

A levegőben való hajózásról.*

Midőn Gauss a körosztásról szóló híres tételét közzétette, nem minden büszkeség nélkül ecsetelte, mint próbálkozott meg ezen feladattal a görögök ideje óta több száz matematikus eredmény nélkül, míg végre is jóformán megoldhatatlannak tartották. Még nagyobb mértékben áll ez a kormányozható léghajó problémájáról. E névvel minden olyan készüléket jelzek, a melynek segítségével egy vagy több ember a levegőben tetszés szerinti irányban, hosszabb úton át szabadon mozoghatna.

E téren az elhibázott tervek száma légió. A mesebeli Dádalus és Michel-Angelo óta azonban a kérdéssel minden időben a legkiválóbb elmék is foglalkoztak. Tényleg alig van probléma, mely az emberre nézve annyira csalogató volna, mint ez; vajjon az ember, kinek vasútja a leggyorsabb versenyparipát is felülmulja, kinek hajói az óriási méretek daczára kormányozhatóság és mozgékonyaság tekintetében vizen és víz alatt, a hal úszótehetségével vetélkednek, soha sem tudná a madarat a levegőbe követni?

A kormányozható léghajó jóoldalinak ecsetelése itt nem lehet feladatomban, csak azt jegyzem meg, hogy az eszköz mozgékonyaságával fokozódik fölötte való uralkodásunk nehézsége is; de e nehézség legyőzése után fokozódik az elérhető sebesség is.

* Boltzmann tr. előadása a német természettudományok bécsi nagygyűlésén, 1894 szeptember 24-ikén.

Még emlékszem, mennyire csodálkoztam, mint gyermek, hogy a Szezei földszoros áttörése helyett miért nem kötik inkább össze Európát, Ázsiát és Afrikát vasutakkal. Még nem bírtam felfogni, hogy a hajó a vízben sokkal mozgékonyabb. Hát az oly rendkívül mozgékony és mindenütt elterjedt levegő milyen kedvező lehetne még?

Alig kételkedhetünk, hogy a kormányozható léghajó olyan lendületet adna a forgalomnak, a mellyel szemben a vasút és gőzhajó okozta lendület szóba sem jöhet. Mai hadseregünk a vasból készült, meg nem támadhatólag tovarohanó és dinamitot a mélységbe hajító repülő gépekkel szemben nem volna más helyzetben, mint a milyenben a római hadsereg volna a hátultöltő fegyverekkel szemben. A vámügynek vagy egészen meg kellene szünnie, vagy most még nem is sejthető javításokra szorulna.

De valamint Gauss előtt nem sikerült a körosztás problémája, úgy nem sikerült mindeddig a kormányozható léghajó előállítására és a probléma aggodalmat keltő módon veszté hitelét; sőt nagy elméleti kutatók azt kezdték hinni, hogy a kérdés megoldása lehetetlen. Csak a legújabb időben állott be újra fordulat. A régi képletek helytelenségét világosan kimutatták s én azt hiszem, bebizonyíthatnám önöknek, hogy a probléma megoldása nemcsak lehetséges, de minden valószínűség szerint rövid idő múlva sikerülni is fog.

Tőlem, mint az elmélet emberétől,

valószínűleg hosszú és bonyolult képleteken alapuló bizonyítást várnak; én azonban itt csak azt tehetem, hogy bevallom az elméleti mechanika tehetetlenségét a bonyolult levegő-örvénylesekkel szemben. A probléma történetének kimerítő előadását, vagy az egyes repülőeszközök technikai részleteinek tárgyalását lehetetlenné teszi a rendelkezésre álló idő rövidsége. Én tehát az elmélet feladatát inkább azon általánosabb értelemben akarom felfogni, mely szerint mindenütt meg kell állapítania az alapfogalmakat.

A léghajózás feladatainak megoldásához az első lépés a léggömb feltalálásával történt. E feltalálás ügyében a franciaiké a főérdem, kik akkor »légies« nemzetnek (e szót jó értelemben véve) mutatkoztak. A *Mongolfier* testvérek szerkesztették az első léggömböt, mely meleg levegővel volt töltve. Nemsokára *Charles* követte őket hidrogénnel töltött gömbjével. Az első nagy lépés tehát megtörtént; először sikerült egy embernek, hogy szabadon emelkedjék föl a levegőbe. Ámde a léggömb nem volt kormányozható s így csak játéklabdája volt a szélnek. Ezután következett a számtalan kísérlet a léggömb kormányzására. Ezt a gőzhajó mechanizmusa alapján vagy lapátos kerekkel vagy csavarlapátokkal igyekeztek elérni. Még oly készülékek sem hiányoztak, melyek a röppentyűk mozgásának elvén alapultak. Hogy a léggömb könnyebben legyen hajtható, szivaralakúvá változtatták, hegyes csúccsal az elején. Egy ilyen *Krebs* és *Renard* francia tisztektől szerkesztett és csavarlapátokkal mozgatott léghajó olyan jól irányítható, hogy teljes szélcsendben valóban kormányozható léghajónak illett be. De az elérhető sebesség messze elmaradt a mérsékelt szél sebességétől, úgy hogy még gyenge szélnek is martalékvá vált.

Hogy léggömb egy embert tényleg levegőbe emelhessen, térfogatának az emberéhez képest kerek számban ezerszeresnek kell lennie. Az ilyen óriási testek alkalmazása azonban egyenes ellentétben áll azon főtulajdonsággal, a melynek a léghajót jellemeznie kell, t. i. a könnyű mozgékonyssággal. Léggömb alkalmazásával a gyors tovahaladás ki van zárva. Mindamellett nem becsülhetjük eléggé nagyra e hajósok azon érdemét, hogy először emelkedtek fel valóban a levegőbe; készülékek tudományos, katonai és egyéb czélokra még ma is kitűnő szolgálatokat tesz.

A kormányozható légi hajó feltalálásához azonban ez csak az első lépés volt. Hogy a légi hajónak a szél legyőzésére is nélkülözhetetlen gyors mozgását csakugyan ki lehet használni teheremelésre, azt a ragadozó madarak példáján láthatjuk, melyek nagy gyorsaság elérése után majdnem szárnycsapás nélkül lebegnek tova a levegőben. Így olyan repülő-gépekhez jutunk, melyek nem a levegőnél kisebb fajtsúlyú gáz felhajtását, hanem tisztán csak valamely mozgatott mechanizmusnak eleven erejét használják fel a teheremelésre. Az ilyeneket dinamikus repülő-gépeknek nevezik.

Ezek két főcsoportra oszlanak. Az egyik fajtabeliekben főleg emelkedésre használják a mozgó erőt. Ilyenül egy vagy több csavarlapát-szolgál, mely ép úgy csavarodik a levegőben függélyesen fölfelé, mint a propeller csavarja a vízben, vízszintesen. Úgy mint itt, az egész csavarfelületnek kis része elegendő: két vagy négy, egyértelműleg hajlott sík, melyek hajlásuk következtében gyors forgásukkor a levegőben tovacsavarodnak. Ismert gyermekjáték szolgál mintául a készülékhez. Gondoljanak önök nehéz tárgyra két vagy négy óriási csavarlapátot alkalmazva, melyeket vala-

mely gép nagyon gyorsan forgat, ezek a tárgyat a levegőbe emelhetik. Ez a *hélicoptère*.

A dinamikus repülőgépek második fajtájával, a sárkánnyal — *aéroplan* — ellenben, a mozgóerőt főleg a vízszintes irányban való tovaszállításra használják.

Az emelkedés azon elv szerint történik, hogy a levegőellenállás a kevésbé ferde és gyengén homorú felületet gyors mozgás alkalmával rendkívül erősen emeli. Ezt az elvet eddig mérések alapján Wellner és Lilienthal kutatta legbehatóbban. Nevezzük el a ferde sík elvének; magyarázata itt teljesen közönyös. Ez az elv szintén ismert gyermekjátékon érzékelhető, a papírsárkánnyon. Ez nagy, gyengén homorú és a ráakasztott nehezék miatt kevésbé ferde sík. Ha a levegőben zsineggel gyorsan húzogatják, jelentékeny magasságra is emelkedik. Ugyanezen elv érvényesül a madár repülésében, főleg a nagy madarakban, midőn, mint már említve volt, jelentékeny sebesség elérése után, szárnycsapás nélkül lebegnek szabadon tova a levegőben; ezt *vitórlás* repülésnek nevezik.

Az *aérolán*nak a szükséges vízszintes gyorsaságot vagy a szárnycsapás egy nemével lehet megadni, mely esetben egészen a madárhoz hasonlít, vagy az előttünk már ismert csavarlapatokkal, melyek azonban ez esetben nem fölfelé, hanem vízszintes irányban csavarodnak tova.

Ilyen nehéz problémánál a felhasznált eszközök képzelhető legnagyobb egyszerűsítése a legfőbb fontosságú. Mivel a vízszintes tovamozgatást minden egyéb repülőkészüléknél hasonló eszközökkel kell létrehozni, az *aérolán* a képzelhető legegyszerűbb repülőgép, mely a munkaerőt minden egyéb mozgott mechanizmus nélkül idézi elő.

Lényegileg a ragadozó madarak repülésében kipróbált eszközt veszi alapul s így előre is legtöbb kilátása van a sikerre.

Még számos repülőgépet szerkesztettek, melyek a földalaton az említett alaptípusokat egyesítik. Így sok csavarlapátot, melyek együttesen ferde síkot képeznek; kerekeket, melyek ferde síkokat megfelelő kormányzás mellett körben mozgatnak; léggömbök és dinamikus repülőgépek kombinációit stb.

Természetesen, távol vagyok attól, hogy mindezen készülékekről elítélőleg tudjak vagy akarjak szólni. De meg vagyok győződve, hogy bonyolultabb voltuk miatt kevesebb a kilátásuk sikerre, s a tapasztalat ezt, úgy látszik, igazolja is.

A brit természetvizsgálóknak mult havi oxfordi összejövele alkalmával egy, Maxim Hiram szerkesztette nagy repülőgép beható vitáknak volt tárgya. A két csavarlapátot rendkívül elmésen szerkesztett és benzinnel fűtött gőzgép hajtja. Az egész repülőgép, mely a kezelését végző két egyénnel együtt 8000 angol font súlyú és másodpercenként 30 méternyi sebességgel száguld, tehát gyorsabban, mint a legsebesebb gyorsvonal, egyszer valóban a levegőbe emelkedett. Maxim a kormányozható léghajó feltalálásához határozottan megtette a második nagy lépést; bebizonyította, hogy dinamikus repülő készülékkel tényleg nagy terhet lehet szabadon a levegőbe emelni. A legnagyobb angol fizikusok, kik mind az elmélet emberei, lord Kelvin, lord Rayleigh, Lodge stb. lelkesedéssel beszéltek Maxim gépéről és én már azt hittem, hogy az angolok immár megint magukénak neveznek egy korszakalkotó találmányt.

A dolognak azonban mégis van még bökkenője. A Maxim-fele gép

eleinte úgy haladt, mint valami lokomotív. Midőn megvolt a kellő sebesség, a nagy felhajtó erő miatt eltört egy felül alkalmazott sín s a gép a levegőbe emelkedett. A kormányzásra való sok készülék nem volt elég gyorsan megindítható s így a gépet lehetőleg gyorsan meg kellett állítani, miközben jelentékes nyeny megsérült.

Minden ilyen kísérletnek nagy akadályára van veszélyessége. Maximus beszédében boszankodva említette, hogy a repülő művésznek nemcsak technikusnak, de akrobatának is kell lennie.

Csak képzeljünk olyan óriási felületet olyan gyorsan mozgatva, hogy a lég ellenállása körülbelül 10,000 fontot tegyen; gondoljuk meg, milyen zavart okozhat itt minden szélroham, minden szélforgatag a támaszpont nélkül szabadon lebegő készüléken; mily óriásilag kell a hajlás minden változásának az egész tömeg mozgására hatnia. Tanulmányozzuk a ragadozó madár szárnymozgásának sokféleségét és finomságát; gondoljuk meg, milyen gyorsan vet a gyermekek sárkánya a legkisebb vigyázatlanság mellett a levegőben bukfcnczet és képzeljük magunkat a léghajós helyzetébe, kinek repülő készüléke hasonlóképen engedetlené válik.

Persze, mivel be van bizonyítva, hogy az aëroplán ereje elegendő arra, hogy nagy terheket a levegőbe emeljen, most már csak az ügyesség dolga, hogy helyesen kormányoztassék.

A ki valaha látta, milyen biztossággal kormányoz néhány ember óriási óceáni gőzöst; a ki látta azt a vashámorokban gyakran látható meglepő mutatványt, hogy ezer mázsás gőzkalapács néhány milliméternyire valamely zsebóra üvege felett mintegy parancsszóra megáll: az nem fog azon kételkedni, hogy a repülő-gépet is tudják majd kormányozni, mihelyt kellő tapasztalatokat szereztek.

De hogyan kell ezeket szerezni emberélet kockázatátása nélkül?

Vajjon mernők-e akár a legintelligensebb embereket azzal megbizni, hogy óceáni gőzöst veszélyes szirtek között kormányozzanak, ha a gépezetet elméleti magyarázatból ugyan ismerték, de hajót még sohasem láttak?

Pedig ez esetben a gépezetet mások már kipróbálták.

Minden találmánynak megvannak előkészítői és utólagos javítói; igazi feltalálónak legtöbbször mégis csak egy embert neveznek.

Ki lesz tehát a kormányozható léghajó tulajdonképeni feltalálója? Maximus ma még nem az. Csak az lesz annak nevezhető, ki tetszés szerint választott irányban, szél mentében és ellenében valóban képes majd repülni a levegőben, a meddig erőkészlete tart.

Ez a találmány még eddigelé nincs meg; még van idő rá, hogy az angoloktól a találmány dicsőségét elragadjuk.

Persze az eszközök nagyszerűségével ezt nem bírjuk tenni. Maximus gépe állítólag 300,000 frtnál többre került.

Egy kísérlet, melyet harmadik lépésnek neveznék a kormányozható léghajó feltalálásához, Lilienthal Ottó berlini mérnöknek sikerült.*

A hajózás nem kezdődött óceáni gőzösökkel, hanem kivájt fatörzsökkel, mint csónakkal. Ép úgy Lilienthal is lehetőleg kis repülőkészüléken kezdte. Karjait két, 15 négyzetméternyi felületű szárnyal látta el, melyek eleinte szilárdan össze voltak kötve és lényegileg a madárszárny utánzatai voltak. Ezek aëroplánt alkotnak, mely kellő sebesség esetében elbír egy embert. E sebesség elérésére Lilienthal semmiféle mótort nem használt; egyszerűen szél ellenében futott egy ideig s azután szárnyaira tá-

* L. bővebben a 632. lapon.

maszkodva a levegőbe ugrott. Mivel nem volt erőforrása, természetesen nem repülhetett tetszés szerinti távolra és fölfelé is csak nagyon korlátolt mértékben. De midőn eleinte egészen rövid, később hosszabb ugrásokat tett, lehetőleg közel maradv a földhöz, végre a rhinowi hegyen 250 méternyire sikerült a talajhoz közel és csekély hajlású hegyoldalon fölfelé lebegnie. Ekkor meggyőződött egyrészt arról, hogy milyen veszélyes volna rá nézve, ha valamely szélroham felborítaná vagy ferde irányba terelné, de másrészt arról is, hogy sokáig tartó gyakorlással teljes biztosságot lehetne szerezni a kormányzásban. Ezt részben a test hajlásával és a lábak moztatásával, részben a madarak szárnycsapásával hasonló művelettel kellene végezni.

Lilienthalnak most az a szándéka, hogy egészen kis mótort vizs magával; ennek erejét fokozta, reméli, hogy a szárnyak nagyságát és a kormányzásban elért ügyességet lassanként az új viszonyokhoz alkalmazhatja, míg végre a mótorttal elért vízszintes irányú mozgás elegendő lesz arra, hogy a repülőlt állandóan a talaj fölött tartsa. E repülő-készüléknek eleinte persze alig volna gyakorlati jelentősége. Nagyszerű javításokra, a gépnek sokkal nagyobb méretekben való előállítására volna szükség, míg azok a közgazdasági és társadalmi hatások mutatkoznának, melyekről bevezetőleg megemlékeztünk. A probléma azonban elméletileg meg volna oldva, célra vezető út volna találva és a kormányozható léghajó föltalálása bevezetett ténynek volna nevezhető. A helyes útnak ilyen elméleti feltalálása rendszeren megelőzi a gyakorlati használatra szükséges tökéletesítést. Vajjon volt-e az első telegráf-készülékeknek, az első fotográfiáknak gyakorlati jelentőségek? Vajjon Amerika fölfedezésének lettek volna-e nagy közgazdasági következmé-

nyei, ha az oda vezető utazás reánk nézve is oly nehéz volna, mint a milyen Columbusra nézve volt?

A vízszintes sebesség előidézésére használandó eszközökre nézve is különbözők a nézetek. A technikában használt összes mechanizmusok úgynevezett ciklikus mozgást végeznek, vagyis olyat, a melyben az összes alkatrészek rövidebb-hosszabb idő mulva a kiindulási pontra térnek vissza.

A ciklikus mozgásnak két főrendszere van: a forgó és az ide-oda menő. A különböző kerekék, a dinamógépek induktorai az első rendszerbe, a gőzgépek és szivattyúk dugattyúi a másodikba tartozó példák. A vízben való tova haladásban a lapátkerekék az első rendszert veszik igénybe, az evezők és a halak úszószárnyai a másodikat. Lilienthal a repülésben a második rendszernek ad elsőbbséget, mely a természetben csakugyan alkalmazásra talál a madár repülésében. Az első rendszernek, t. i. légi csavarlapátok alkalmazásának vízszintes irányú mozgás elérésére, a természetben nincs példája. Meg kell itt jegyezni, hogy hangtani és fénytani eszközök, szivattyúk és mozgási mechanizmusok szerkesztésében az állatok szervei csak bizonyos határig szolgálhatnak mintául, mivel a természet eltérő eszközökkel működik és eltérő ezélokot követ; forgó készülékei egyáltalában nincsenek, holott a mi lapátkerekünk és vízi csavarjaink az ide-oda mozgó úszóhártyák helyett, a mi veloczipédünk a szó szoros értelmében ide-oda menő lábak helyett eredménnyel használható.

Lilienthal szerint az egész aéroplánt két egyenlő részre kell osztani, melyek úgy mozognak, mint a madárszárnyak a madár repülésében. Ezzel csakugyan elkerülhető a csavarok csúsztása (az úgynevezett slip) és az erővesztés, mely légforgatagok keletkezésével jár; Lilien-

thal ezért azt hiszi, hogy így kevesebb munkát pazarol a levegőre.

De én még ezt is kétségbe vonom, mert a szárnycsapásnál emelkedés alkalmával sok vész el azon munkából, melyet leereszkedéskor teljesíteni kellett, a légicsavarnál viszont a legjobban alkalmazható a ferde síknak oly hasznavehető elve. Maxim csavarlapátjai tényleg igen csekély csuszamlással (slip) dolgoznak.

Az aëroplán kettéosztása ellenben nagyon csökkenti a szárnyak erősségét és egyszerűségét, a szárnycsapás jelentékenyen bonyodalmas, csak nagy surlódással valósítható meg és nem működik olyan folytonosan és olyan pontosan szabályozhatólag, mint a csavarlapát. A szárnycsapás hatásának előleges kiszámítása is sokkal nehezebb.

A csavarlapátokkal tovamoztatott aëroplán tehát elméletileg a sikerrel leginkább biztató mechanizmus és az egyedüli, mely kis mintákban és nagyobb megvalósításban tényleg a levegőbe emelkedett.

Hihetetlen, milyen egyszerűnek és természetesnek tűnik fel minden eredmény, ha egyszer megvan, és milyen nehéznek, míg a hozzávezető út ismeretlen. Lockyer évek óta kereste a Napnak protuberanciáit a nélkül, hogy egyet is talált volna, pedig eszköze a ma használt napspektroszkóppal lényegileg megegyezett; nem tudta, hol keresse őket. Midőn azonban Janssen telegráf útján tudatta egy nagy protuberanciának helyét, melyet Indiában teljes napfogyatkozáskor látott, ő maga és Lockyer is fényes napvilágosságnál is megtalálta a protuberanciákat, mert tudta, hol kell őket keresni. Janssen lelkesedve jelentette Párizsba: »rám nézve most mindennap van teljes napfogyatkozás, ha csak egyáltalában süt a Nap«. Így az aëroplán kormányzását is

könnyen fogják majd mesteremberek végezni, de csak elsőrangú lánghész találhatja fel. És ezen feltalálónak nemcsak lánghésznek kell lennie, hanem hősnak is; az újonnan legyőzendő elem titkaiba nem lehet könnyű szerrel behatolni.

Csak az remélheti, hogy legyőzi a sárkányt, mely ma még elvonja az emberiségtől e találmány kincseit, a kinek elég személyes bátorsága van arra, hogy életét az új elemre bizza, és elég leleményessége, hogy lassanként ennek minden szeszélyét és alattomoságát megfékezze. A kormányozható léghajó feltalálójának e tekintetben hasonlítania kell a nagy fölfedező mintaképéhez, Columbus Kristófhhoz, ki ép úgy személyes bátorságával, mint éles elméjével példát adott a jövő kor minden fölfedezőjének. Csak az nyer nagyot, a ki nagyot mer.

A megfontoláson és lelkesedésen kívül azután még csak egyre van szükség, a mit Columbus is legnehezebben tudott kapni — pénzre.

*

*Lilienthal Ottó repülési kísérletei.**

Lilienthal előbb maga is azt hitte, hogy a kormányozható léghajó feltalálására nézve a mótór kérdése a legfontosabb, t. i. olyan mótór szerkesztése, melynek kellő ereje és lehetőleg csekély súlya legyen. E tekintetben már jelentékeny eredményeket értek el. Így Lawrence Hargrave Sydneyben vékony spirálcsőkazánban fejlesztett gőzzel mozgatja kis mótórját, mely szárnyakat lebegtet és repülést idéz elő; maga Lilienthal is készített könnyű csöves kazánokat és kis mótórokat. De míg

* Minthogy Boltzmann ez előadásában említi Lilienthal kísérleteit, jónak látuk, hogy e kísérletekről kissé bővebb tájékoztatást adjunk olvasóinknak az idecsatolt ismertetésben.

kisebb mintákban az erő- és súlyviszony nagyon is kedvező, nagyobb gépekben ezt már nehéz elérni, mert nagyobb átmérőjű csövek falának is vastagabbnak kell lennie és a súly növekedik. Mindamellettsé lehetőséges erős és könnyű motorokat előállítani. A kísérletek azonban, melyeket ilyen motorok hajtotta repülőgépekkel végeztek, azt látszanak igazolni, hogy nem ezen fordul meg a repülés kérdésének megoldása.

Nagyobb készülékekkel az első és főnehézség a levegőbe való fölemelkedésben rejlik. Csendes levegőben ehhez óriási erő kellene s épen azért az ilyen gépek szerkesztői a repülés megindítását gyors előremenő mozgással akarják megtenni. Lilienthal szerint épen ebben rejlik a baj; a repülőgépekkel nagyon is sokat akarnak egyszerre elérni. Ha a gép csakugyan a levegőbe emelkedik, legott játékvá válik az első kis szél-rohamnak, mely váratlanul éri s a használt nagy szárnyfelületek mellett gyenge szél is kegyetlenül bánhatik a géppel. Ha azután nem bírjuk a gépet kormányozni, előáll a második nagy nehézség, hogy az előre és fölfelé rohanó géppel veszély nélkül a földre szálljunk. Ez rongálta meg Maximnak drága készülékét is, melyhez pedig sok reményt fűztek.

Lilienthal tehát most inkább a levegő ellenállási viszonyaiban keresi a kérdés súlypontját. Az erő kérdése, mely miatt a repülést az emberre nézve lehetetlennek tartották, újabban vesztett jelentőségéből. A madárrepülést elméletileg, közvetetlen megfigyelésekkel, pillanatnyi-fényképek készítésével stb. olyan behatóan tanulmányozták, hogy most már belátják, hogy még a legnagyobb madarak is csak csekély erőt fejtenek ki repülés közben. A szárnyak gyengéd hajlása jelentékenyen növeli a szárnyfelületek teherbírását és a madarak vitorlázó repülése, mely majd-

nem erő kifejtése nélkül történik, abból magyarázható meg, hogy a szél sokszor gyengén fölfelé irányul. Elméletileg a repülés kérdése alig nyújt jelentékeny nehézségeket, gyakorlatilag azonban nagyon is nagy nehézségek merülnek fel. Az elmélet szerint bizonyosra vehető, hogy elég erős szél a jól szerkesztett repülő-készüléket a levegőben való szabad lebegésre bírhatja s hogy csendes levegőben ilyen készüléknek a magasból gyengéd hajlással kell leereszkednie.

A valóságban ez csakugyan teljesül, de a szél kegyetlen játékot űz az ilyen készülékkel; felviszi a magasba, felfordítja, majd a földhöz vágja. Hiányzik a biztos állás vagy lebegés a levegőben. Kérdés már most, lehetséges-e az embernek azt megtanulnia, hogy repülő-készülékének a súlypont folytonos és kellő változtatásával adja meg a biztos állás kellekeit.

Lilienthal azt mondja, hogy erre a választ csak gyakorlatilag véghez vitt repülési kísérletekkel, sok gyakorlással lehet megtalálni és csak akkor, ha eleinte kisebb készülékkel, csendes levegőben, szárnycsapás nélkül próbálunk a levegőben lebegni, hogy így lassanként megismerkedjünk a levegő ellenállási viszonyaival, a szél hatásával, a fölemelkedés és leszállás nehézségeivel. Kísérleteit csakugyan így rendezte be.

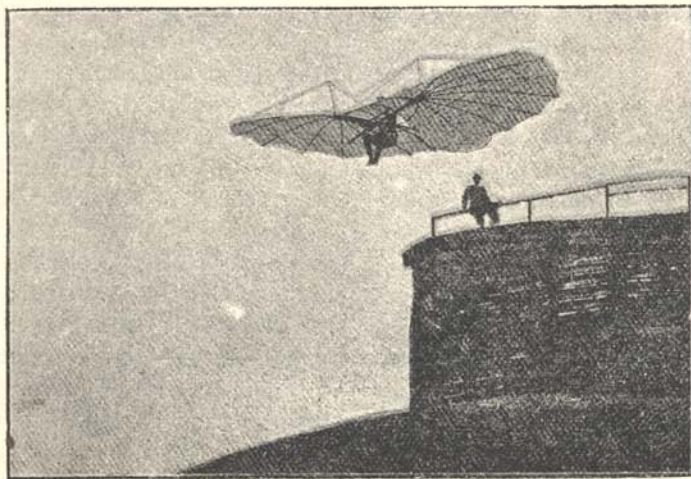
Nagyobb gyepes helyen 1 méter magasságú ugródeszkat állított fel, melynek tetejéről — kellő nekiiramodás után — a repülő-készülék ferdén lefelé vitte a levegőben. Ez ugrásokat százszor is ismételve, az ugródeszka magasságát lassanként 2,5 méternyire emelte. Ily magasságból azután az egész gyepes téren át lebegett a levegőben. Azután dombos vidékre ment és ugrásait nagyobb magasságból folytatta, miközben készülékét is tökéletesbítette. A szárnyak felülete 8—10 négyzetméternyi

volt, később 15 m²-nyi. Az ugrást, melyet mindig erős nekifutamodás előzött meg, legfőlebb gyenge szellőben próbálta. Tapasztalatai arról győzték

meg, hogy az ugrásnak mindig a szél ellenében kell történnie, szintúgy a leszállásnak is. Így tesznek a madarak is. A szárnyak természetében rejlik, hogy



1. ábra.



2. ábra.

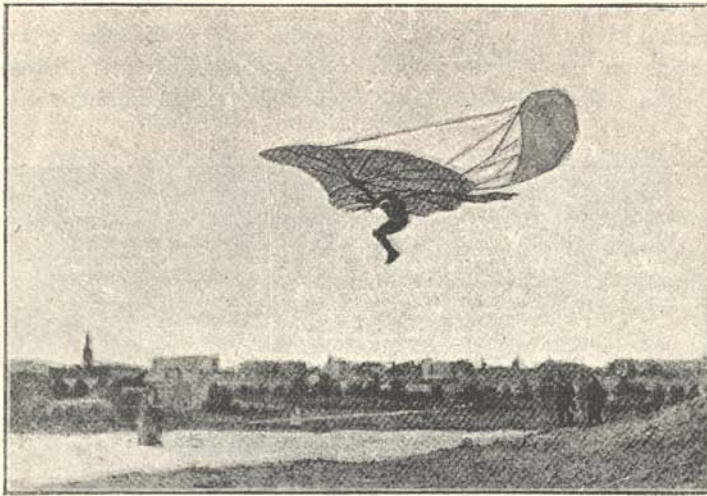
a szélnek csak elülről szabad őket találnia. A ki a szél mentében repül, annak a szelet meg is kell előznie s ez a leszálláskor veszélyes felborulást és szárnytörést okozhat. Első szabály te-

hát: szél ellenében kell ugrani és a levegőbe szállni és épúgy kell leereszkedni is.

Mivel Berlin környéke nem nyújtott Lilienthalnak kellő magasságokat,

Steglitz mellett egy dombon torony-szerű fabódét állíttatott, melynek gyepel fedett tetejéről folytatta ugrási és repülési kísérleteit. A tető 10 m.-nyire

volt a sík talaj felett s innen 10—15^o-nyi szög alatt 50 m.-nyire lebegett lefelé. A mi repülő-készülékét illeti, ezt a mellékelt ábrákból lehet megérteni. Kiterjesz-



3. ábra.



4. ábra.

tett állapotban denevérszárnyhoz hasonlít s ezekhez hasonlóan hajtható is össze. A készülék váza fűzfából, a szárnyfelületek bevonata sirtingból való. A leraj-

zolt készülék egész szárnyfelülete 14 m², súlya 20 kg.

Az i. ábra, mely a tetőről való leugráskor fölvett pillanatnyi fényképről

készült, a készüléket elülről nézve ábrázolja. A 2. és 3. ábra a repülés további folyamatát tünteti fel, a 4. ábrán pedig az látható, milyen módon tartja magát fenn a repülő egyén. Karjait t. i. két-két váncos közé helyezi, melyek a szárnyvázához vannak erősítve, két kezével pedig kereszttrudat tart. A test többi része szabadon van. Mint Lilienthal

állítja, a test összekötetése a készülékei teljesen biztos.

A levegőben való lebegés közben a súlypontot a test hajlásával, a lábak kinyújtásával stb. változtatni kell, hogy a készülék megkapja kellő hajlását. Lilienthal sok gyakorlással annyira vitte, hogy szárnycsapás nélkül lebegő készülékét egészen jól kormányozta, jobbra-



5. ábra.

balra tért és még gyengébb szélben is meg tudta tartani biztos helyzetét. A kormányzás könnyítésére való a készülék hátulsó részén levő két kormánylapát is, melyek a 4. ábrán láthatók.

Az ily módon összeállított készülékkel azután Lilienthal 80 m. magas hegyoldalról is leereszkedett és ily módon 250 méternyire birt repülni, vagyis 10—15 foknyi hajlással lefelé lebegni.

Lilienthal meg van győződve, hogy, ha nagy magasságból szárnycsapás nél-

kül biztosan le lehet ereszkedni és nagyobb távolságra lebegve repülni, a készülék további tökéletesítésével és szárnycsapások alkalmazásával lehetséges lesz a teherbírást fokozni és végre a vízszintes irányban való repülést megvalósítani.

A fő nehézség szerinte a levegőbe való fölemelkedésben, a repülés megkezdésében áll. Azzal az állítással szemben, hogy a legnagyobb ragadozó madarak repülése határ a repülés lehetőségére

nézve és hogy az ember, kinek testsúlya a legnagyobb ragadozó madárét sokkal felülmúlja, képtelen a levegőbe fölemelkedni és ott lebegve megmaradni: Lilienthal azt hozza fel, hogy a legnagyobb repülők a legjobbak is, mihielyt egyszer szabadon lebegnek a levegőben. Tény, hogy a nagyobb madarak a szél ellen való iramodással kezdik a repülést és az albatrosz sík területen nem is bír felrepülni, hanem hegyoldalról vagy hullámhegyről zuhan alá, hogy a talaj fölé kerüljön a szabad levegőbe. Az ember azonban magaslatokat emelhet, hogy repülő-készülékével a levegőbe juthasson és előzőleg a szél ellen iramodhassék.

Újabban Lilienthal szárnycsapásokkal való repüléshez is módosította készülékét, melyet az 5. ábra tüntet fel.

Kiterjesztett állapotban a szárnyszélek egymástól való távolsága 8 m. A szárnycsapások megtételére sűrített szén-savval hajtott gépecske szolgál, melyet ujjal való nyomás indít meg; egyébként a kezelés ugyanaz, mint az előbbi ábrákon feltüntetett készüléké. Kísérletei arról győzték meg, hogy szerzett

tapasztalatai és kormányzási ügyessége nélkül nem tudott volna e készülékkel repülni, és mivel az újabb készülék súlya már 40 kg., eleinte ismét csak szárnycsapások nélküli lebegésre szorítkozott. Mint legújabb cikkében írja, eddig már elérte azt, hogy veszély nélkül tud a földre leszállani. Csak azután kezdi a szárnycsapásokkal való repülés próbálgatását.

Lehet, hogy a repülés problémáját más úton fogják megoldani és hogy talán sikerülni fog a levegőben való lebegés állandóságát a repülő egyéntől függetlenné tenni, a mi rendkívül nagy haladást jelentene. Mindamellett Lilienthal kísérletei oly utat jelölnek, a melyen már is ki van mutatva a levegőben való lebegés lehetősége és az ilyen, valósággal megtett kísérletek a kérdés gyakorlati megoldására nézve mindenesetre többet érnek, mint pusztá számítások és elméleti tervezetések, melyeket a szél változó szeszélye a megvalósítás megkísérlése alkalmával egyszerre halomra dönt.

Közli CSEMEZ JÓZSEF.



Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

Közkinccs — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.