

Megjelenik minden hónap 10-ikén, leg-alább is 3 $\frac{1}{2}$ nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként szövegközi ábrákkal illusztrálva.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY.

HAVI FOLYÓIRAT

KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

E folyóiratot a társulat tagjai az évdij fejében kapják; nem tagok részére a Pótfüzetekkel együtt előfizetési ára 6 forint.

XXIX. KÖTET.

1897. ÁPRILIS

332. FÜZET.

A madár és a repülőgép.

Maholnap kilencz éve, hogy július 23-ik napján az északi szélesség 70-ik fokán túl, a Porsanger és Laxefjord alkotta félszigeten, az úgynevezett Spirte-Njarga legészakibb végén álló, világhírű Svaerholtklubben madárhegyet másztam meg. A kopár tetőn semmi sem védett s így ugyancsak neki kellett dűlnöm az erős, jegesen-hideg északkeleti széláramnak. A hegyszakadék széléhez közel érve, lehasaltam, hogy közvetlen közelről vehessem észre és figyelhessem meg a mélységből pehelyszerűen fel-felszálló Rissa sirályokat, ritkábban a nyilszerű sebességgel szárnyaló és kerengő alkákat. A madarak alig két-három méternyi távolságban keltek ki előttem a mélységből; olyan közel, hogy majdnem a szem bogarát is kivehettem; és mégsem törődtek velem.

Ez a fel- és leszállongás abban az erős légáramban remek látvány volt. A Rissa madarak folytonosan éllel fordultak a szél ellen, tehát úgy, hogy az áramlat mindig a legkisebb felületet érte, a melyet a tájfestők így fejeznek ki:



A váll, a könyök s a kéztő-csuklók folytonos működésben voltak; majd nyújtva, majd rövidítve a szárnyakat; majd szinte boltozatosan úgy alakulva, hogy a test bizonyos fokig függött. A fark, mint kormány, folyton változtatta alakját, majd kiterjedt, majd összeháródott; majd ismét csavarosan libegtette felszínét, úgy, a mint az áram s a madár törekvése megkivánta. A súlypontváltozásban még a lábaknak és a fejnek is fontos feladat jutott. A mozgások sokfélesége a madár részéről a *tudatos alkalmazkodást* feltétlenül igazolta.

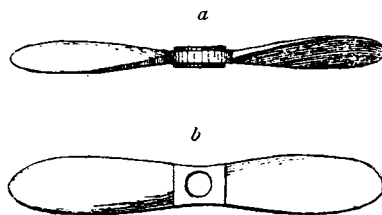
Nekem akkoron két dolog jutott eszembe. Legelsőbben is az, hogy ha az igazi repülés problémáját az ember dinamikai alapon csakugyan megoldja, ez csak a tökéletlenebb, az érzéstől függetlenebb repülésű

madár mechanizmusa alakjában fog lehetségessé válni; épen úgy, mint a hogy a legtökéletesebb szerkezetű csavargőzhajtó is, alapjában véve, csak tökéletlen, az érzéstől függetlenebb mozgású hálnak felel meg. Másodszer eszembe jutott, hogy, épen az imént kifejtett alaptételből kifolyólag, úgy a madárra, mint a halra való tekintetből, nem a szárny és illetőleg az úszószárny szerkezetén, hanem azon az óriási izomzaton fordul meg a repülés és úszás lényege, a mely a madár mellén s a hal oldalain található.

Ennélfogva a repülőgépnél is úgy alakul a probléma, hogy nem a szárny, vagy vitorlás-kerék *alkata* a feladat lényege, hanem a *motor!*

És a mely perczben az a hatalmas motor megvan, a többi csak egyszerű kísérlet kérdése, épen úgy, mint volt a hajónál. Mihelyt a hajtó erő, a gőzgép megvolt, a hajtókerekek és később a csavar alkalmazása és tökéletesbítése önként következett.

Ezt a motor-kérdést a mult nyáron nagyon szépen magyarázta, öntudatlanul is, egy utczai játékkereskedő, ki a budapesti korzón



1. ábra. Propeller-csavar.

mutogatta és kínálgatta játékszerét, mely egy bábalakú, közepén lyukas és itt kissé súlyozott pléhlemezből állott, mely kissé propeller-csavarodású volt, mint az 1. ábrán *a* és *b* alatt láthatni.

Ehhez tartozott egy igen meredeken-csavaros fémpálcza, jó alsó fogóvéggel, a melyben a fémpálcza könnyen forgott. Az ember zsinetet tekert a fémpálczának fogófelőli tövére, a pléhbábót pedig leforogtatta a zsinedig; a fémpálczát szabad végével fölfelé irányozva, egész erővel elrántotta a zsinetet, mint a hogy az ismeretes »brúgó«-nál szokás. A fémpálcza és pléhbáb sebes forgásnak eredt; az utóbbi a csavaron végig szaladva, elszabadult s a kezdő sebességhez képest felszállott, még pedig a Vigadó épületénél is magasabbra. Úgy, a mint a forgás sebessége csökkent, mind lassabban kelt a pléhbáb; azután átment a leszállásba és úgy, a mint a forgás tovább csökkent, mind gyorsabban tartott a föld felé, míg végre is az esés törvénye győzött és a pléhbáb már csak libegve s nem is forogva esett le.

Tiszta és világos, hogy itt is a *motor* erején múlik a felszállás. Magának a röpitett pléhbábnak alakítása kísérleti feladat, mely hár-

mas viszonyban szabatosítható matematikailag is, ú. m. a pléhbáb-súlya és súlyozása, felszínének csavarossága, végre a hajtó erő, valamint viszonya a pléhbábhoz és a csavarhoz.

Ez az egyik szempont.

A másik az, hogy a pléhbáb csak a hajtó erő arányában nagyítható és mihelyt olyan terjedelmet ölt, melynek a hajtóerő már nem felelhet meg: bármily pontosan legyen az a pléhbáb megalkotva, nem száll fel többé. Majd Helmholtz tételeiből meglátjuk, hogy mit jelent ez.

A madár és a pléhbáb között annyi az analógia, hogy a hajtó erő alkalmazása, illetőleg elhelyezése mindkettőnél központi, a repülési tényező szimmetriás és hogy a csavaros felszín mindkettőnél tényező: az egyiknél a forgás sebessége, a másikonál a levegő áramlata a ható, t. i. a madárnál az áramlás előidézése, de a meglevőnek felhasználása is, az által, hogy a szárny és a fark sokszorosan módosítható csavaros felszín alkot, tehát a mozgás jellemét is meghatározza.

Ezek azok az egyszerű, mondhatni alapelemek, ha dinamikai alapon való megoldásról van szó.

Ezek után előveszem a madarak repülésének tárgyalását, úgy, a mint bizonyos csoportokra felosztható; mert a madarak repülése sokféle és lényegesen különböző, a mely körülményről azok, a kit ezt matematikailag tárgyalják, rendesen megfelelnek.

Két főcsoportot különböztethetünk meg, ú. m. azokét a madarakét, a melyeknél a repülés a megélhetőnek lényeges, sokszorosan épen fő feltétele; és azokét, a melyeknél a repülés teljesen vagy lényegesebb része szerint csak a helyváltoztatásra van hivatva.* A harmadik csoport a nem repülőké.

I.

E főcsoport első osztályába azok a repülő madarak tartoznak, a melyek csupán és egyedül repüléssel juthatnak táplálékuk megszerzéséhez; és mihelyt nem repülhetnek, nem is élhetnek meg. Ennek a típusnak legfőbb képviselői a *fecskefélék (Hirundinidae)*. Ezeknek egész alkata a repülés tökéletességéhez van idomítva s a viszony így fejezhető ki: legkisebb, majdnem kés-élt alkotó felület a mozgás irányában, tehát a levegőnek legkisebb ellenállása; ropant hajtó erő, a mell-izmok hatalmas voltában gyökerezve; a testsúlynak a legkisebb mértékre való leszállítása, a csontváz és tollazat pneumaticitása révén.

* Eleve is kijelentem, hogy az exotikus formákat nem veszem tekintetbe, mert könyvet kellene írnom.

Ez a szervezet teszi lehetővé, hogy a fecskék villámszerű sebességgel, tudatosan alkalmazhatják, illetőleg módosíthatják repülésüket azoknak a repülő rovaroknak különböző repülési mozgásához képest, a melyekkel táplálkoznak. Itt tehát a repülés a megélhetésnek sarkalatos föltétele.

A második osztályba azok a repülő madarak tartoznak, a melyeknél a repülés egy más, lényeges mozzanattal van egybekötve; a kettő azonban szervesen összevaló, lényeges és csak együttes alkalmazása biztosítja a madár életét.

Ennek a típusnak legfőbb képviselői a nemes *sólymok* (*Falconidae*).

A legjobb repülésű sólyom sem *foghatja* el prédáját, hanem csak »lökés« (Stoss) alkalmazásával ejtheti hatalmába; vagyis azon kell lennie, hogy az áldozat *főle* juthasson s azután a repüléssel felhagyva, szárnyait a testhez vonja és *lezuhanjon* a prédára. Más szavakkal kifejezve: itt a sebes repülés az eséssel van párosítva s mindkettő együttvéve a madár megélhetésére nézve döntő.

Lökés közben azonban a szárnyak nincsenek egészen a testhez illesztve, hanem úgy állanak, mint a nyíl »szárnya« a szárnyas nyíl nyeléhez viszonyítva; azzal a különbséggel, hogy a sólyom az illeszkedést lökés közben is módosíthatja, tehát a lökést bizonyos fokig a préda mozgásához is alkalmazhatja.

Itt a legfejlettebb alakoknál a préda megejtése *fenn a levegőben* történik.

A ragadozók (*Rapaces*) alaptípusának megtartása mellett és a sólyomrepülést és lökést, mint legmagasabb fejlődési fokot véve, a *módosulás* egész sorozatait iktathatjuk ide.

A *sasok* (*Aquilidae*), a melyek csak bizonyos fokig »löknek«, a prédát *nem a levegőben*, hanem a földről szedik fel; a *futót is* biztosan.

A *vércsefélék*, a melyek, bizonyos magasságot tartva, a mely szerves kapcsolatban van szemök látóerejével, »függögetve« vadásznak, azaz a vízszintes tova repülést az által szüntetik meg, hogy a testet leeresztik, a farkat kiterjesztik, a szárnyaikkal pedig bizonyos szög alatt sebesen működnek, tehát úgy, hogy a kiterjesztett fark a szárnyak haladó működését megakasztja, a miből az egy helyen való »függögetés« (Rütteln) folyik. Ezek ebből a függögető helyzetből a prédára már kevésbé »löknek«, mint inkább leszállanak, helyből felszedik, a *futót azonban legtöbbször elhibázzák*. Itt már fontos szerepet játszik a préda szemének látóiránya, vagy tengelye is, mely nem fölfelé, hanem *oldalt* van irányozva, holott a függögető ragadozó madár *felülről* támad.

Szakasztott ez a viszony és művelet a *halászó ráró* (*Pandion haliaetos*) és a hal között is, a melyet a madár függőgetve kivár, hogy azután a vízből kiragadhassa.

Ez a függőgető prédaszerzés azután az alakok során odáig módosul, hogy az ölyveknél (*Buteo*) átmegy magasabb pontok — fák csúcsa, petrencze vagy boglyarudak stb. — megszállásába, hol a madár lesekedve vár, hogy felbukkanó prédájára vethesse magát.

De mindezeknél a módosulásoknál a repülés a leszállással együttesen szerepel és a kettő együttvéve lényeges az élet fentartására. A módosulás azonban mégis abban az irányban halad, hogy a prédára való leszállás lassanként a fontosabb tényezővé válik; holott a legfejlettebb típusnál (sólyom) mind a kettő egyformán és feltétlenül lényeges a madár megélhetésére nézve.

E sorozatnak — itt nem tárgyalható — százszoros változatait lezárják a *dögevő keselyűk* (*Vulturidae*), a melyeknél a repülés semmiféle viszonyban sem áll a préda *megragadhatásával*, hanem arra való, hogy a madarat magasba vive, *látókörét tágítsa* és kitartó voltával lehetővé tegye minél nagyobb területeknek az áttekintését. A leszállás itt már csak leereszkedés, mert a préda *mozdulatlan, el nem szalasztható*.

Mielőtt tovább haladnánk, reá kell mutatni még arra is, hogy úgy a fecsketípus, mely a szájnak sajátos alkotásával is kapcsolatos, valamint a ragadozó típus is alkonyati és éjjeli formákat számlál, kivált a *kecskefejők* (*Caprimulgidae*) és a *baglyok* (*Strigidae*) alakjaiban. Tisztán csak a repülést tartva szem előtt, ezeknél az éjjeli alakoknál a tollak nagy lágysága a *repülés nesztelenségét*, tehát a baglyoknál az alvó vagy nyugvó prédának meglopását, vagy legalább megközelítését segíti elő.

Az eddig tárgyalt viszonynál nem kevésbé szembeszökő és tanúságos a repülő madarak harmadik nagy osztálya, t. i. azoké a *vízi madaraké*, a melyeknek táplálkozása szintén a repüléstől lényegesen függ; azután odáig idomul át, hogy egy adott madárnak táplálkozásához, egy másik madáralaknak közreműködése feltétlenül szükséges.

Ez a jelenség a *sirályféléknél* (*Laridae*) — a szó tágabb értelmében véve — fordul elő, a mennyiben a szárnyas *halfarkas* (*Lestris*) nem maga ragadja meg vagy szedi fel a táplálékot, hanem meglesi, míg valamely sirály fogott, mire a halfarkas sólyomszerű lökésekkel és nyílsebes hajszával reákényszeríti a sirályt, hogy a prédát ejtse el; ekkor pedig a halfarkas szédületes lökéssel *esés közben* el- és bekapja a más alaktól szerzett prédát.

Ebben az irányban nevezetes még a vízszínen való futásnak a repüléssel való feltűnő párosítása, a melyet a tengeri *viharfecské* (*Thalassidroma*) mível, a mely a hullámok felszínének emelkedését és hanyatlását lábóló repüléssel pontosan és úgy kíséri, hogy a hullám felszínére vetődő prédát azonnal megragadhatta.

A repülést tartva szem előtt, itt is olyan sorvégre akadunk, mint a szárazföldi ragadozó madaraknál. Valamint ezeknél a nagy látókör és nagy terület feltételéhez kötött keselyűk a repülés kitartó voltához vannak életökkel lánczolva, azon módon az óceán végtelenségét is az óriás *albatrosz* (*Diomedea*) méri végig; mert a fiasítás időszakán kívül semmire köti a földséghez, lévén kiváló úszó is, mely megpihenhet a tengerszín bármely pontján.

Ennél az osztálynál is ki van fejlődve a víz fölött való *függögetés* és lecsapás; a *hálászcsérek*nél (*Sterna*, *Hydrochelidon*) igen kiváló módon. És nagyon érdekes, hogy minél kisebb a faj, annál közelebb függöget a víz színe fölött.

Ha már most a vízhez való kötést, még pedig annak föltétlenségét vesszük sarkítételül és így vizsgáljuk a repülés jelenségeit, akkor, mint végső sorhoz, odáig jutunk, hogy az igazi vízi madaraknál a repülés az úszásba vezet át, még pedig az úszás azon fokához, mely a repülést *teljesen kizárja* és a madár életének fenmaradását tisztán az úszáshoz köti.

Már a még igen jól repülő *buvárokon* (*Colymbidae*) is tapasztalhatjuk, hogy a vízszin alá bukva, a lábakon kívül szárnyaikat is használják, még pedig módosulva evedzőmódra is. E sornak a végén azután a »szárnyatlan« *buvárok* (*Aptenodytes*), közszólás szerint »pinguinek« állanak, a melyeknek »szárnyai« már pikkelyes evedzőkké alakultak, így tisztán csak vizen és víz alatt használhatók; ezeknél már a repülés legeslegkezdtelegesebb formájáról sem lehet szó; de a melyek nagyon szépen világítják meg a repülés, járás és úszás lényegének érintkezési pontjait.

Mielőtt a második szakaszra térnék át, ide iktatok még bizonyos egyszerű rámutatást, abban az irányban, hogy a repülés, mint olyan, és más mozgásokkal párosodva, mennyire módosulhat; megtartva azonban azt, hogy a madár fönmaradásához, életfeltételeinek megszerzéséhez szükséges.

A *kolibriknél* a repülés a sürrögésbe csap át, olyanba, a minőt bizonyos pillangók, így a *galambfarkú* (*Macroglossa stellatarum*), vagy az alkonyati *zúgó-lepkék* végeznek, a midőn egy-egy virágkehely előtt sürrögve meg-megállanak, hogy hosszú szípókájokat a virágba mélyeszthessék, azon módon a kolibrik illető alakjai is azért, hogy szípókaszerű csőrüket márthassák a virágok kelyhébe.

A *légykapók*, szilárd alapra, leginkább kiálló ágakra, fa- vagy bokorcsúcsokra telepedve, kiszemelik vagy kivárják a repülő rovar prédát s a midőn kiszemelték, annak a mozgásához alkalmazzák prédaszerző röptüket, mely szerfölött változatos, néha még forgó, vagy épen bukó is.

A *barázdabillegetőknél* a felröppenés, a futás és a hosszú farkkal való egyensúlyozás igen érdekesen van egybekötve és annak a bogárságnak mozgásához idomítva, a mellyel éneke.

Mielőtt, hogy e vázlatos sorozatnak tanúságait kivonnám, vagy inkább a repülőgép problémájára alkalmaznám, letárgyalom a többi főcsoportot is.

II.

A Svaerholtklubben madárhegyén fekvő, a Rissa sirály bámulatosan *illeszkedő* repülése mellett feltűntek az alkák (*Alca torda*) kis csapatai, a melyeknek zömök teste, késélű, előre nyújtott orra, vagy csőre, egészen más repülési móddal volt kapcsolatos. Mint valami szárnyas kurtakelevész, úgy hasították a széláramlást; hol széllel, hol keresztbe; sőt alig valamivel lassabban még szél ellenében is.

A szárny, *mindig egyformán kifeszítve, sürrögő mozgásban volt*; ez a madár igazán »hasította« a levegőt; kifáradva lassította a szárnycsapás sürrögését s midőn végre a tengerszinre bocsátkozott le, ez olyformán történt, hogy a víz felloccsant, mintha fakolonczot dobtunk volna reá.

A felszállás nem kevésbé volt érdekes. A madarak a lábukkal és kifeszített úszóhártyájokkal egyet lódítottak magukon és azután sürrögő szárnyveréssel egy kis darabon csapdosták a vízszinét, míg végre menedékesen emelkedve, teljesen szárnyra kaphattak. Szakasztottan ez a felszállás módja a mi *vöcskeinknél* (*Podiceps*), a *szárcsánál* (*Fulica*) és másoknál; az elsőnél az a vízcsapdosás sokszor nagy darabon tart; a szárcsa kezdetben még futó mozgást is végez a vizen.

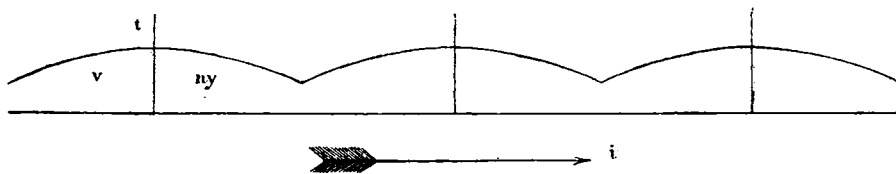
Ez a repülési mód is fontos az élet fentartására; azonban már csak a *helyváltoztatás szempontjából*, mely sokszor óriási távolságokat is jelent, t. i. azoknál a költözőkődőknél, a melyek télszakára az észsaksarki vagy mérsékelt égtájakról elvonulnak. Máskülönben is fontos tényező abban a szűkebb táplálkozási vagy fiasítási körben, a melyhez az illető madáralakok egyáltalában kötve vannak.

Ennek a *helyváltoztató repülésnek* módosulásai a mily sokszorosak, olyannyira átmenők is; épen azért nehezen osztályozhatók, a mi azonban e sorok céljára nézve nem is döntő, minthogy a két főcsoport tipikus különbségén sarkal a kitűzött cél, t. i. a *repülési mód lényeges különbségének kimutatásán*.

De mielőtt erre reáéternék, a dolog érdekes voltánál fogva mégis reámutatok egy pár feltűnőbb jelenségre, a mint azt a második (*helyváltoztató*) csoport úgyszólván felkinálja.

Mindenekelőtt meg kell jegyezni, hogy »rossz repülők« — a német felfogás szerint »schlechte Flieger« — tulajdonképen nincsenek; mert ha a *haris* (*Crex*), vagy a *vízi csibe* (*Ortygometra*) nehezen, kezdetben mintegy tántorogva kel is ki s érezhetően azon van, hogy hamar leszállhasson, ennek inkább helyi körülmény az oka, t. i. kibontakozás a magas fűből, csátéból stb. és az ily növényzettel borított alkalmas helyiségnek korlátoltabb volta. Mihelyt azonban ezek az alakok komolyan veszik a towarepülést; vagyis, ném mérik többé a hely vagy pont körülményeit és viszonyait: a magasba kerekedve gyorsan, kitartóan repülnek, tehát nagy távolságokat győznek le; a miről különben már az is tanuskodik, hogy télire délibb, melegebb tájakra vonulnak.

Továbbá a tisztán helyváltoztató repülés bizonyos módokat



2. ábra. A repülés mikéntje. *v* szárnyverés; *ny* szárnynyúgóvás; *t* tetőzés; *i* a repülés iránya.

tüntet fel, melyek sokszorososan a madarak alakjától, így a szárnynak és farknak a testhez való viszonyától, vagy arányától, sokszor a fark alakjától, végre — úgy látszik — a szárnycsapással mozgásnak indított levegő áramától is függnek, helyesebben ezekhez idomulnak.

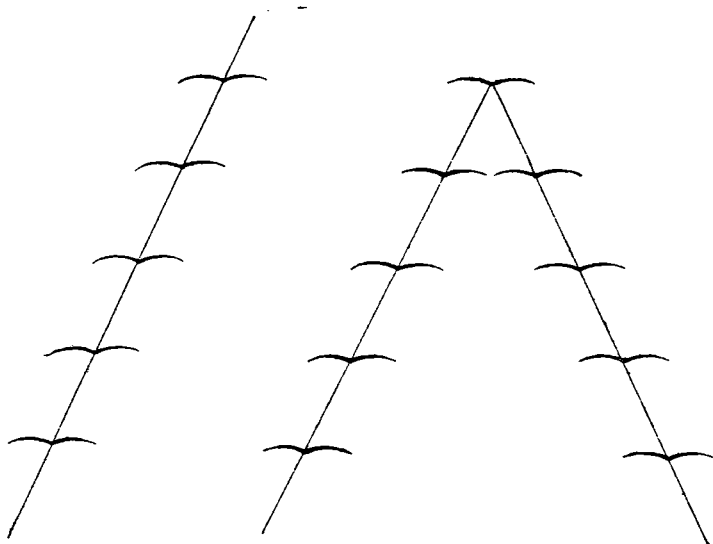
Jellemzik ezeket többek között: a fürjnek vagy fogolynak majdnem »suta« alkatából folyó *sürrögve-feszítő* röpte; kiváló módon még az *íves* haladás is, a midőn a madár a haladás irányában repülve, sürrögő szárnycsapással emelkedik, az íven tetőzik, itt szárnyát testéhez vonja, akkor hanyatlik, egészben tehát *ívelő vonalban száll tova*, mint a 2. ábrán látható.

Továbbá jellemző a repülés *rendjének* alakulása akkor, a mikor kisebb-nagyobb csapatok, foltok vagy épen seregek tartanak együtt.

Itt mindenekelőtt tudnunk kell, hogy még akkor is, a mikor a seregély ezernyi seregben egyesülve »*felhőzik*«, az egyes madaraknak egymástól való távolsága minden irányban és szabatosan *egyenlő*, a mi a szárnyverés okozta levegőmozgásnak ép olyan természetes, mint törvényszerű következése. A mi pedig ettől alakilag is elüt,

az a szigorú sorakozást öltő *rend*, a melyet legszabatosabban a »láncz« és az »ék«, másképen \wedge alak tüntet föl, a mint az a 3. és 4. ábrán látható.

Ez utóbbiakon úgyszólván szemet szúr az egyes madarak közötti távolságnak feltétlenül egyenlő volta, a mi alkalmasint a repülés okozta levegőáramlásnak az egymást követő madarak részéről való felhasználásával kapcsolatos, minek bizonyítéka az, hogy a láncz vagy ék élén haladó madár mindig azon van, hogy rendet bontva, mást kényszerítsen a láncz vagy ék élére. Az utóbbi mozzanat csak azt jelentheti, hogy a legelől haladó madár a *legnéhezebb munkát végzi*, mert a levegőt, akár nyugovó, akár áramló állapotából a



3. ábra. A »láncz«.

4. ábra. Az »ék«.

repüléshez szükséges mozgásba kell *átidomítania*, a mi az öt követő madarakra nézve már könnyebbítést jelent.

Más magyarázat alig lehetséges.

A pusztán helyváltoztató repülés módosulásai megszámlálhatatlanok; de itt is csak arra az alaptételre juthatunk, hogy erre törvényszerű hatással van a madárfajok alkata, a melyre ismét az életmód a maga egész mivoltával rásüti alakító bélyegét.

III.

A két főcsoport tanúságainak összegezését és méltatását még meg kell előznom a teljesen negatív csoportnak legalább érintésével; tudniillik meg kell emlékezmem azokról a madarokról, melyek a

madárszervezet minden jellemző tulajdonságával felruházva, mégis épen azt nélkülözik, a mit a közfelfogás a *madár* fogalmától elválaszthatatlannak tart, a melyek t. i. *nem repülnek*.

Ebben a csoportban két ágazatot kell megkülönböztetnünk; még pedig:

1. A helyi viszonyoknál fogva hátramaradt vagy fejletlen ágazatot, a melynek képviselője a *kivi madár* (*Apteryx*).

2. A nyilván nagyságánál fogva repülésre alkalmatlan ágazatot, a melynek képviselői a *struczmadár*, a *kazudár*, az *emu* és a *nandu*; tehát a struczfélek, a szó tágabb értelmében véve.

Ezeknek, már tisztán csak futó madaraknak legközelebbi rokoni, jobban mondva elődei, a már ásatag óriás madarak, a mint azok Új-Zélandról és Madagaszkár szigete rétegeiből kerültek napvilágra s a melyek között az újjélandi *moa* (*Dinornis giganteus* Owen) magassága a három métert, s a madagaszkári *Aepyornis ingens* és *Ae. Titan* a négy métert ütötte meg.

Annak magyarázata, hogy ezek az utóbbi nem repülők *nagyságuknál* fogva nem alkalmasak a repülésre majd alább, Helmholtz tételéből következik, a midőn t. i. a fizikai hatásokról fogok szólni.

Összegezések. A repülés és nem repülés alapján így három csoportot különböztethetünk meg, ú. m.:

I. Azokét a madarakét, a melyeknek a repülés a táplálék megszerzésének módjára nézve feltétlenül szükséges, tehát a szó legszorosabb értelmében vett *biológiai* jelentőségű. Ezek repülése *illeszkedő*, tehát minden mozzanata szerint az *érzésből eredve tudatos*, ennél a körülménynél fogva *gépre nem vihető át*.

II. Azokét a madarakét, a melyeknél a repülés főképen a *helyváltoztatás* eszközét jelenti, tehát legfőbb mozzanataiban *egynemű*, így *gépre átvihető*.

III. Azokét a típikusan madárszervezetű formákét, a melyek nem repülnek, a hol a helyváltoztatás eszköze a láb fejlett volta, a repülés tulajdonságának utolsó nyoma pedig az, hogy a struczsonka szárnyának bokros tollazatát futás közben *vitorlamódra* értékésíti.

Az első csoportnál látjuk, hogy a fecske abszolút biológiai repülésén túl, a megélhetést föltételező repülési módosulások egyfelől a rovarszerűen sűrűgő formához — kolibri, — másfelől a futás, repülés és farkkal való egyensúlyozáshoz — barázdabillegető — vezetnek el; a merő elhanyaglás pedig elvisz a szárnyaknak úszószárnyyszerű alakulásáig és alkalmazásáig (*pinguin*).

Egy második sorvég e csoportban, a mely repülés és lökés kombinációjából indulva, a ragadozó típus megtartása mellett, úgy

a szárazföldi, mint a vízi madaraknál jelenkezik: a nagy látókörnek repüléssel való megszerzéséhez vezet — keselyű, albatrosz — a legnagyobb szárnyfelülettel bír, ú. m. 2'75 m. kondor, 3—4'5 méter albatrosz, szárny-átló mellett.

Ez utóbbi szemünk elé állítja a modern ú. n. »Flugtechniker« igen tiszteletreméltó czéhének úgyszólván eszményképét, a mely — a motor kérdés nagyon kényes, de be nem vallott volta miatt — a *lebegő* vagy *vitórlázó* formában (Segelflug) keresi a megoldást.

A biológiai vonatkozású repülésnek beható tanulmányozása és ismerete azonban szükségképen és feltétlenül a következő tételhez vezet:

A biológiai repülésnek e vitórlázó formájánál is, a szervezet tisztán mechanikai alapjain túl, az érzésből folyó akarat, minden mozdulatnak és módosulásnak értelmileg tudatos volta, a körülmények pillanatnyi változásához szabott tudatos cselekvés a legfőbb föltétel. Egy *ilyen* gépezetnek emberi elméből folyó, mesterséges szerkezete teljes lehetetlenség, mert annak a gépnek nemcsak szerkezet és működés, hanem az *élet*, a szónak magasabb értelmében véve, az alapföltétele.

Ennek a tételnek uralkodó hatalma alatt cselekesznek a leg-tökéletesebb, mozdulatlan szárnyal lebegő, vagy vitórlázó madarak (kondor, albatrosz) is; mert ezek is abban a perczben, jobban mondva pillanatban, a melyben a levegő áramlása, vagy egyáltalában a vitórlázó repülés feltételét alkotó viszony változik, a megérzésből indulva tudatosan alkalmazkodnak, vagyis szárnycsapással járó, repülő mozgásba váltanak át; és épen ez a biztos, teljesen tudatos átmenet a gépnél lehetetlenség.

A Svaerholtklubben tetején fekvő, százszoros váltakozásban láttam a védett helyen vitórlázó és széljárásban küzködve-repülő Rissa sirályok mozgását. Annak a madárnak úgyszólván minden tolla külön-külön alkalmazkodott a széláramlás minden változásához, úgy, a mint azt a madár *megérezte* és célirányos mozdulataival nyomban föl is használta.

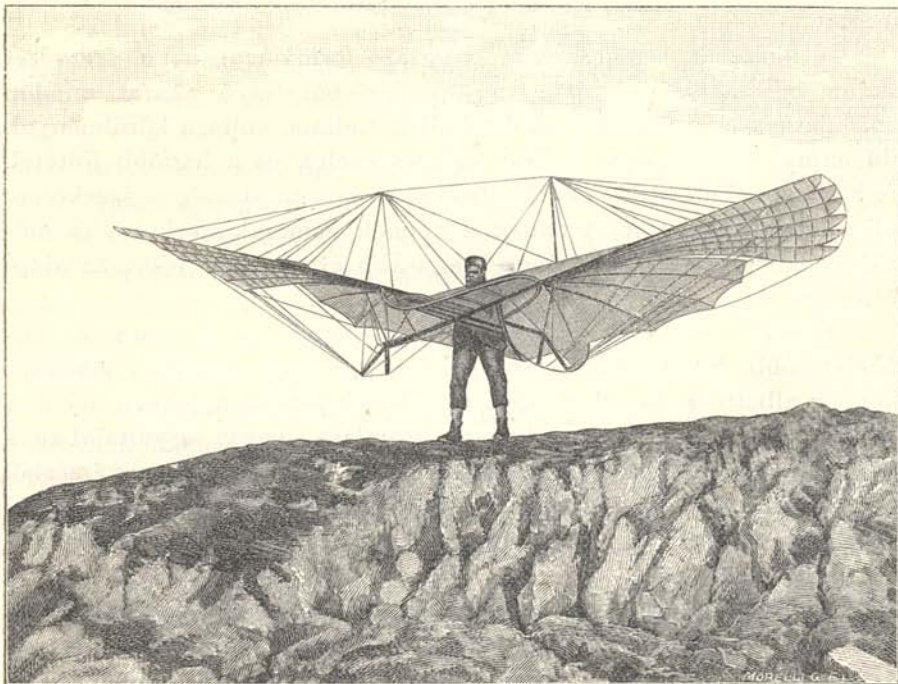
És épen, mert ezt meg kellett *éreznie* és a mozgást az *érzéshez* képest *tudatosan* átadomítania: ezen a téren ki van zárva az érzés nélkül való gép, melynek legérzékenyebb szabályozó formája sem érhet fel odáig, a hol az élő lény érzése, az ebből folyó akarat és tudatos alkalmazkodás dönt.

A megoldás a tisztán helyváltoztató repülés terén kereshető csupán és egyedül, mert ennél a mechanikai művelet az uralkodó.

Kevés idővel ezelőtt ez a kijelentés még igen éles ellenmondást szült volna és ellenzői reámutattak volna Lilienthal Ottó berlini

mérnökre, a ki a vitorlázó repülésnek világhírű művelője volt s a kinek képét (5. ábra) ide iktatom úgy, a mint lebegésre készen állott.

Ámde az egész szerkezet, a melyre önmagát bízta, alapjában véve nem volt egyéb egy nagy, embert bíró papirossárkánynál, a melyen a tartózsínórt a test súlya helyettesítette; a míg azonban a sárkányt röpítő gyermek, a szilárd földön állva, a zsinór eresztgetésével vagy rövidítésével és helyváltoztatással bizonyos mértékben igazgathatja a sárkány röptét, addig a földtől elszabadult repülő-technikus ki van szolgáltatva a légáramlat változásainak, a nélkül, hogy bizton tud-



5. ábra. Lilienthal Ottó repülőgépevel.

hatná: mitevő legyen a merev szerkezettel, a melynek illeszkedése rendkívül korlátozott, vagy éppen lehetetlen. És valamint a gyermekvilág papirossárkánya egy-egy hirtelen változó széláram hatása alatt oldalt fordul, végre lezuhan, azon módon a repülő-technikus is, Ikarus óta mind nyakát szegi, és szegte szegény Lilienthal is.

Ez a boldogtalan azt írta 1895-ben,* hogy hirtelen támadó szélrohamok nem egyszer labdáztak vele, elakadt a lélekzete . . .

* Lilienthal O., Wesshalb ist es so schwierig das Fliegen zu erfinden? Prometheus, VI. 1895. 7. 1.

mert ezek a szelek könyörtelenek, nem ismernek irgalmat a repülő szerkezetek irányában.

Ez pedig saját irányának föltétlen elitélése. Előttem tisztán áll a dolog, hogy a repülőgép problémája ebben az irányban nem oldható meg.

Másképen alakulnak a viszonyok a tisztán helyváltoztató repülésnél s itt legott szemet szúrnak azok a madáralakok, melyeknek testtörzse aránylag nagy és súlyos, szárnyaik pedig aránylag kis terjedelműek. E madarak — mint a bűvárok, vöcskök és mások — nehezen kelnek, lassan-lassan *menedékesen* emelkednek ugyan, de a magasba jutva, nagy sebességgel és igen kitartóan repülnek tova.

A szárnyjárás a keléstől fogva a leszállásig mindig *egynemű*, *sürrögve-csapó* és azonnal szembetűnik, hogy az egész repülő szerkezet tisztán csak *haladásra* van berendezve; illeszkedő, vitorlázó mozzanatai nincsenek, mindössze a jobbra-balra való eltérés és a lassításból folyó ereszkedés válik még lehetségessé.

De a szárnyjárás sürrögő csapása roppant erővel, kitartással és rendkívüli gyorsasággal történik; az utóbbi tekintetben emlékeztet már azokra a rovarokra, a melyeknek szárnyjárása olyan gyors, hogy fátyolszerű kört vélünk látni, sőt hogy hang is keletkezik, mely azután reátanít a szárnycsapások számára.*

Ezeknek a madaraknak már legegyszerűbb vizsgálata is kimutatja, hogy a mellcsont középső tarajától jobbra-balra terülő *nagy mellizom* — köznéven »mellhús« — a repülésben a *mótor* feladatát végzi és mindenképen egyike a leghatalmasabb szerkezeteknek, a melynek a repülő madár egyéb szervezete teljesen alá van rendelve; ezeken a helyváltoztató röptű madarakon még sokkal nagyobb mértékben, mint nem egy lebegve-vitorlázó, biológiai röptű alaknál, a hol a szárnyak terjedelme bizonyos fokig a papirossárkány vagy a szerencsétlen Lilienthal vitorlaszerkezetét is jelenti.

Ez a mellizom utolsó rostjáig mérő hajtó erő, a mely kellő táplálkozás — mondjuk fűtés — mellett, egyhuzamban bámulatos munkát bír végezni. Így Gaetke szerint** egy *Charadrius*-faj vonulásain a Labrador-félsziget és Brazília közötti roppant távolságot egyhuzamban végzi, tehát óránként 53 földrajzi mérföldön nyilal át.

A mit a mechanika mind e mai napig ebben az irányban teremteni birt, valóságos semmiség ehhez az izomerőhöz és ennek az erőnek felújhodási módjához képest.

* Ezen a réven Landois »Thierstimmen« 1874. 143. l. a házi légy szárnycsapásától eredő hangot f^1 vagy e^1 -re, tehát rezgését másodpercenként 330 egész 352-re határozta meg.

** Die Vogelwarte Helgoland, 1891.

Es igazán csodálatos, hogy noha a helyzet ily egyszerű, a »Flugtechniker« czéhnek túlnyomó nagy része a szárnnyal és szerkezetével bajlódik, a helyett, hogy a *mótorra* helyezné a fősúlyt, a hol a megoldás valóban nyugszik.

Bámulat fogja el az embert, a mikor pl. Ahlborn F. művében* ezt olvassa: »Langley kimutatta, hogy a szélnek hatása a felületek alakjától lényegesen függ.« Az embert nemcsak a bámulat, hanem az elképedés környékezi az ily mondásokra, mert hiszen ezt minden nyitott esőernyő kísérletileg magyarázza és különben is a rég ismert newtoni tételek közé tartozik.

Ugyancsak Ahlborn osztályozza a szárnyak alakzatait.

Van vitorlázó szárny (albatrosz, sirály), van verőszárny (tyúk-féle); van ragadozó madár szárnya, mint típus, galambszárny, mint típus stb.; de a *hajtó erő osztályozása bizony elmarad*. Olyan tételek, hogy pl. az igazi »vitorlázó repülés csak aktiv szélben lehetséges«, olyannyira elemiek, hogy minden papirossárkányt repítő gyerek tudja.

Igazán észszerű ellenben az az irány, a melyet Klupathy Jenő követett, a midőn a léghajózásról írva, a repülő gépet is fejtegette.** Ő nem foglalkozik a repülés szerveinek szerkezeti alapjával, hanem kizárólagosan — és igen helyesen — a *hajtó erő* kérdésével, mert itt a megoldás sarkpontja. Klupathy összeállítása szerint így áll a sorozat:

1. A csavar segítségével az 1 lóerejű gép legfeljebb 12—15 kilogrammot bír fölemelni, a gép maga pedig legalább 30 kilogramm.

2. A Du Temple-féle, eddig legkönnyebb mótór 1 lóerőre 15—20 kilogramm, tehát önmagát sem bírja fölemelni, kivált ha az erőfentartás kellékét is hozzáteesszük.

3. A Ponton d'Amécourt aluminium gépe 2 kilogramm súly mellett $\frac{1}{12}$ lóerejű, de nem volt ereje hogy önmagát fölemelje.

4. Egy 75 kilogramm súlyú embernek 5 lóerejű gép munkáját kellene végeznie, hogy a levegőben maradhasson; átlagos erő kifejtése azonban csak $\frac{1}{6}$ lóerő, tehát 30-szor olyan erősnek kellene lennie, a minő most.

A repülés kérdése tehát a maga összességében a *hajtó erő kérdése*.

Lássuk már most, hogyan látta és ítélte meg a kérdést Helmholtz valóban átható szelleme.

Abban az értekezésében, a melyben a léggömb kormányozhatásáról, a cseppfolyós testek geometriailag hasonló mozgásaiból kiindulva,

* Zur Mechanik des Vogelfluges, 1896.

** A léghajózásról, Term. tud. Közl. IV. Pótfüzet 1889. 165. l.

értekeznek,* reátér a madárrepülésre is, még pedig a gőzhajóval kapcsolatban. Helmholtz tételei a következők:

1. A hajó sebessége, nagysága és a hajtógép súlya között — beleértve a fűtőanyagot is — olyan viszony áll fenn, a melynek *megvan a maga határa*. Ezt a határt csak az eddiginél ismert, *nagyobb* erőt fejtő, *könnyebb* hajtógép lépheti át.

2. A repülő madarak nagyságának is megvan a maga határa, a melyet csak a most ismert *izomerőnek nagyobb mértéke léphet át*.

Mily élesen látott Helmholtz, azt semmi sem bizonyítja fényesebben, mint az a tétele, hogy azok a nagy madarak, a melyek repülés dolgában is nagyok, mind hús- vagy halevők (keselyűk, albatrosz), tehát tömör, nagyértékű táplálékkal élnek, a melyhez nem szükséges *szövevényes emésztő szervezet*, a mi az izomerő megmaradása mellett *testsúlyapasztást* is jelent, így a repülés javára esik.

És végre Helmholtz úgy látja, hogy a természet valószínűleg a keselyű (*Vultur*) mintájában találta meg *határát annak a szervezetnek, a mely izomműködéssel mozgatott szárnyakkal a levegőbe emelkedve, ott hosszabb időn át meg is maradhat*.

Mindezekből tiszta és bizonyos, hogy a repülőgép problémájának megoldása nem a szárnyszerkezet alakzatán és működése módjában, hanem a *mótoron* fordul meg s abban a perczenben, a melyben olyan gépmotorunk van, a mely hajtó erejének folytonos regenerálása mellett, saját szerkezetét fel bírja emelni: *ez a gép már repülni fog; és minden kilogramm, a melyet saját súlyán felül elbír, már az ember repülése javára fog válni*.

De hát Wellmer és az ő vitorlakerék-szerkezete, a mely olyan nagy zajt ütött, sőt illetékes fórumok komoly méltatásában is részesült: mi van azzal? Wellmer gépe két emberre 1500, nyolcz emberre 6400 kilogramm súlyú lett volna, holott a természet, Helmholtz átható szelleme szerint, már a 20 kilogrammon *innen* látja repítő határát annak a mótornak, a keselyű mellizmának, a melyhez foghatót a fizika és mechanika mind e mai napig nem birt megszerkeszteni és a mely azt is megmondja, hogy miért nem repül a keselyűnél sokkal nehezebb strucz, az emu; miért nem repült a geológiai korszakban a moa.

Helmholtz világos eszmemenetét követve és számbavéve azokat a motorokat, melyeket a technika ma ismer, szinte visszarettenünk egy 6400 kilogrammos repülőgépnél még gondolatától is — és igaz, hogy a Wellmer-féle zajt nagy csend váltotta fel.

* Ueber ein Theorem, geometrisch ähnliche Bewegungen flüssiger Körper betreffend nebst Anwendung auf das Problem, Luftballons zu lenken. Wissensch. Abhandlungen. Leipzig, 1882.

A mi magyar kísérletezőnknek, az élők sorából csak az imént elköltözött Dr. Martin Lajos tanárnak tökéletesen igaza volt, mikor egyik alkalommal körülbelül így kiáltott fel: »a szárnyszerkezettel és működésével tökéletesen tisztában vagyok, csak a — *mótor hiányzik*«!

Igenis, *csak a mótor!*

Végigmenve a repülőgépről szóló irodalom hozzáférhető részén, önkéntelenül is szemben találok magamat azzal az analógiával, a mely a repülőgép és a perpetuum mobile között van.

Mindkettőnek fürkészőit — sokszorosan áldozatait is — végtelen optimizmus és az jellemzi, hogy *egy* döntő tényezőről következetesen megfelelnek. A perpetuum mobile fürkészői csak a mozgás tényezőit feszegetik, folyton bonyolítják a szerkezetet és megfelelnek a *surlódásról*, mely a bonyolítással *fokozódik*; a repülőgép feszegetői pedig mindig a felületek alakjával, a fel- és lecsapó szárnyművelet erőtényezőivel vesződnek; de megfelelnek a *mótor lényegéről*, súlyáról és azokról a *föltételekről*, a melyek *mozgásának folytonosságához szükségesek* és a melyek *muguk is súllyal bírnak*.

Helmholtz éleslátását semmi sem jellemzi szebben, mint az, hogy a hajóról és hajtógépéről értekezve, nem feledkezik meg a *fűtőanyag súlyáról* sem; és a midőn a keselyűt tárgyalja, reámutat az emésztő szervek *egyszerűségére*, mely *könnyítést* jelent.

A repülőgép problémájának megoldása, szerintem, tisztán csak a *mótoron* mulik és mind azok a »lebegő szárnyak«, »vitorlakerekek« és más szerkezetek, hijával vannak a döntő tényezőnek, t. i. annak a hajtó erőnek, a mely őket mozgásnak indítja, abban megtartsa, szerkezetök súlyát, azontúl az önmagáét és mindazt is elbirja, a mi működésének folytonosságához szükséges; sőt még olyan erőfölösleggel is rendelkezék, mely, mint az alkamadár sürrögése, a szelek áramlatával is diadalmasan megküzdjön.

Ilyen mótorot nem ismer a mai mechanika. Talán megmutatja a jövő.

Elvégre olyan időket élünk, a melyekben az *x* sugár láthatóvá teszi azt is, a mit régi alapokon fejlődött értelmünk még arasznyi idő előtt is megközelíthetetlen titoknak tartott.

HERMAN OTTÓ.