Alfonz 1910-ben írt könyvének magyar fordítása a K.M. Természettudományi Társulat kiadásában. Benne a szerző áttekinti az aviatikában addig elért eredményeket és kitér a fejlesztés kívánalmaira is. Az alábbiakban ebből, a repüléshez használt motorokról írt részletek olvashatóak, néhány kommenttel és főleg hivatkozásokkal kiegészítve. Ez az anyag az I. Világháborúban használt repülőgépekre feltétlenül vonatkozik.

„Az aeroplán motorának könnyűnek kell lennie és csakis a robbanómotor, mely a levegő és benzingáz keverékének meggyújtásával működik, felel meg a súlycsökkentés nagyfokú követelményének. RENARD ezredes már 1884-ben kimutatta, hogy ha a motor súlya mindent beszámítva lóerőnként 5 kg-ra leszáll, a lebegés és a repülés mozgás segítségével megvalósítható. Az ezredes reménye nemcsak teljesedésbe ment, hanem a valóság a reményt is túlszárnyalta, mert ma már lóerőnként 2 kg súlyú motort is állítottak elő. Az erőműi készülék dolgában tehát föl vagyunk fegyverkezve a levegő meghódítására.”

Charles Renard (1847-1905) francia hadmérnök, Krebs testvérekkel a La France nevű hadászati célú léghajót rendszeresítette.

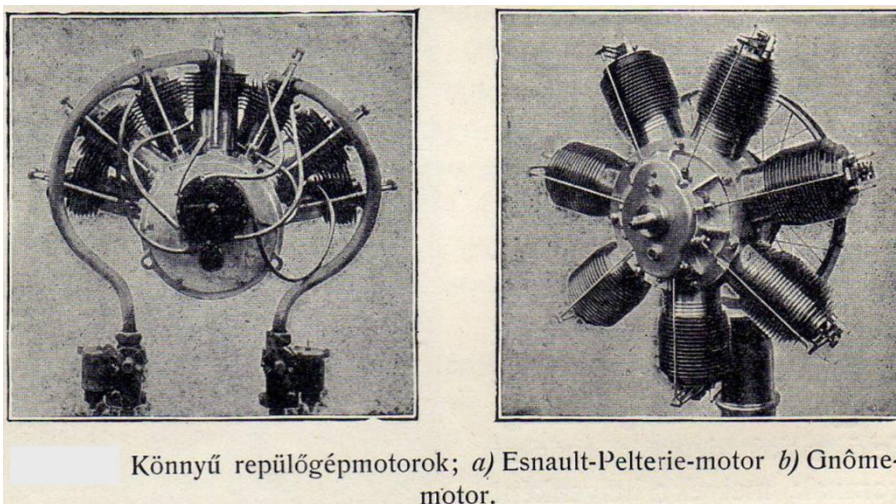
1929/30-ban, Dr. Ing. W. v. Langsdorff Fortschritt: „Der Luftfahrt” c. könyvében leírtak szerint a motorok teljesítményre vonatkoztatott fajlagos tömege többnyire 630÷680g/LE értékhatárok között volt, de a nagyobb teljesítményűeknél elérte az 1200÷1800 g/LE-t is. A mintegy 70 évvel ezelőtt gyártott, korábban már bemutatott WM-14-A típusú motor több mint 870 lóerős (648 KW) volt, tömege 618 kg, így lóerőnkénti tömege 710 g/LE volt.

„Mindazonáltal nem kell mindenáron a könnyűsége törekedni. A motornak, ha csakugyan

utazni akarunk vele, ellenállónak és tartósnak kell lennie. Nem szabad túlságosan felmelegednie, mi azt követeli, hogy menetközben kellően hűtsük, más szóval, hogy elegendő vizet vigyünk magunkkal, hogy a víz a nagy felszínű melegsugározótóba jutva gyorsan és jól lehűthesse a felmelegedett motort; mindez növeli a szállítandó súlyt és növeli az alkalmazott motor lóerősúlyát.

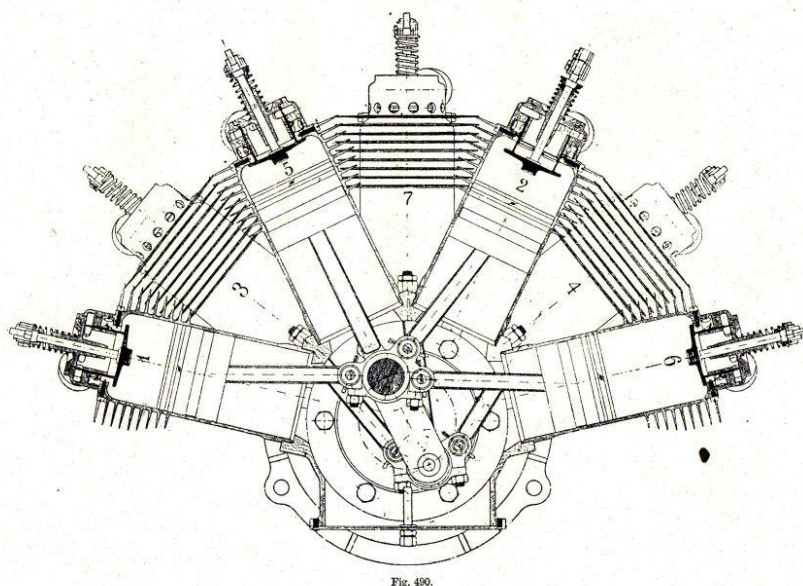
Miként valósíthatjuk meg a motor szükséges könnyűségét? Két különböző módon törekedhetünk rá. Először is az anyagok megválasztásával érhetjük el a könnyűséget. Manapság szilárdság dolgában pompás acélkészítményeket ismerünk, melyekből igen vékony falú hengerek gyárthatók; például fölhozom vadászfegyvereink csövét, melyek piroxilin-por használatakor roppant nyomást bírnak ki s végükön alig egy milliméter vastagok. Van tehát olyan anyagunk, mely könnyű és ellenálló is. Második módja a súlycsökkentésnek a haszontalan alkotórészek eltávolítása; ebben a tekintetben az >Antoinette<-jelű (l. az 105. rajzot [Berger könyvéből]),

ESNAULT -PELTERIE-, RENAULT-féle és más, >repüléshez való motorok< nevezeteseek. Különösen lényeges súlycsökkentés érhető el az ESNAULT-PELTERIE- féle motorral (8. ábra), melyben több hajtókar sugáralakban elhelyezett dugattyúkat mozgatva egyetlen tengelyre hat; a szolgálattevő szerkezetek itt közösek, mert egyetlen emelőrúd biztosítja a csapok játékát.”



Könnyű repülőgépmotorok; a) Esnault-Pelterie-motor b) Gnome-motor.

8. ábra [3]



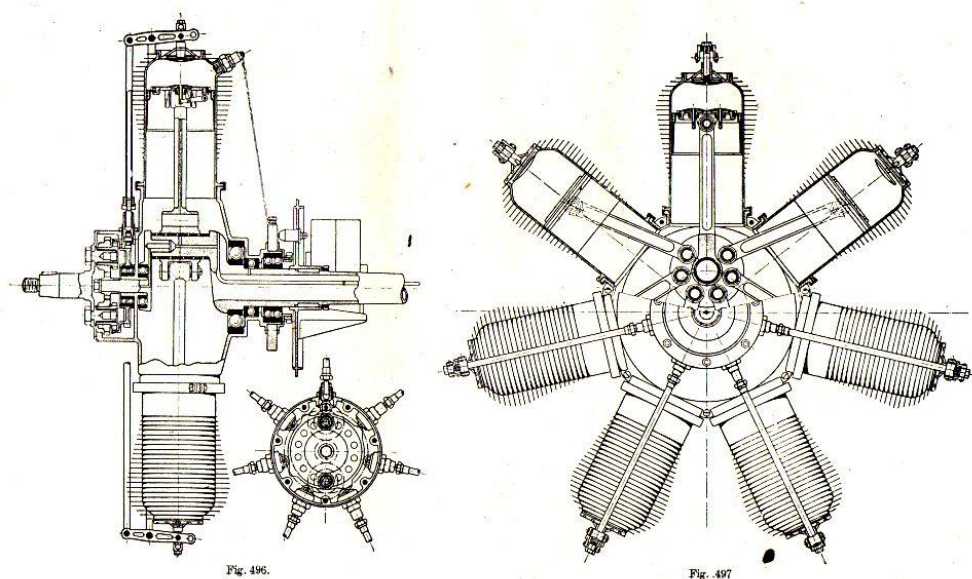
9. ábra Esnault Pelterie motor rajza Winklertől [3]

A 9. ábrán látható Esnault Pelterie motorjáról készült rajz, O. Winkler „Entwerfen von Leichten Verbrennungsmotoren, Insbesondere von Luftfahrzeugmotoren” c. könyvében található. Érdekese a dátumok: az első kiadás előszavát 1914 márciusban írta szerző, a könyv 1919-ben jelent meg. Az első világháború idején a német szerző – bár részletes rajzokat használtak - kényszerrel került a motorok szerkesztőinek és gyártóinak a megnevezését.

Ismét Bergettől:

"A mozgóhengerű >Gnome-motor< (9. ábra) az újabb kísérletek alkalmával méltó hírnévre tett szert szerkezetének egyszerűsége, járásának biztonsága miatt."

Gnome forgómotor Winklertől (10. ábra /Fig. 496. és . 497/) [Animáció](#)



10. ábra [3]



Az alábbiak segítségével néhány korabeli felvétel, vagy replika startja, illetve animáció segítségével a motorok működése ismerhető meg.

- rádióirányítású repülő [modell](#) a szabadban és egy [másik](#), valamint [teremben](#);
- az eredeti Wright motor [replikája](#), az 1909-es [Wright](#) gép motorja;
- Robert [Esnault-Pelterie](#) (1881-1957), a [Wikipédiában](#) dedikált könyvét, a [L' Astronautique-t](#) 120000 Ft-ért ajánlják);
- Esnault Pelterie repülőszerkezete és motorja: repülőgép [felülről](#), [alulról](#), [életrajz és képek](#).

Régiségek (videók):

- [Antik események](#) [Gnome forgómotor](#) [Le Rhone forgómotor](#);
- [Curtiss motor fa vázszerkezeten](#), [Curtiss Pusher modell D 1911 eredeti felvétel](#) [Curtiss Pusher modell D replika](#), [Csillagmotor működése](#), [Original Canuck](#) [Gnome Rhone 14 hengeres csillagmotor](#).

Wright-ék első repülőgépének vízhűtéses (v), 4 hengeres motorja saját készítésű volt. A későbbiekben többen is építettek soros- (S), V-, radiális-, vagy csillag- (R) henger-elrendezésűeket is. A múlt század elején a forgó motorokat is nagyon kedvelték könnyű hűtésük miatt. Hátrányuk volt a giroszkóp hatás, ami éppen a fordulékonytságot rontotta.

Az alábbi táblázatokból, a XX. század első két évtizede repülőgépmotorjainak átlagos teljesítmény-növekedése követhető nyomon, kronológiai sorrendben.

Kibocsátás éve	Teljesítmény [LE]	Hengerek száma	Motorhűtés	Henger elrendezés
1903	12	4	víz (v)	S
1905	20	4	v	S
1907	50	8	v	V
1908	50	8	v	V
1909	30	4	v	S
1909	60	8	v	V
1909	50	7	v	R
1909	60	8	v	V
1910	50	7		R
1910	35	4	v	S
1910	45	4		B
1911	75	8	v	V
1912	120	6	v	S
1913	50	7		R
1913	50	8		R
1913	90	8	v	S
1913	80	7	f	R
1914	100	8	v	V
1914	90	8	v	V

1. táblázat 1914-ig kb. 100 Le-ig emelkedett a motorok teljesítmény



Kibocsátás éve	Teljesítmény [LE]	Hengerek száma	Motorhűtés	Henger elrendezés
1915	110	8		R
1916	100			R
1916	120			S
1916	100			R
1916	150			V
1917	100		v	S
1917	160			S
1917	175			S
1918	180			S
1918	425	12		V
1918	275			V
1918	300			V
1919	300			V
1919	230			S

2. táblázat 1919-ig 300 LE-ig nőtt a motorok teljesítménye.

Bombázó repülőgépek

Kibocsátás éve	Teljesítmény [LE]	Hengerek száma	Motorhűtés	Henger elrendezés
1916	110	8		R
1916	100			R
1916	2x80			R
1916	250			V
1916	4x150		v	V
1917	300			S
1918	2x220			V
1918	2x260			S
1918	2x260			S
1918	300			S
1918	2x360	v		V
1918	300	v		V
1918	3x270	v		
1918	3x300	v		S
1918	4x260	v		S

3. táblázat A bombázó repülőgépek motorjainak összteljesítménye az I. világháború végére elérte az 1000 LE-t.

Végezetül - az előzőekben döntően műszaki jellemzőik alapján - vizsgált néhány repülőgép autentikus alkalmazása az alábbi, korabeli archív filmek, vagy a közelmúltban, replikák alkalmazásával forgatott első világháborús légiharcot bemutató videó segítségével (is) tanulmányozható:

- [Háború;](#)
- [4 év 1](#), [4 év 2](#), [4 év 3](#), [4 év 4](#);
- [WW I Avi 1](#), [WW i Aviation 2](#), [Ww I Avi 3](#).

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] OLAF GROEHLER: A légi háborúk története 1910-1970. Zrinyi Katonai Kiadó. Budapest, 1980.
- [2] GÜNTER SCHMITT: Fliegende Kisten. Transpress Berlin 1985
- [3] BERGET ALFONZ: Léghajózás és repülés. K.M. Természettudományi Társulat Budapest 1911. (Eredeti Párizs 1910.)
- [4] SVINGOR ÁDÁM: Haszon és szabadság: az első repülőgép és a Wright-fivérek küzdelme jogaikért. JATEPress, Szeged 2005
- [5] KENNETH MUNSON: Pionierzeit Flugzeuge der Jahre 1903-1914 42. p. Orel Füssli Verlag Zürich 1969
- [6] KENNETH MUNSON: Pionierzeit Flugzeuge der Jahre 1903-1914 47. p. Orel Füssli Verlag Zürich 1969
- [7] JOHN BATCHELOR- MALCOLM V. LOWE: A repülés enciklopédiája 1848-1939. Hungarian Translation Gabo Kiadó 2005
- [8] KENNETH MUNSON: Aircraft of World War I. Ian Allan London 1967.
- [9] C.F. ANDREWS: Vickers Aircraft since 1908. Putnam London 1969.
- [10] GORDON SWANBOROUGH&PETER M. BOWERS: United States Military Aircraft since 1908. Putnam London 1963.
- [11] <http://hu.wikipedia.org/wiki/Fájl:RumplerTaubeInFlight.jpg>
- [12] http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wright_Glider_being_flown_as_a_kite._-1900_10457_A.S..jpg
- [13] <http://www.friendsamm.hampshire.org.uk/Cody5.jpg>
- [14] <http://chestofbooks.com/home-improvement/workshop/Handy-Man/images/General-view-of-main-frame.jpg>
- [15] http://www.wright-brothers.org/Information_Desk/Just_the_Facts/Airplanes/Wright_Airplane_images/1905_Flyer_III/1905_Flyer_3View.jpg
- [16] http://www.wright-brothers.org/Information_Desk/Just_the_Facts/Airplanes/Military_Flyer.htm
- [17] http://www.glennhcurtisismuseum.org/museum/flight_of_the_june_bug.html